

**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y  
BIOTECNOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**



**EFFECTO DEL ACHIOTE (*Bixa orellana L.*) EN LOS  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y CALIDAD DEL HUEVO  
EN GALLINAS DE POSTURA LÍNEA LOHMANN BROWN –  
CLASSIC.**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Autor:

**Bach. MELISSA YALTA VALQUI**

Asesor:

**Ing. SEGUNDO JOSÉ ZAMORA HUAMÁN**

Co-asesor:

**Ing. WILMER BERNAL MEJÍA**

**CHACHAPOYAS –PERÚ**

**2016**

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a Dios por darme la fortaleza, iluminarme con su sabiduría y cubrirme con sus bendiciones. A mis padres: Martín Yalta Vilca y Lucinda Valqui Gómez, quienes me brindaron su apoyo incondicional y con sus sabios consejos me supieron formar para salir adelante. A mis hermanos Emner, Zoilita y Jeiner quienes han estado a mi lado en los momentos más complicados se convirtieron en el sostén que me permitió continuar el camino. A Roberth por su amor, fortaleza y apoyo en los momentos más difíciles y a mis amigos quienes con su optimismo y sus ganas de superación supieron apoyarme durante mi carrera estudiantil.

**Melissa Yalta Valqui**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios padre creador, por darme la vida, salud y fuerzas para cumplir con mis metas y objetivos trazados.

A mis queridos padres, hermanos, y amigos por el apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida estudiantil.

A Roberth por todo su cariño, compañía y ayuda para la cumplimiento de una de mis metas.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), en especial a la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología (FIZAB).

Al Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología (IGBI) y al Proyecto de Nutrición Animal (PRONUT).

A mis asesores el Ing. Segundo José Zamora Huamán y el Ing. Wilmer Bernal Mejía; un agradecimiento especial por su contribución para la elaboración y ejecución de esta investigación.

A las personas que de alguna u otra manera apoyaron en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Finalmente agradecer a los docentes de la FIZAB, quienes me enseñaron y compartieron sus conocimientos y experiencias, para mi formación profesional.

**Melissa Yalta Valqui**

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DEAMAZONAS**

**Ley de creación N° 27347**

**Ph.D, Jorge Luis Maicelo Quintana**

**RECTOR**

**Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres**

**VICERECTOR ACADÉMICO**

**Dra. María Nelly Luján Espinoza**

**VICERECTOR DE INVESTIGACIÓN**

**Ms.C. Elías Alberto Torres Armas**

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**

**AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada “**Efecto del achiote (*Bixa orellana L.*) en los parámetros productivos y calidad del huevo en gallinas de postura línea Lohmann Brown .- Classic**”, presentado por la tesista egresada de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista de esta casa superior de estudios:

**Bach. MELISSA YALTA VALQUI**

El suscrito da el visto bueno al informe de la mencionada tesis, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observación dadas por el jurado evaluador, para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 22 de enero del 2016



**Ing. SEGUNDO JOSÉ ZAMORA HUAMÁN**

**Docente auxiliar de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y  
Biotecnología**

**JURADO EVALUADOR**



---

**Ing. CESAR AUGUSTO MARAVÍ CARMEN**  
**PRESIDENTE**



---

**Ing. WIGOBERTO ALVARADO CHUQUI**  
**SECRETARIO**



---

**Ing. NELSON OSWALDO PAJARES QUEVEDO**  
**VOCAL**



# UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE: Ingeniería zootécnica, Agronegocios y Biotecnología.

## ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 03 de Febrero del año 2016, siendo las 10 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Cesar Augusto Morúa Carman.

Secretario: Nigoberto Alvarado Chuqui

Vocal: Nelson Oswaldo Pazam Quevedo.

para evaluar la sustentación del informe de Tesis presentando por el(la) bachiller,

don(ña) Melissa Yalta Valqui

titulado Efecto del. achiote. (Bixa orellana. L.) en

los parámetros productivos y calidad del

huevo en gallinas de postura línea. Lohman Brown.

Después de la Sustentación respectiva el Jurado acuerda la **APROBACIÓN (X)**, **DESAPROBACIÓN ( )** por mayoría ( ) por unanimidad (X), en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNTRM-A.

Siendo las 11:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del informe de Tesis.

[Signature]  
SECRETARIO

[Signature]  
PRESIDENTE

[Signature]  
VOCAL

Form 6-T

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	v
JURADO EVALUADOR.....	vi
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICES DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
3.2. BASES TEÓRICAS.....	5
3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	21
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
4.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	23
4.1.1. Lugar del experimento.....	23
4.1.2. Características climáticas.....	23
4.1.3. Ubicación geográfica.....	24
4.1.4. Instalaciones.....	25
4.2. MATERIALES.....	26

4.2.1.	Equipos .....	26
4.2.2.	Bienes y servicios.....	27
4.3.	MÉTODOS.....	28
4.3.1.	Preparación de las raciones .....	28
4.3.2.	Análisis químico del concentrado .....	31
4.3.3.	Diseño de investigación .....	33
4.3.4.	Población, muestra y muestreo .....	34
4.3.5.	Metodología.....	34
4.3.6.	Técnicas e instrumentos.....	34
4.3.7.	Procedimiento.....	35
4.3.8.	Análisis de datos .....	36
V.	RESULTADOS .....	37
5.1.	PIGMENTACIÓN DE LA YEMA DEL HUEVO.....	37
5.2.	PESO PROMEDIO DEL HUEVO .....	38
5.3.	PORCENTAJE PROMEDIO DE POSTURA.....	39
5.4.	CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO .....	40
5.5.	CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO.....	41
5.6.	CONVERSIÓN ALIMENTICIA .....	42
5.7.	PESO PROMEDIO DE LAS GALLINAS .....	43
5.8.	GANANCIA DE PESO PROMEDIO DE LAS GALLINAS.....	44
5.9.	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	45
5.10.	ENCUESTA DE LA CALIDAD DEL HUEVO .....	47
5.10.1.	Por la apariencia del huevo .....	47
5.10.2.	Por el sabor del huevo.....	49
5.10.3.	Por el precio del huevo.....	51
VI.	DISCUSIÓN.....	53

6.1. PIGMENTACIÓN DE LA YEMA.....	53
6.2. PESO DEL HUEVO .....	53
6.3. PORCENTAJE DE POSTURA .....	54
6.4. CONSUMO DE ALIMENTO .....	54
6.5. CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	54
6.6. PESO DE LAS GALLINAS.....	55
6.7. GANANCIA DE PESO.....	55
6.8. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	56
6.9. ENCUESTA DE CALIDAD DEL HUEVO .....	56
VII. CONCLUSIONES.....	57
VIII. RECOMENDACIONES .....	58
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características productivas.....	6
Tabla 2: Composición química del achiote. ....	21
Tabla 3: Equipos utilizados en el experimento.....	26
Tabla 4: Bienes y servicios. ....	27
Tabla 5: Requerimientos nutricionales de las 29 a las 45 semanas de edad.....	29
Tabla 6: Raciones a utilizar para la investigación. ....	30
Tabla 7: Composición nutricional de las dietas.....	31
Tabla 8: Composición nutricional de la harina de achiote. ....	32
Tabla 9: Análisis proximal del contenido nutricional de las raciones con porcentajes de achiote.....	32
Tabla 10: Niveles que intervienen en el estudio de investigación.....	33
Tabla 11: Comparación de medias Tuckey para la pigmentación de la yema .....	38
Tabla 12: Análisis económico de la producción de huevos de gallinas, por efecto de la inclusión de achiote en la dieta.....	46
Tabla 13: Apariencia visual del huevo. ....	47
Tabla 14: Comparación de medias Tuckey por la apariencia del huevo. ....	48
Tabla 15: Sabor del huevo.....	49
Tabla 16: Comparación de medias Tuckey por el sabor del huevo.....	50
Tabla 17: Precio del huevo. ....	51
Tabla 18: Comparación de medias Tuckey por el precio del huevo. ....	52
Tabla 19: Pigmentación de la yema de gallinas Lohmann Brown – Classic (34 a 40 semanas de edad) que recibieron achiote en la dieta.....	65
Tabla 20: Peso del huevo de gallinas ponedoras de 34 a las 40 semanas de edad que recibieron achiote en la dieta. ....	66
Tabla 21: Porcentaje de postura en gallinas Lohmann Brown Classic que recibieron achiote en la dieta.....	68
Tabla 22: Consumo por semanas y consumo total de gallinas Lohmann Brown Classic de 34 a 40 semanas de edad.....	69
Tabla 23: Conversión alimenticia para gallinas Lohmann Brown – Classic que recibieron porcentajes de achiote en la dieta. ....	70
Tabla 24: Peso y ganancia de peso de las gallinas de las 34 a las 40 semanas de edad. ....	71

Tabla 25: Descripción de los egresos de la investigación en gallinas Lohmann Brown - Classic que recibieron achiote en la dieta.....	72
Tabla 26: Descripción de los ingresos de la investigación en gallinas Lohmann Brown – Classic que recibieron achiote en la dieta.....	72
Tabla 27: Análisis de varianza para la pigmentación de la yema del huevo de Gallinas Lohmann Brown –Classic, en las semanas de experimento.....	73
Tabla 28: Análisis de varianza para el peso del huevo en las semanas de experimento. ....	73
Tabla 29: Análisis de varianza para el porcentaje de postura de las 34 a las 40 semanas de edad de las gallinas.....	73
Tabla 30: Análisis de varianza para el consumo de alimento en las semanas de experimento. ....	74
Tabla 31: Análisis de varianza para el consumo total de alimento, en gallinas Lohmann Brown – Classic.....	74
Tabla 32: Análisis de varianza para la conversión alimenticia en las semanas de experimento, bajo el efecto de porcentajes de achiote. ....	74
Tabla 33: Análisis de varianza para el peso de las gallinas Lohmann Brown – Classic en las semanas 34 a 40 de edad.....	75
Tabla 34: Análisis de Varianza para la ganancia de pesos de gallinas Lohmann Brown – Classic de las 34 a las 40 semanas de edad, por efecto del suministro de porcentajes de achiote.....	75
Tabla 35: Análisis de varianza para la apariencia del huevo.....	75
Tabla 36: Análisis de varianza para el sabor del huevo. ....	76
Tabla 37: Análisis de varianza para el precio del huevo. ....	76

## ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Pigmentante vegetal (izquierda) y pigmentante animal (derecha).....	14
Figura 2. Flor de marigold.....	15
Figura 3. Planta de achiote (izquierda) y semilla de achiote (derecha).....	17
Figura 4. Mapa del Perú (izquierda) y mapa de Amazonas (derecha). ....	24
Figura 5. Pigmentación promedio de la yema de huevo por tratamientos. ....	37
Figura 6. Peso promedio de huevos por tratamientos.....	38
Figura 7. Porcentaje de postura promedio por tratamientos.....	39
Figura 8. Consumo promedio de alimento por tratamientos. ....	40
Figura 9. Consumo total de alimento por tratamientos. ....	41
Figura 10. Conversión alimenticia promedio por tratamientos. ....	42
Figura 11. Pesos promedios de las gallinas por tratamientos. ....	43
Figura 12. Ganancia de peso de las gallinas por tratamientos.....	44
Figura 13. Apariencia del huevo por tratamientos. ....	47
Figura 14. Sabor del huevo por tratamientos.....	49
Figura 15. Precio del huevo por tratamientos.....	51
Figura 16. Gallinas Lohmann Brown (izquierda) y baldes de alimento con porcentajes de achiote (derecha).....	79
Figura 17. Alimentación de las gallinas (izquierda) y recolección de huevos (derecha). ...	79
Figura 18. Evaluación de tamaño del huevo (izquierda) y peso del huevo (derecha). ....	80
Figura 19. Evaluación de pigmentación (izquierda) y llenado de los registros (derecha)...	80
Figura 20. Equipo NIRS (izquierda) y encuesta de degustación de huevos (derecha). .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## RESUMEN

En el presente estudio de investigación se evaluó el efecto del achiote (*Bixa orellana L.*) en los parámetros productivos y calidad del huevo en gallinas de postura línea Lohmann Brown. La investigación fue realizada en la Estación Experimental Chachapoyas para lo cual se utilizaron 80 gallinas de 34 semanas de edad distribuidas en 4 tratamientos (0%, 1.5%, 3.0% y 4.5% de achiote) con 5 repeticiones cada uno por un periodo de 45 días. El diseño experimental fue un Diseño Completamente al Azar (DCA). Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza y la prueba de comparaciones múltiples se realizó usando Tuckey y el programa Statistix 8.0. Los resultados obtenidos confirman que al utilizar achiote en la dieta, se mejora la pigmentación de la yema del huevo de manera significativa; con respecto al tamaño, peso del huevo, porcentaje de postura, consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia no tuvo efecto significativo. En cuanto a la relación beneficio/ costo, con el tratamiento 1 se obtuvo el mejor valor con una utilidad de 0.13 soles por cada sol invertido.

**PALABRAS CLAVE:** Gallinas ponedoras, achiote, *Bixa orellana*, pigmentación, parámetros productivos.

## ABSTRACT

In this research was evaluated the effect of achiote (*Bixa orellana* L.) in productive parameters and egg quality in Lohmann Brown laying hens breed. The research was carried out at the Experimental Station of Chachapoyas, which used 80 laying hens from 34 weeks of age and were distributed in 4 treatments (0%, 1.5%, 3.0% and 4.5% of *Bixa orellana*) with 5 replicates each for a period of 45 days. The experimental design was a completely randomized design (DCA). The results were analyzed using analysis of variance and multiple comparison test with Tuckey and using Statistix program version 8.0. The results obtained confirm that using achiote in the diet, enhance significantly egg yolk pigmentation; with respect to size, egg weight, laying percentage, feed intake, weight gain and feed conversion had no significant effect. Regarding the relationship benefit / cost, with treatment 1 was the best value with a utility of 0.13 soles by each invested Soles.

**KEY WORDS:** laying hens, *bixa orellana*, pigmentation, productive parameters.

## I. INTRODUCCIÓN

Los huevos de aves constituyen un alimento habitual y básico en la especie humana, y se presenta protegido por una cáscara con un contenido químico constituido principalmente por proteína; del tipo albúminas, y lípidos de fácil digestión en la yema.

El mercado asocia a la yema pigmentada como un huevo de buena calidad, que provienen de gallinas bien alimentadas y saludables; ya que los consumidores prefieren huevos con yema de un color naranja o amarillo intenso, antes que un color pálido.

Para lograr pigmentaciones aceptables es necesario emplear altos niveles de maíz amarillo en la dieta, pero este insumo es uno de los más caros de los componentes de la dieta; obligando a emplear insumos más económicos, pero de menor o escasa capacidad pigmentadora, además, las gallinas están siempre sometidas a situaciones de estrés o desafío sanitario, que atentan contra la producción o la pigmentación de la yema.

La coloración de la piel en pollos y en la yema de los huevos está determinada por los carotenoides de la dieta, principalmente xantofilas. Cabe mencionar, además, sus propiedades antioxidantes e inmunomoduladores, que pueden resultar en una mejora de los parámetros productivos (Stahl, 1998; Surai, 2001; Bedecarrats, 2006, citado por Mascarell y Carné 2011).

La coloración natural es interpretada justificadamente como signo de salud; por contrario los colores pálidos y poco apetitosos se asocian a menudo con enfermedad y mal alimentados. Por tal razón, el uso de colorantes naturales como el achiote (*Bixa orellana L.*), utilizado como planta medicinal e industrial, es una buena opción; ya que los colorantes sintéticos artificiales en los alimentos

están siendo cuestionados por los consumidores a causa de los efectos perjudiciales para la salud.

Por lo mencionado, la justificación e importancia de esta investigación radica en el empleo de una fuente pigmentante natural (harina de achiote) en la ración alimenticia para la pigmentación de la yema en gallinas ponedoras Lohmann Brown, con la finalidad de evaluar su efecto en indicadores productivos y de calidad del huevo.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar el efecto del achiote (*Bixa orellana L.*) en los parámetros productivos y calidad del huevo, en gallinas de postura línea Lohmann Brown.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el grado de pigmentación de la yema de huevo.
- Determinar el peso del huevo (g).
- Evaluar el porcentaje de postura por gallina.
- Evaluar el consumo de alimento semanal.
- Determinar la ganancia de peso.
- Evaluar la conversión alimenticia.
- Determinar la relación beneficio-costo.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

*Bixa orellana L.*, está constituido por bixina, orellina, grasas, resinas y carotenos. La bixina le da el poder pigmentante y constituye entre 6 y el 12 % del colorante. Se encontró una coloración aceptable en la yema cuando se usó harina de achiote en un 3 % en la ración (Squibb et al., 1953).

Araya (1976), encontró que es necesario incluir una cantidad de 203 gramos de pigmentos provenientes de achiote, por tonelada de alimento, para obtener una coloración deseable en la yema del huevo en gallinas del híbrido Warren, semejante a la obtenida con 3.0 gramos de tonelada de pigmentos provenientes del carophyll. Aunque el achiote es la fuente más concentrada en pigmentos.

En la investigación realizada por Campos (1995), quien sustituyó el 30% del maíz por el trigo y pienso suplementado con 1 y 2% de la harina de achiote, señalando que sólo el 1% el producto era suficiente para la color de la yema similar a la conseguida en las dietas a base de maíz.

El mismo autor señala que las aves con la suplementación con 2% de harina de achiote, producen un color similar en los pollos parrilleros. Trabajaron con 1% de inclusión de harina de semilla de achiote en dietas a base de sorgo, lo cual se consiguió una coloración de la yema similar a la ración donde se utilizó maíz, tomando nota de la puntuación de 9-10 puntos en el abanico colorimétrico.

Córdova (2003) evaluó la pigmentación de la yema del huevo de gallinas Hy - Line Brown, con la inclusión de achiote en la dieta, obteniendo un 6.41 de pigmentación en la escala del abanico colorimétrico, lo cual superó al tratamiento testigo que obtuvo 5.44 de pigmentación, en el caso de la combinación de achiote y azafrán la pigmentación fue de 6.26, donde ambos

productos se comportaron como “ampliadores” de la pigmentación de la yema de huevo.

Choque (2008), encontró que la adición de niveles de 2.0 y 3.0% de achiote en la ración para la pigmentación de pollos parrilleros mostraron similar respuesta estadística; asimismo con estos porcentajes obtuvieron la más alta pigmentación obteniendo 12 y 11.9 de pigmentación respectivamente en el abanico colorimétrico, asimismo determinó que la pigmentación se mantiene constante al llegar al 3.0%, por lo que un efecto útil en la pigmentación entre estos niveles es suficiente con 2.0% de este pigmentante natural, existiendo una alta correlación de la pigmentación con el aumento del consumo de achiote.

Alcívar (2014), señala que la inclusión del 10% de harina de achiote en el alimento balanceado a partir de la cuarta semana de vida, ayudó a obtener el nivel de pigmentación más alto en la investigación de pollos en pie para determinar la coloración del tarso del ave.

### **3.2. BASES TEÓRICAS**

#### **Gallina Lohmann Brown- Classic: Características**

La guía de manejo de la ponedora Lohmann Brown, señala que estas gallinas presentan las siguientes características:

Presentan fortalezas productivas y económicas, como la masa de huevo, con huevos de gran tamaño, con cáscaras de excelente calidad y pigmentación. Se destacan por su adaptación a condiciones extremas de clima y de recuperación a desafíos sanitarios (Tierzucht, 2013).

## Especificaciones de la producción

(Pronavicola.com, 2013), resume las características productivas de las ponedoras Lohmann Brown en el siguiente cuadro:

Tabla 1: Características productivas.

<b>Producción de huevos</b>	<b>Edad al 50% de producción</b>	<b>145 – 150 días</b>
	Pico de producción	92-94%
	<b>Huevos por gallina alojada</b>	
	En 12 meses de postura	305-315%
	En 14 meses de postura	340-350%
	<b>Masa de huevo por gallina alojada</b>	
	En 12 meses de postura	19,0-20,0kg
	En 14 meses de postura	22,0-23,0kg
	<b>Peso medio del huevo</b>	
	En 12 meses de postura	63,5-64,5g
	En 14 meses de postura	64,0-65g
<b>Características del huevo</b>	Color de la cáscara	(marrón intenso)
	Resistencia de la cáscara	>35 Newton
<b>Consumo de alimento</b>	1-20 semanas	7,4-7,8kg
	En producción	110-120g/día
	Conversión alimenticia	2,1-2,2kg alimento/kg masa de huevo
<b>Peso corporal</b>	A las 20 semanas	1,6-1,7kg
	Al final de la producción	1,9-2,1kg
<b>Viabilidad</b>	Durante la cría	97-98%
	Periodo de postura	94-96%

Fuente: Pronavicola.com (2013).

Tierzucht (2013), nos señala en la Guía de Manejo de la Ponedora Lohmann Brown lo siguiente:

### **Nutrición y alimentación**

La Lohmann Brown, es una ponedora de alto rendimiento y excelente conversión alimenticia. Para asegurar un alto porcentaje de postura se debe dar raciones balanceadas, el consumo de alimento está afectado por el peso corporal, pico de producción y temperatura del alojamiento.

**Textura del alimento;** El 10% de las partículas no deben tener un tamaño mayor 2 mm y no debe haber más del 20% de un tamaño inferior a 0,5 mm.

**Nivel de energía;** Las ponedoras tienden a ajustar el consumo de acuerdo a sus necesidades energéticas que dependen del peso corporal, de la temperatura ambiente y la masa diaria de huevo producida. (2778-2911 kcal por kilo de alimento).

**Desbalances nutricionales;** La ponedora tratará de compensar el déficit de determinados nutrientes con un aumento de consumo total. Por lo tanto es obligatoria la formulación de dietas con un perfil balanceado de nutrientes claves.

### **Nutrición y Peso de Huevo**

Dentro de ciertos límites, el peso del huevo puede ser adaptado a las necesidades específicas de la granja ajustando la formulación y el manejo alimenticio. Los siguientes factores nutricionales deberán ser tenidos en cuenta.

**Crecimiento;** Si alimentamos para un mayor peso corporal al comienzo de la postura, tendremos un mayor peso del huevo a lo largo de todo el período de producción.

### **Período de Postura**

La Lohmann Brown-Classic es un ave de fácil manejo. La capacidad de consumo de alimento está genéticamente bien establecida. Después de una correcta nutrición de crianza que finaliza con la fase de pre-pico hasta el 50 % de producción, se recomienda el cambio a una alimentación en fases con contenido de nutrientes de acuerdo al consumo alimenticio y a la producción de masa de huevo por día.

La duración de cada fase alimenticia en semanas podrá ser ligeramente modificada de acuerdo al nivel de producción. Sin embargo debe considerarse que las aves de producción sobresaliente requieren mayores niveles de calcio y menores niveles de fósforo con el incremento de la edad, que es uno de los criterios fundamentales para el cambio de fase alimenticia.

Las 4 fases de alimentación recomendadas se basan en un nivel energético de 11,6 MJ/kg ó 2800 kcal/kg (1270 - 1290 kcal/lb) a temperaturas ambientes de 22° C y con buenas condiciones de plumaje. Bajo estas condiciones se puede esperar un consumo diario de alimento de 110 - 120 g por ponedora Lohmann Brown-Classic.

### **Importancia de la alimentación en ponedoras**

Habitualmente se han venido determinando las necesidades de los diferentes nutrientes para crecimiento, mantenimiento y producción de la ponedora, combinándolo con la composición en nutrientes de las materias primas disponibles.

De la recombinación de los nutrientes disponibles y necesarios con los precios de las materias primas, obtenemos la solución óptima al mínimo costo. Solución óptima que significa huevo- cáscara, vendido por número o por peso, o por ambos, venta de huevo industrial por kg, entre otros. Todo ello conlleva variaciones en la alimentación de la ponedora que van a venir dadas única y exclusivamente por el aspecto de comercialización.

En muchos casos, llegamos a que el comprador quién define que tipo de nutrición se debe proporcionar a las aves para obtener el tipo de huevo que mayor beneficio reporta al vendedor, ya sea por diferencia de precio-venta, precio-compra o margen generado en el producto especial de valor añadido (Ortiz, 2011).

Según Mateos (2011), indica que la productividad de las aves de puesta ha aumentado de forma espectacular en los últimos 10 años. Hoy en día es frecuente encontrar lotes que producen huevos de un tamaño medio-superior a los 65 g durante los 12 primeros meses de puesta con un índice de puesta por encima del 90% de forma consecutiva durante 16 a 20 semanas. Sin embargo, la alimentación de estas aves no se ha modificado de forma substancial en los últimos años.

### **Evaluación de la calidad del huevo**

Los criterios a tomar en cuenta para determinar la calidad del huevo de mesa son: tamaño, integridad física y color de cáscara. Estos criterios subjetivos no siempre son los mismos para el productor y el distribuidor ya que cada quien aplica las medidas que más le conviene, generando dificultades en el establecimiento de precios en la cadena de valor. Como producto natural, es comprensible que el huevo posee ciertas características que lo diferencian de otro huevo, por lo que es importante especificar, a través de valores medibles y precisos, las características de los huevos que deseamos comercializar en un mercado cada vez más exigente y competitivo. La industria avícola debe entender la importancia de la cadena de frío; el huevo una vez puesto por la

gallina debe permanecer a una temperatura de 18 a 20°C para que sus características de calidad permanezcan hasta que sean consumidos (Murillo, 2015).

El mismo autor indica que se debe tener en cuenta los siguientes análisis:

1. **Peso del huevo**, que va depender de la edad de la gallina. La gallina joven produce huevos pequeños de 45 a 50 gramos y la adulta de 65 a 70 gramos.
2. **Calidad de albúmina o clara**, esto se puede realizar con la Unidad Haugh es una medida internacional para determinar la calidad y frescura de los huevos relacionando peso del huevo y la altura de la albúmina. Para estimarlo se utiliza un medidor de altura de la clara que es una forma indirecta de medir la viscosidad de la clara. Una clara densa de huevos frescos es más alta y firme, mientras que los huevos viejos presentan una clara líquida y sin consistencia.
3. **Pigmentación de yema**, la escala internacional para medir la coloración de la yema es el Abanico colorimétrico de Roche que otorga valores de coloración del 1 al 15, siendo 1 un color casi blanco y 15 un anaranjado rojizo. El colorímetro (refractómetro) es el aparato que mide con exactitud esta característica de calidad para el consumidor. La pigmentación del huevo no afecta los valores nutricionales del huevo.
4. **Grosor de la cáscara**. Los huevos son sometidos a muchos movimientos desde que son producidos en la granja hasta que llegan al consumidor. Entre más gruesa es la cáscara, el huevo es más resistente a fracturas y pérdida de su integridad interna. Con un micrómetro se mide el grosor de la cáscara, que debe ser de al menos 300 micrones de grosor para ser de buena calidad. El grosor de la cáscara dependerá de la dieta del ave en la relación calcio-fósforo.

5. **Fuerza de fractura.** Es la capacidad que tiene un huevo de soportar un peso en el ecuador del mismo.

### **Pigmentos**

La apariencia al momento de ofertar productos juega un papel fundamental, especialmente en el color, debido a que los compradores es lo primero que aprecian, en verduras, frutas, igualmente cuando se trata de proteínas de origen animal. En el caso de los productos avícolas, el color juega un rol fundamental para la comercialización y aceptación del producto (Williams, 1992). Esto ha hecho que, “los productores adicionen pigmentante a la dieta para mejorar su presentación” (Hencken, 1992), que al final permitirá obtener créditos económicos que compensen la inversión realizada.

El mismo autor señala que los pigmentos, son moléculas químicas que pueden reflejar la luz visible, trasmitirla, o las dos cosas a la vez. Lo que otorga el color de un pigmento es la absorción selectiva de ciertas longitudes de onda de la luz y de la reflexión de otras. Como función de los pigmentos, se cita que muchos son catalizadores, ya que aceleran o facilitan reacciones químicas, por ejemplo, muchos de los carotenoides son catalizadores; estos pigmentos son un grupo que poseen diferentes colores, como rojos, amarillos y naranjas. Suelen aparecer con frecuencia en los organismos vivos, y algunos carotenoides están relacionados con la síntesis de vitamina A.

Hencken (1992), señala que los pigmentos desde el punto de vista químico, se divide en dos grupos:

El primer grupo son los que contienen nitrógeno, como la clorofila, hemoglobina y pigmentos biliares. La riboflavina es uno de los muchos pigmentos de color amarillo pálido o verde.

Y el otro grupo son los pigmentos sin nitrógeno, como los carotenoides y los pigmentos vegetales flavonoides, estos últimos dejan pasar de forma selectiva determinadas longitudes de onda de luz, importantes para la fotosíntesis,

mientras que impiden la entrada de luz ultravioleta que destruye los núcleos celulares y las proteínas. Los flavonoides desempeñan también un destacado papel en la coloración de las flores, y originan pigmentación rojas y azules.

Existen limitantes en el sector avícola que inciden económicamente, una de estas tiene relación con la pigmentación de las patas, yema y piel de aves, debido a que visualmente el color juega un rol determinante al momento de comercializar el producto, esta coloración la determina los carotenoides que se incluyen en la dieta. A esto se añade, que los carotenoides, que según Stahl (1998); Surai (2001); Bedecarrats (2006), citado por Mascarell, Josep y Carné, Sergi (2013) tienen “propiedades antioxidantes e inmuno-moduladores, que pueden resultar en una mejora de los parámetros productivos.

En la actualidad colorear los alimentos es una práctica común, ya sea para resaltar, recuperar o uniformar su color original o simplemente para hacerlos más atractivos. Existen en el mercado dos tipos de colorantes, los naturales y los sintéticos, al momento de seleccionar un colorante surgen varias preguntas, sobre las características tecnológicas, toxicológicas y legales, acerca del uso de los mismos. (Parra, 2004).

### **Clasificación de los Pigmentos**

Los pigmentos se dividen en sintéticos y naturales. Los principales pigmentos sintéticos son: Azoicos: producen casi todos los colores, se caracterizan por tener un grupo cromóforo  $-N=N-$ . Entre los pigmentos naturales se encuentran las antraquinonas: cuya estructura contiene uno o más grupos carboxilo en un sistema de anillos conjugados, con al menos tres anillos condensados (Thorngate, 2002).

### **Clasificación de los colorantes naturales según su naturaleza química**

Se menciona que el obtener colorantes naturales puros puede costar de 30 a 100 veces más que el producir colorantes sintéticos certificados, sin embargo, al utilizar la biotecnología se puede obtener ventajas para abaratar los costos y llegar a las industrias, entre ellas la avícola. Sotelo (2014), indica que “El pigmento fotosintético más importante es la clorofila, ya que es la biomolécula cromófora que interviene más directamente en el proceso de absorción y conversión de la energía luminosa”.

En el caso de los carotenoides, estos son pigmentos liposolubles que tienen acción antioxidante, pudiendo ser aislados “por extracción con un disolvente adecuado” Sotelo (2014), denominándose xantofilas. Cuando están en contacto con algún grupo oxigenado, en el caso de los carotenos, es cuando se mezclan con los hidrocarburos sin oxígeno.

Cuando se trata de pigmentos solubles en agua, se cita a las “Rodofitas y Cianofitas, color rojo-rosado y poseen una fluorescencia anaranjada (ficoeritrinas), las primeras, y azules con fluorescencia rojo oscura (ficocianinas) en las segundas de las nombradas (Azcón y Talón, 2001).

Los carotenoides son un grupo de compuestos solubles en lípidos, se puede clasificar como “carotenos si solo están formados por átomos de carbono e hidrogeno (hidrocarburos), y como xantófilas, si contienen alguna función oxigenada” (Lock, 2007). Su distribución en el reino vegetal es amplio, los animales no los pueden biosintetizar pero pueden encontrarse presente en algunos animales que lo incluyen en su dieta.

Los pigmentos relacionados con los terpenoides, están los tetrapernoides o carotenoides, que se encuentran en plantas verdes y en algunos organismos inferiores como algas, hongos y bacterias, se cita como ejemplo al beta - caroteno, pigmento rojizo-anaranjado que se encuentra en las semillas del

achiote (*Bixa orellana L.*) de gran importancia en culinaria, así como en la avicultura (Fournier, 2003).

### **Pigmentos naturales**

Los pigmentos son compuestos químicos que absorben energía luminosa en la región visible, además de ser parte esencial en el metabolismo de las plantas y son importantes para el hombre debido a que le aportan nutrientes. La principal función de los pigmentos vegetales es la atracción de animales que actúan como vectores en la distribución de semillas. En el mismo sentido, en la industria alimentaria, se utilizan para hacer a los alimentos más atractivos a través del color (Mínguez et al., 2004).

Según la FDA (Administración de Alimentos y Fármacos de los Estados Unidos) citado por Vaca y Santana (1999), un pigmento es cualquier material que imparte color el cual puede ser obtenido por síntesis, extraído o derivado, a partir de un vegetal, animal, mineral u otra fuente y que cuando es añadido a alimentos, medicamentos o cosméticos, es capaz de dar color por sí mismo. Los pigmentos son generados por microorganismos, vegetales y animales. Es importante mencionar que el mercado mundial de pigmentos crece alrededor de 4% al año y representa cerca de 940 millones de dólares al año en ventas, debido a la preocupación del consumidor por adquirir productos que no alteren su salud.

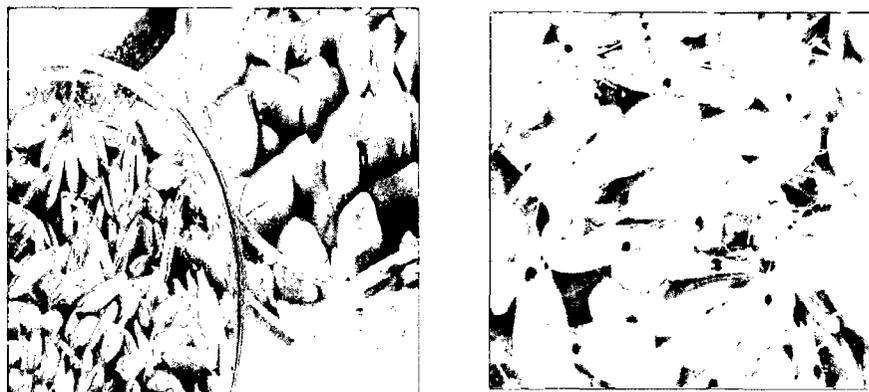


Figura 1. Pigmentante vegetal (izquierda) y pigmentante animal (derecha).

### **Pigmentantes tradicionales: Marigold (*Tagetes erecta L.*)**

Según Tun (1990), el marigold (*Tagetes erecta L.*) es una planta vascular perteneciente a la familia Asteraceae; los colores de sus flores van desde el amarillo hasta el anaranjado. El marigold es originario de México y se distribuye desde el suroeste de los Estados Unidos hasta el sur de Argentina. En México es utilizado tradicionalmente en ceremonias religiosas y como ornamental; también se ha utilizado en la medicina tradicional como anti-parasitario, antiespasmódico y en el tratamiento de enfermedades del estómago, el bazo y el hígado.

Delgado (1997), los pigmentos de sus flores han sido utilizados como aditivo en el alimento de aves de corral para potenciar la pigmentación de su piel y yema de huevo. Debido al contenido de carotenoides, el marigold representa un modelo de estudio importante de la ruta de biosíntesis de estos compuestos. Los carotenoides son pigmentos liposolubles que se encuentran aportando coloración roja, anaranjada y amarilla, a flores y frutos en diferentes etapas de desarrollo de las plantas.



Figura 2. Flor de marigold.

### **Generalidades y distribución del cultivo**

Es una planta herbácea, cuya principal característica son sus flores agrupadas en cabezuelas o inflorescencias, estructuras de donde se extraen los pigmentos. México es el área de mayor diversidad de especies del género *Tagetes* (Tun, 1990). Es una especie que crece en los bosques a una altitud de 2450 m.s.n.m. México es un centro de radiación de muchas de las tribus que conforman la familia Asteraceae. Ubicado en la tribu Tageteae, el género *Tagetes* se compone de 30 especies (Turner, 1996). De las cuales cerca de la mitad habita en México. Las especies relacionadas con la diversidad de marigold son: *T. erecta*, *T. lunulata*, *T. patula* y *T. tenuifolia*. La especie más popular es *T. erecta* (Serrato, 1999). La cual se distribuye a lo largo del continente americano, desde el suroeste de los Estados Unidos hasta regiones de Argentina.

### **Importancia económica de *Tagetes erecta* L.**

En agricultura, las plantas de marigold se utilizan en variadas formas, *T. erecta* y *T. patula* se utilizan para extraer abono orgánico para la tierra de cultivo, mejorar la calidad del suelo y controlar nematodos en cultivos de piña, fresa, papa, gladiola y, en general, en áreas hortícolas y florícolas afectados por ese tipo de plagas donde se utilizan extractos acuosos y polvos de diferentes partes de la planta (raíces, tallos y hojas, inflorescencias o toda la planta). Los agricultores utilizan esta planta en la rotación de cultivos para controlar, diversos patógenos, repeler o matar insectos y como nematicida (Serrato, 2004).

Además, se obtienen pigmentos de la flor, que se utilizan como aditivo en la alimentación de los pollos, para pigmentar la carne de las aves de engorda y en gallinas para la coloración de la yema del huevo. (Delgado, 1997).

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

El achiote (*Bixa orellana* L.) conocido también con los nombres de achiote, bija, bixa, anoto, annatto, ocote y otros, es un pequeño árbol de 2.5 a 4 m. de altura, es nativo de zonas tropicales, desarrollándose principalmente en climas cálidos-húmedos y semi-cálidos (Johnaton, 2006).

El achiote se lo encuentra en racimos, las formas varían pudiendo ser “esférica, ovoide, elipsoidal o cónica” (Arce, 2007), generalmente los racimos tienen una cubierta de espinas, pudiendo presentarse también sin ellas.

El número de semillas es de 30 a 45 semillas, con una diámetro de 3 a 4 mm de largo, la forma es cónica o piramidal, siendo el color anaranjado o rojo, están cubiertas por “una fina membrana blanquecina debajo de la cual, hay una capa de parénquima acuoso (bixina) que contiene un colorante” (Arce, 2007).



Figura 3. Planta de achiote (izquierda) y semilla de achiote (derecha)

Según Narváez (2010), La producción a nivel nacional en el año 2003 fue 4 855 toneladas con un rendimiento promedio de 633 kg/ha. El principal constituyente del achiote es la bixina, carotenoide que se encuentra en la cubierta exterior de la semilla, representando más del 80% de los pigmentos presentes.

El mismo autor señala, que el Perú está entre los primeros exportadores de achiote (35%) en el mundo. Las principales zonas de producción son: Cusco (69%), Pasco (19%), Ayacucho (6%) y Junín (4%). Otros países que lo cultivan, como Kenia, Guatemala, Brasil e India, representa el 65% de la producción mundial.

Según Ceular y Rico citado por Taboada (1993), La bixina es un colorante natural empleado extensamente en las industria de alimentos y cosméticos, por su ventaja en cuanto a requerimientos legales, ya que los colorantes sintéticos son indicados como productos cancerígenos que causan daño a la salud.

Los extractos obtenidos a partir del arilo de las semillas, la bixina (liposoluble) y la norbixina (hidrosoluble) están registrados como colorante alimentario autorizado por la Unión Europea bajo la denominación E160b (Prodivin, 2000).

Según Gordon y Bouernfeind (1982), el principal constituyente colorante del achiote es la bixina, que se encuentra en la cubierta exterior de la semilla del fruto o cápsula, representando más del 80% de los pigmentos presentes. Actualmente, este colorante es de gran interés comercial debido a que su uso está exento de certificación y puede ser empleado en la industria alimentaria, en la de cosméticos y la farmacéutica, en el mercado nacional e internacional.

El mismo autor señala que el achiote posee dos colorantes naturales aislados a partir de las semillas del árbol de achiote (*Bixa orellana L.*). Este es conocido como annatto que es la denominación dada al extracto crudo, mientras que la Bixina es la parte del colorante liposoluble y la Norbixina la parte hidrosoluble.

La bixina y la norbixina se obtienen de extractos de la planta conocida como bija, roccou o annatto (*Bixa orellana L.*). Son compuestos algo diferentes químicamente entre ellos, siendo la bixina soluble en las grasas e insoluble en agua y la norbixina a la inversa. Se han utilizado desde hace muchos años para

colorear productos lácteos, y su color amarillo puede aclararse por calentamiento, lo que facilita la obtención del tono adecuado (Gordon y Bouernfeind, 1982).

La vitamina A y los carotenos son solubles en grasa, la principal función de las grasas se atribuye a la capacidad de preservar la vitamina A y las sustancias carotenoides, por la presencia de antioxidantes naturales, pero, si las grasas de la dieta no se mantienen estables y se enrancian, se destruyen los carotenos y la vitamina A (Boada et al., 1992).

Los carotenoides son pigmentos naturales que se encuentran en plantas, bacterias, pero poco en animales. Los carotenoides se dividen en: carotenos (C y H) y xantofilas (C – O y H) (Martínez, 2003, citado por Palacios, 2010).

**Los carotenos.-** Son aquellos que presentan una coloración rojiza y anaranjada (Botanical, 1999), Y tenemos los siguientes:

- *Los beta carotenos:* Son precursores de la vitamina A. se trata de un pigmento vegetal que, una vez ingerido, se transforma en el hígado y en el intestino delgado en vitamina A. Es un componente antioxidante que favorece la no aparición de cáncer, especialmente el de pulmón, boca y estómago. También se ha demostrado que previene la aparición de enfermedades del corazón.

- *El alfa caroteno:* Con propiedades más destacadas como antioxidante que el beta caroteno, aparece en los mismos alimentos que este aunque en una proporción menor.

- *El licopeno:* El licopeno, un componente al cual deben su coloración roja o tomate. Con propiedades similares a los betacarotenos de las zanahorias, tienen propiedades anticancerígenas. El licopeno parece reducir las probabilidades de cáncer de próstata, pulmón, estomago, vejiga y cuello del útero. Tiene además las propiedades de disminuir el colesterol en la sangre y prevenir las inflamaciones de la próstata.

- *La criptoxantina*: Con propiedades más destacadas como antioxidante que el betacaroteno, aparece en los mismos alimentos que este aunque en una proporción menor.

**Las xantofilas.**- Son aquellos que presentan una pigmentación amarilla (Castello 1997, citado por Palacios, 2010). Entre las xantofilas más importantes tenemos las siguientes:

- *La luteína*: Pigmento liposoluble que poseen las algas, bacterias y plantas superiores. En la harina de alfalfa y harina de flor de marigold. Tiene un color amarillo pardo.

- *La zeaxantina*: Con propiedades similares a la luteína. En el maíz plata y marigold. Tiene un color amarillo anaranjado.

- *La capsantina*: Es un colorante que se encuentra en los pimientos rojos junto con otros carotenoides como la capsorubina presenta propiedades antioxidantes.

### **Carotenoides presentes en el Achiote**

Según las Fichas Técnicas del achiote, FAO (2014), Menciona que en cuanto a la composición nutricional, los principales componentes son:

- Resina, orellina (materia colorante amarilla), bixina (materia colorante roja), aceite volátil y aceite graso.

### **Importancia comercial**

Perú es el principal productor y exportador de achiote. Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Jamaica, México y República Dominicana también producen achiote. La producción mundial actual de achiote es entre 11 000 y 14 000 toneladas, de las cuales entre el 50% y 60% corresponden a América Latina y el Caribe. (FAO, 2007). Existe una creciente demanda por el achiote, estimulada por la preocupación por la seguridad de los

colorantes sintéticos que han sido catalogados como carcinógenos. El potencial para el procesamiento de achiote para exportación depende del mejoramiento de calidad en términos de contenido de Bixina.

### Composición química de la semilla del achiote

Tabla 2: Composición química del achiote.

Partes de la semilla	Componentes químicos	Rango (%)
Cubierta exterior	Celulosa	40 – 45
	Humedad	20 – 28
	Aceites esenciales	0,25 – 0,85
	Pigmentos	4,0 – 5,5
Piel o cutícula	Celulosa y taninos	20 – 21
	Resinas	1,0 – 1,65
	Aceites esenciales	0,5 – 1,1
Semilla interior	Aceites pesados	8,0 – 11,0
	Cenizas	1,5 – 1,8

Fuente: Hernández, Trujillo y Arévalo, citado por Taboada (1993).

### 3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

#### **Achiote:**

Es un árbol de tamaño pequeño, con flores rojizas que dan un fruto oval y carnoso, cuya pulpa es comestible y se usa para condimentar y dar color a algunas comidas; con la semilla se hace un tinte de color rojo vivo.

#### **Bixina:**

Colorante natural del achiote, soluble en aceite o grasas.

**Carotenoides:**

Son pigmentos naturales que están en vegetales, frutas y granos con rangos de colores como amarillo, anaranjado y rojo, pertenecientes a las xantofilas.

**Concentrado:**

Son mezclas de granos y residuos de algunas industrias, que tienen en su composición los principales nutrientes que necesitan los animales.

**Conversión alimenticia:**

Es la relación entre el alimento entregado a un grupo de animales y la producción de huevos por kilo de huevo producido.

**Marigold:**

Una planta de la familia de las margaritas, por lo general de color amarillo, naranja o flores de cobre y marrón, que se cultiva como planta ornamental, y también lo utilizan como pigmentante natural.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

**4.1.1. Lugar del experimento:** Se realizó en las instalaciones del Módulo de aves de la Estación Experimental Chachapoyas de la FIZAB-UNTRM.

Región : Amazonas  
Provincia : Chachapoyas  
Distrito : Chachapoyas  
Localidad : Barrio Higos Urco – Ciudad Universitaria

#### 4.1.2. Características climáticas:

Altura : 2340 m.s.n.m  
Clima : Temperatura sub-húmeda  
Precipitación : 752 mm  
Temperatura : 16 °C  
Humedad relativa: 68.9%

#### 4.1.3. Ubicación geográfica:

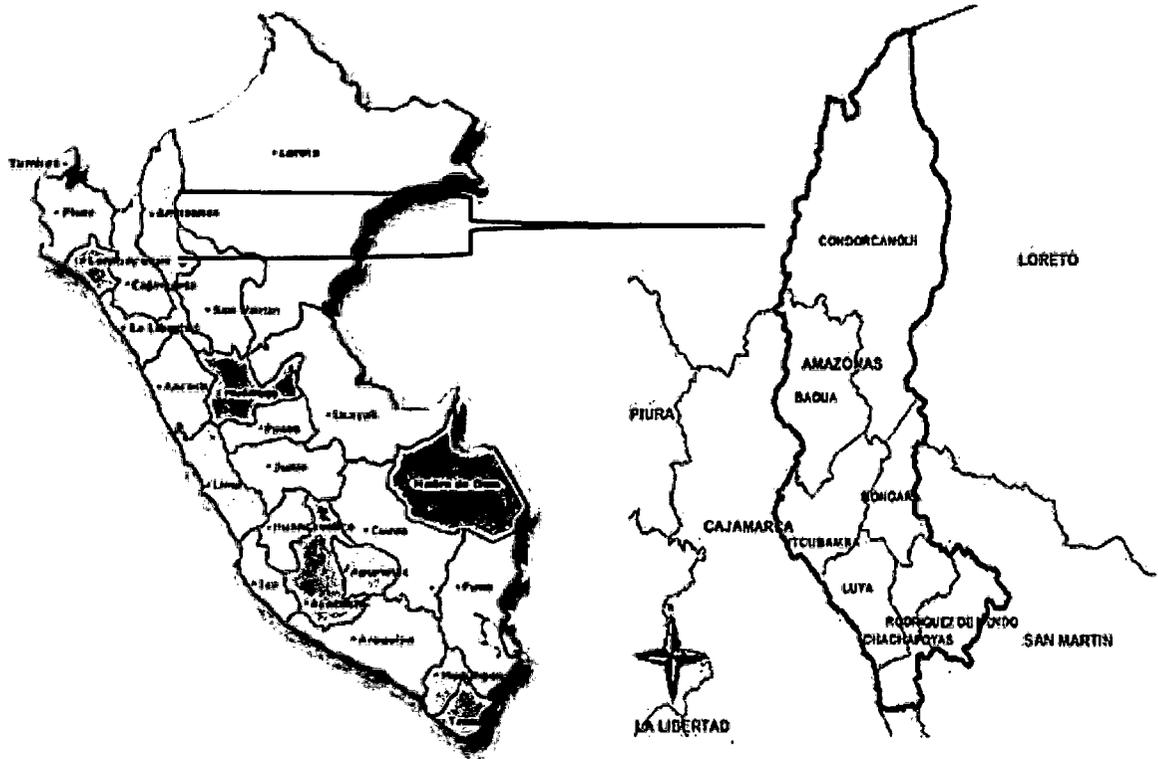


Figura 4. Mapa del Perú (izquierda) y mapa de Amazonas (derecha).

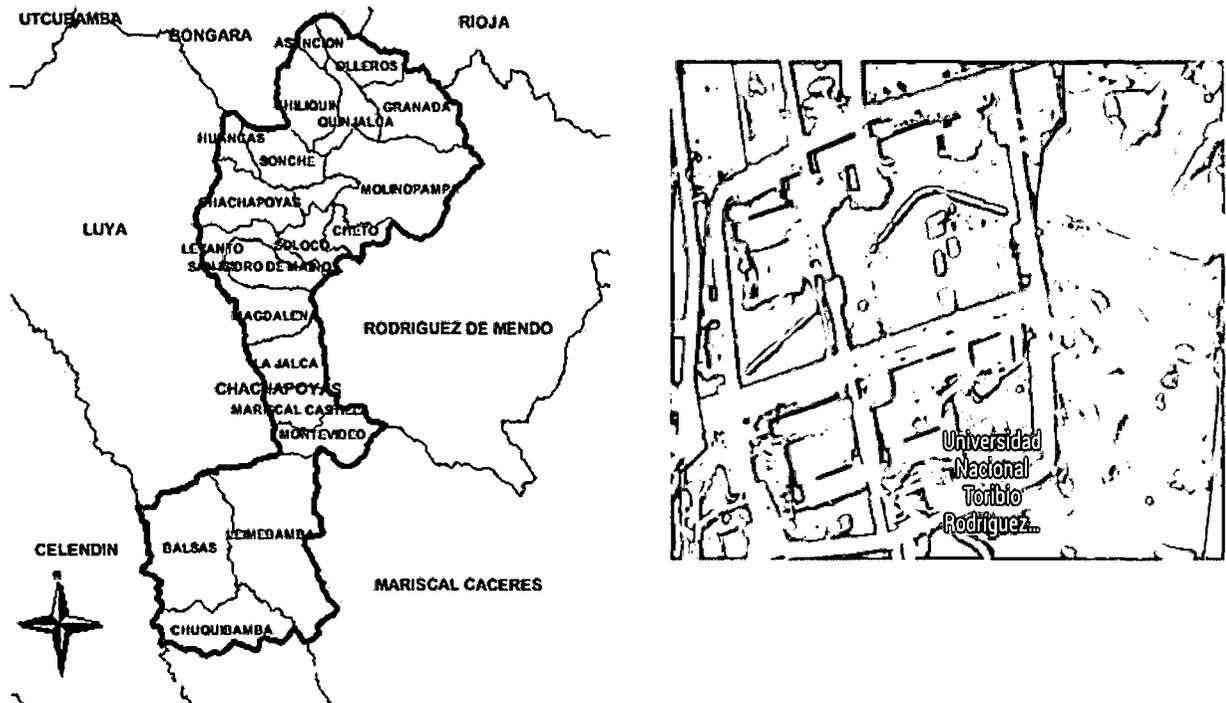


Figura 5. Mapa de Chachapoyas (izquierda) y campus de la UNTRM (derecha).

#### 4.1.4. Instalaciones

**Experimento:** La presente investigación fue realizada en el galpón de aves de la Estación Experimental Chachapoyas de la UNTRM, ubicado dentro de la Ciudad Universitaria, Barrio Higos Urco.

**Preparación del alimento balanceado:** Se realizó en la planta de alimentos de dicha Estación.

**El análisis proximal de las raciones y el achiote:** Se realizó en el laboratorio de nutrición animal del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología (IGBI) DE LA UNTRM.

El periodo pre experimental de la investigación fue de 1 semana y el periodo experimental fue de 6 semanas desde el 21 de julio hasta el 08 de setiembre del 2015.

La investigación inició a las 34 semanas hasta las 40 semanas de edad de edad de las gallinas.

## 4.2. MATERIALES

### 4.2.1. Equipos

Tabla 3: Equipos utilizados en el experimento.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
Cámara fotográfica	Unidad	1
Estufas Ecocell- USA	Unidad	1
Espectrofotómetro de infrarrojo cercano NIRS	Unidad	1
Balanza de 100 y 5.00 kg de capacidad	Unidad	1
Balanza digital de precisión de 5 kg de capacidad	Unidad	1
Termómetro	Unidad	1
Molino	Unidad	1
Módulo – jaulas	Unidad	1
Mezclador	Unidad	1

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2. Bienes y servicios

Tabla 4: Bienes y servicios.

<b>NOMBRE</b>	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>	<b>UNID. MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Material Biológico</b>			
Gallinas	Línea Lohmann Brown – Classic	Unidad	80
Harina de achiote	Colorante	Kilos	12
Alimento balanceado	Insumos y aditivos de calidad	Kilos	400
<b>Material de campo</b>			
Espátula	Acero	Unidad	01
Bandejas	Aluminio	Unidad	02
Baldes	Plástico	Unidad	04
Casilleros	Plástico	Unidad	20
Abanico colorimétrico	Tiras alargadas con color degradado	Unidad	01
Carretilla	Tipo buggy	Unidad	01
<b>Material de limpieza</b>			
Escoba	Cerdas con mango de poliéster	Unidad	02
Recogedor	Plástico	Unidad	02
<b>Material de oficina</b>			
Memoria USB	Capacidad de 4 Gb	Unidad	01
Papel bond	Tipo A4	Millar	01
Calculadora	Tipo científica	Unidad	01
Cuaderno de apuntes	Cuadrulado	Unidad	01
Lapiceros	Azul y negro	Unidad	02
Computadora	Memoria RAM 4Gb	Unidad	01

Fuente: Elaboración propia.

<b>Servicios</b>			
Análisis	Achiote y alimento balanceado	Análisis proximal	04
Impresiones	Servicio	Impresión	400
Asesor estadístico	Servicio	Asesoría	01

### **4.3. MÉTODOS**

#### **4.3.1. Preparación de las raciones**

La formulación de la raciones se realizó en un programa computarizado DAPP NUTRITION, en el laboratorio de Nutrición Animal de la UNTRM, de acuerdo a los requerimientos de las gallinas, tomando como referencia la Guía de Manejo de la Ponedora Lohmann Brown –Classic (Lohmann Tierzucht, 2013).

La preparación del alimento balanceado se realizó en la planta de alimentos balanceados de la Estación Experimental Chachapoyas de la UNTRM; la planta consta de un molino tipo martillo con un motor eléctrico trifásico de 7.5 HP, después se tiene una balanza con un tornillo sinfín horizontal con un motor de 1 HP y finalmente un mezclador con un tornillo sinfín vertical con un motor de 2 HP.

**Niveles recomendados de nutrientes por kg de alimento para diferentes consumos de ración:**

Tabla 5: Requerimientos nutricionales de las 29 a las 45 semanas de edad.

Nutriente	Requerimiento gr/gallina/día	Consumo de Alimento Diario			
		105 g	110 g	115 g	120 g
Proteína cruda	19,60	18,70	17,80%	17,00	16,30
Energía metab.	2778-2911	%	-	%	%
Kcal/kg		-		-	-
Metionina	0,44	0,42%	0,40%	0,38%	0,36%
Met./Cistina	0,80	0,76%	0,73%	0,70%	0,67%
Lisina	0,87	0,83%	0,79%	0,76%	0,73%
Triptófano	0,21	0,20%	0,19%	0,18%	0,18%
Treonina	0,64	0,61%	0,58%	0,56%	0,53%
Calcio	4,10	3,90%	3,75%	3,60%	3,45%
Fósforo disponible	0,42	0,40%	0,38%	0,36%	0,35%
Sodio	0,17	0,16%	0,15%	0,15%	0,14%
Cloro	0,17	0,16%	0,15%	0,15%	0,14%
Ácido linoléico	2,00	1,90%	1,80%	1,75%	1,70%

Fuente: Guía de manejo Lohmann Brown Classic.

Tabla 6: Composición de las raciones que se utilizó.

<b>Ingredientes</b>	<b>Raciones (Kg)</b>			
	<b>Nombre</b>	<b>T<sub>0</sub>:Testigo</b>	<b>T<sub>1</sub>:1.5%</b>	<b>T<sub>2</sub>:3.0%</b>
Maíz nacional	49.755	49.409	50.515	50.011
Torta soya	22.931	23.036	22.836	23.082
Afrecho de trigo	12.293	9.796	9.178	6.000
Aceite de soya	2.000	2.000	2.000	2.000
Polvillo arroz	2.992	4.000	2.504	4.000
Harina de achiote	0.000	1.500	3.000	4.500
Sal común	0.250	0.250	0.250	0.250
Carbonato de calcio	8.273	8.496	8.209	8.652
Fosfato bicálcico	0.800	0.800	0.800	0.800
Bicarbonato sodio	0.060	0.060	0.060	0.060
Promotor de crecimiento	0.050	0.050	0.050	0.050
Premezcla de vitaminas y minerales	0.130	0.130	0.130	0.130
Metionina DL	0.150	0.148	0.150	0.149
Lisina HCL	0.141	0.150	0.143	0.141
Atrapador de micotoxinas (Toxibond)	0.050	0.050	0.050	0.050
Atrapador de micotoxinas (Fungiban)	0.050	0.050	0.050	0.050
Xilanasa	0.010	0.010	0.010	0.010
Fitasa	0.016	0.016	0.016	0.016
Totales	100.000	100.000	100.000	100.000
Costos por kilogramo	S/.1.66	S/.1.64	S/.1.63	S/.1.60

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y bromatología de Alimentos - UNTRM.

Tabla 7: Composición nutricional de las dietas.

Nombre	Raciones			
	T <sub>0</sub> : Testigo	T <sub>1</sub> : 1.5%	T <sub>2</sub> : 3.0%	T <sub>3</sub> : 4.5%
Energía Metab.	2,800	2,800	2,800	2,800
Aves, Kcal/Kg				
Proteína Cruda, %	17.5	17.5	17.5	17.5
Grasa Cruda, %	5.0057	5.0309	4.9220	4.9687
Fibra Cruda, %	4.2725	4.2725	4.2022	4.1889
Calcio, %	3.8000	3.8968	3.8000	3.9810
Fósforo Disp. %	0.6000	0.6000	0.6000	0.6000
Sodio, %	0.2077	0.2085	0.2085	0.2097
Cloro, %	0.2206	0.2219	0.2190	0.2182
Balance	154.9106	151.3784	145.8953	142.2790
Electrolito, mEq/k				
Lisina, %	0.3100	0.3100	0.3000	0.2900
Metionina, %	0.2611	0.2559	0.2574	0.2531

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y bromatología de Alimentos – UNTRM

#### 4.3.2. Análisis proximal del concentrado

Se realizaron los análisis proximales en el equipo NIRS en el laboratorio de Nutrición Animal de la UNTRM, para determinar el contenido nutricional de la harina de achiote y de los tratamientos con porcentajes de achiote.

Tabla 8: Composición nutricional de la harina de achiote.

<b>Componentes</b>	<b>Porcentajes (%)</b>
Humedad	8.86
Extracto Etéreo (A)	5.45
Extracto Etéreo (B)	6.49
Proteína	13.92
Fibra Cruda	14.92
Cenizas	12.64
Almidón	15.04
Azúcar	9.52
Fibra Detergente Neutro	17.26
Fibra Detergente Ácido	13.71

Fuente: Laboratorio de nutrición animal-UNTRM

Tabla 9: Análisis proximal del contenido nutricional de las raciones con porcentajes de achiote.

<b>Componentes</b>	<b>Porcentajes (%)</b>			
	<b>T<sub>0</sub>: 0.0%</b>	<b>T<sub>1</sub>: 1.5%</b>	<b>T<sub>2</sub>: 3.0%</b>	<b>T<sub>3</sub>: 4.5%</b>
Humedad	12.34	11.42	11.84	11.55
Extracto Etéreo A	7.15	7.61	7.11	7.13
Extracto Etéreo B	8.05	8.5	8.01	8.03
Proteína	18.88	21.09	20.33	21.04
Fibra Cruda	3.45	4.34	3.87	3.61
Cenizas	7.14	8.42	8.53	8.05
Almidón	35.39	27.68	32.31	30.9
Azúcar	4.62	5.27	3.59	4.52
Fibra Detergente	10.91	14.62	12.68	12.16
Neutro				
Fibra Detergente Ácido	7.65	9.29	7.99	8.65

Fuente: Laboratorio de nutrición animal-UNTRM.

### 4.3.3. Diseño de investigación

El diseño que se usó en la investigación fue de estímulo creciente; es decir, se incorporó niveles crecientes de achiote en la dieta.

Tabla 10: Niveles que intervienen en el estudio de investigación.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN (USO DE NIVELES DE ACHIOTE)
T <sub>0</sub>	0.0%
T <sub>1</sub>	1.5%
T <sub>2</sub>	3.0%
T <sub>3</sub>	4.5%

**Modelo aditivo lineal: Es un modelo aditivo lineal Tipo 1:**

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3 \dots$  (Tratamientos)

$j = 1, 2, 3 \dots$  (Repeticiones)

**Donde:**

$Y_{ij}$  = Observación experimental.

$\mu$  = Efecto de la media general.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento con inclusión de achiote.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del  $j$ -ésimo unidad experimental a la que se aplicará el  $i$ -ésimo tratamiento (Efecto del error experimental).

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) para determinar las diferencias significativas o no entre tratamiento:

Nivel de significación ( $\alpha$ ): 5%

Nivel de confianza ( $1-\alpha$ ): 95%

### **Comparaciones de medias**

La comparación de medias se realizó cuando se obtuvieron resultados significativamente diferentes en el Análisis de varianza (ANVA), mediante la prueba de comparación de medias Tuckey; con un nivel de significancia del 0.05.

#### **4.3.4. Población, muestra y muestreo**

La población estuvo conformada por gallinas de postura de la línea Lohmann Brown, de la Estación Experimental Chachapoyas de la UNTRM.

La muestra estuvo formada por 80 gallinas ponedoras que se distribuyeron en 4 tratamientos con 4 gallinas por cada tratamiento y 5 repeticiones.

El muestreo, se realizó seleccionando las gallinas de pesos homogéneos.

#### **4.3.5. Metodología**

Se utilizó el método inductivo, en primer lugar se evaluó la composición nutricional del achiote, luego con dicha composición se ingresó en los programas de formulación de raciones para su inclusión en la dieta en diferentes niveles para gallinas de postura y finalmente se evaluó sus parámetros productivos y calidad del huevo de manera diaria y semanal en los diferentes tratamientos.

#### **4.3.6. Técnicas e instrumentos**

La técnica utilizada, consistió en recoger datos diariamente y semanalmente para el análisis estadístico, que se registraron en fichas de control, para finalmente ser analizados.

#### 4.3.7. Procedimiento

##### **Obtención de harina de achiote:**

Se colocaron las semillas de achiote en bandejas para poner en la estufa a una temperatura de 75°C por 7 horas, después de secado las semillas se molieron en un molino eléctrico, para obtener la harina.

##### **Parámetros de calidad del huevo**

##### **Procedimiento para determinar la pigmentación de la yema del huevo:**

Para la pigmentación se utilizó un “Abanico Colorimétrico” que presenta 15 tonalidades desde amarillo pálido hasta naranja rojizo, en el cual se eligió el número de escala o tonalidad más aproximada al color de la yema observada, se efectuó una vez a la semana.

##### **Procedimiento para determinar el peso del huevo:**

Para determinar el peso del huevo, se utilizó una balanza gramera, tomando diariamente todos los pesos de los huevos por repetición.

##### **Parámetros productivos**

##### **Procedimiento para determinar el porcentaje de postura:**

Se registró la cantidad de huevos puestos diariamente y se determinó el porcentaje de postura mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Producción/ave} = \frac{\text{Total de huevos producidos}}{\text{Total de aves existentes}} \times 100$$

##### **Procedimiento para determinar consumo semanal de alimentos:**

El consumo semanal de alimento se determinó tomando los datos de los registros diarios de alimento consumido.

**Procedimiento para determinar ganancia de peso:**

Se consideró el peso inicial, después se realizó el control del peso cada 7 días. La ganancia de peso se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

**Procedimiento para determinar conversión alimenticia:**

Se tomó en cuenta la cantidad de alimento consumido y la producción de huevos producidos, utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Conversión/kg. Huevos} = \frac{\text{Total kg de alimentos}}{\text{Total kg de huevos}}$$

**Análisis económico:**

**Procedimiento para determinar relación Beneficio - Costo:**

Este análisis se realizó según el indicador económico beneficio/ costo, el mismo que relaciona los ingresos por concepto de la venta de las gallinas, huevos y gallinaza frente a los egresos por alimentación, sanidad, mano de obra, se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio/Costo} = \text{Ingresos/Egresos}$$

**4.3.8. Análisis de datos**

En esta investigación se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) para las variables a medir pigmentación, peso del huevo, porcentaje de postura, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y análisis económico. Se realizó un análisis de varianza según DCA con cuatro tratamientos y con cinco repeticiones por tratamiento, las repeticiones estarán constituidas por una jaula de 4 gallinas. Para el procesamiento estadístico de datos, se utilizó el software estadístico Statistix versión- 08, y las comparaciones entre medias de los tratamientos se determinaron según Tuckey.

## V. RESULTADOS

### 5.1. PIGMENTACIÓN DE LA YEMA DEL HUEVO

En la figura 6., se presentan los resultados referentes a la pigmentación de la yema de huevo de gallinas Lohmann Brown - Classic (34 – 40 semanas de edad) que recibieron achiote en la dieta.

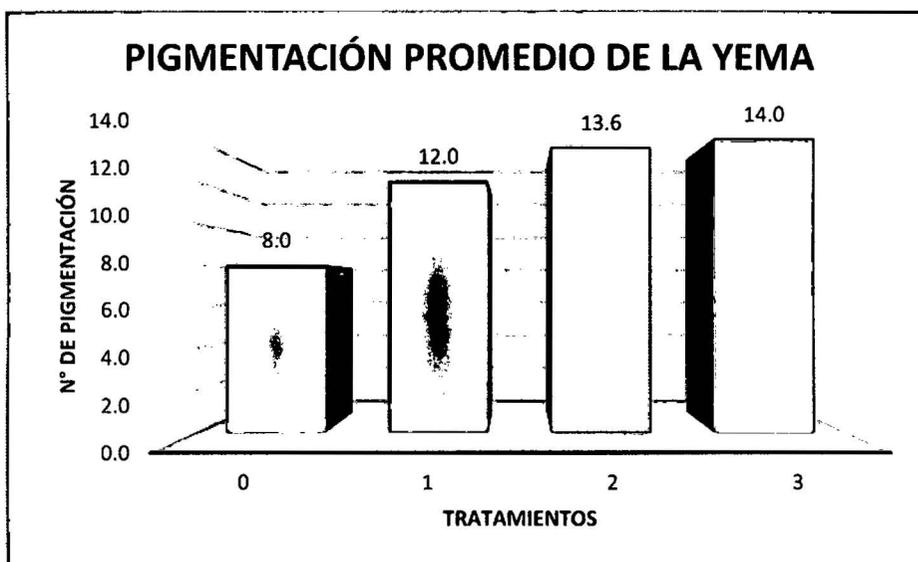


Figura 6. Pigmentación promedio de la yema de huevo por tratamientos.

En la figura 6., se muestra que el tratamiento 2 (3.0% de achiote) y 3 (4.5% de achiote) mostraron mayor pigmentación con respecto a los demás tratamientos, con 13.6 y 14 respectivamente.

En el análisis de varianza se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos, donde p-valor es = 0.0000 <  $\alpha$  = 0.01.

La pigmentación de la yema se puede apreciar a partir del tratamiento 1 (1.5% de achiote), por efecto del suministro de achiote en la dieta.

Como se ha obtenido diferencias altamente significativas, se realizó la prueba de comparación de medias Tuckey, con un nivel de significancia del 0,05.

Tabla 11: Comparación de medias Tuckey para la pigmentación de la yema

Tratamientos	Pigmentación de yema
T <sub>3</sub> (4.5% de achiote)	14.0a
T <sub>2</sub> (3.0% de achiote)	13.6a
T <sub>1</sub> (1.5% de achiote)	12.0b
T <sub>0</sub> (0% de achiote)	8.0c

Letras diferentes indican diferencias significativas < 0.05

En la tabla 11., se observa que entre el tratamiento 2 y 3 no existe diferencias significativas; mientras que en el tratamiento testigo y el tratamiento 1 si se encontró diferencia significativa.

## 5.2. PESO PROMEDIO DEL HUEVO

Los resultados obtenidos con respecto al peso del huevo en gallinas Lohmann Brown, que recibieron achiote en la dieta son mostradas en la figura 7.

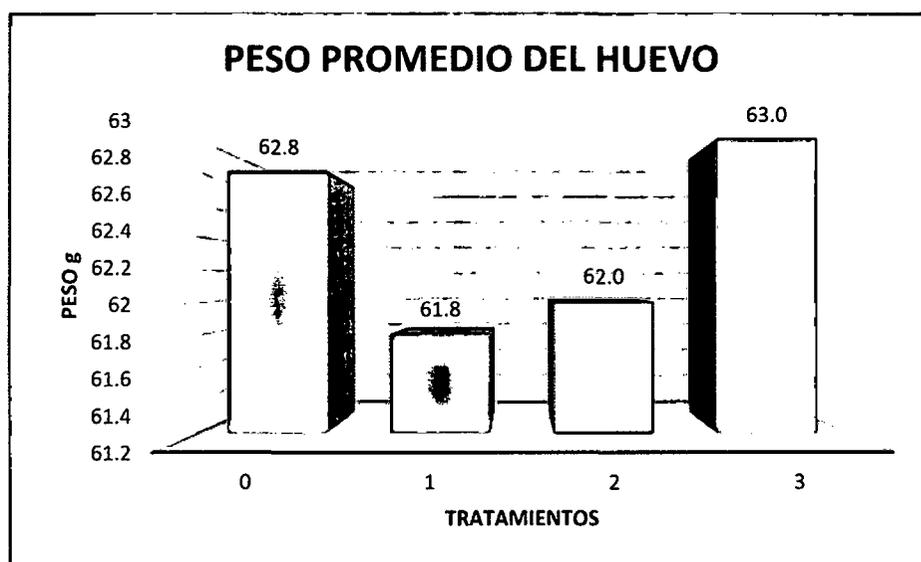


Figura 7. Peso promedio de huevos por tratamientos.

En la figura 7., se aprecia que el tratamiento 3 (4.5% de achiote) al igual que el tratamiento testigo son los que mejor resultado han reportado con 63.0 y 62.8 gramos respectivamente, seguido por el tratamiento 2 (3.0% de achiote) con 62.0 gramos y finalmente se tiene al tratamiento 1(1.5% de achiote) con 61.8 gramos.

En la evaluación estadística con respecto al peso promedio del huevo de las 34 a las 40 semanas de edad de las gallinas se obtuvo un p-valor de 0.5227 (mayor a 0.05), por lo tanto no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El peso promedio total del huevo en los tratamientos fue de 62.400 gramos, en las semanas de evaluación.

### 5.3. PORCENTAJE PROMEDIO DE POSTURA

En la figura 8., que reporta los datos de porcentaje de postura durante las seis semanas que duró la investigación.

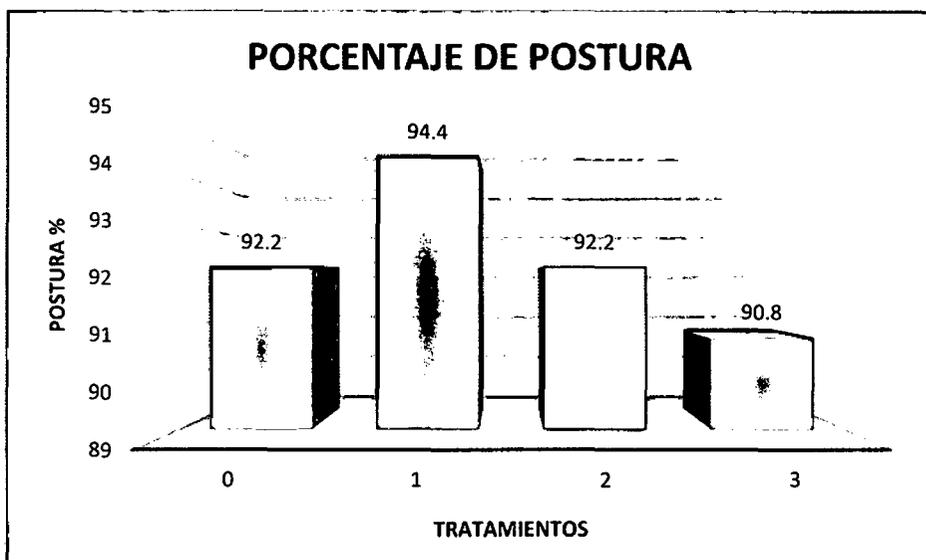


Figura 8. Porcentaje de postura promedio por tratamientos.

Las gallinas presentaron un mayor porcentaje de postura en el tratamiento 1(1.5% de achiote) obteniendo un 94.4 % de postura; seguido por el tratamiento

testigo (0% de achiote) y tratamiento 2 (3.0% de achiote) con un 92.2% de postura y finalmente el tratamiento 3 (4.5% de achiote) con un 90.8% de postura.

En el análisis de varianza se obtuvo un p-valor de 0.1381 (mayor 0.05), por lo tanto no existe diferencia significativa entre los tratamientos realizado en gallinas Lohmann Brown –Classic.

El porcentaje de postura promedio total de los tratamientos fue de 92.4%.

#### 5.4. CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO

En la figura 9., se presenta los datos de consumo de alimento en las seis semanas de investigación en gallinas Lohmann Brown - Classic.

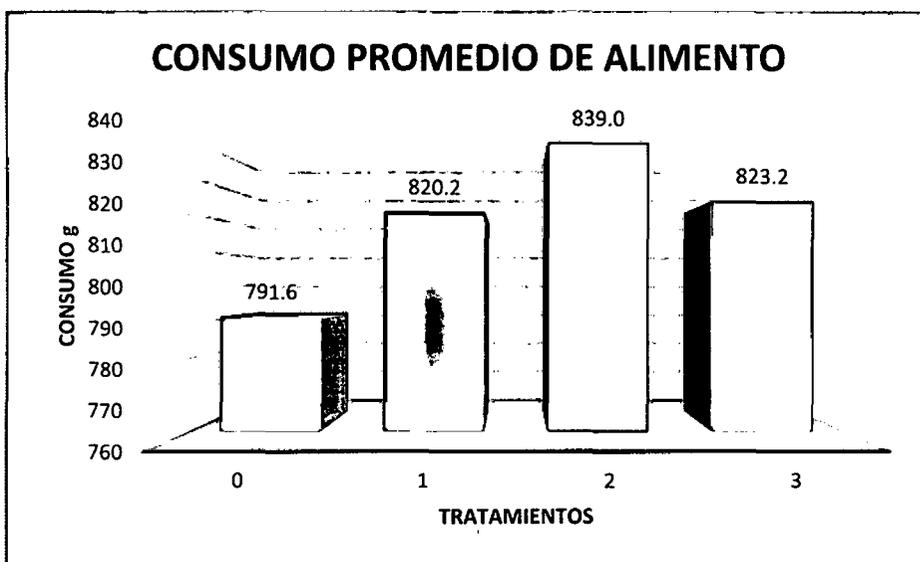


Figura 9. Consumo promedio de alimento por tratamientos.

Las gallinas Lohmann Brown – Classic, presentaron un mayor consumo promedio de alimento en el tratamiento 2 con 839.0 gramos de alimento/ave/ semana, seguido por el tratamiento 3 con un consumo de 823.2 gramos de

alimento, en el tratamiento 1 se reportó un consumo de 820.2 gramos y finalmente el tratamiento testigo con un consumo de 791.6 gramos de alimento.

En el análisis de varianza con respecto al consumo promedio de alimento no se encontró diferencias significativas entre tratamientos, ya que se ha obtenido un p-valor de 0.1758 (mayor a 0.05), por lo tanto no es necesario realizar la prueba de comparación de medias Tuckey.

El consumo promedio total en las gallinas Lohmann Brown fue de 818.50 gramos de alimento por semana.

### 5.5. CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO

En la figura 10., se muestran los datos de consumo total de alimento obtenidos durante las seis semanas de evaluación que duró la investigación.

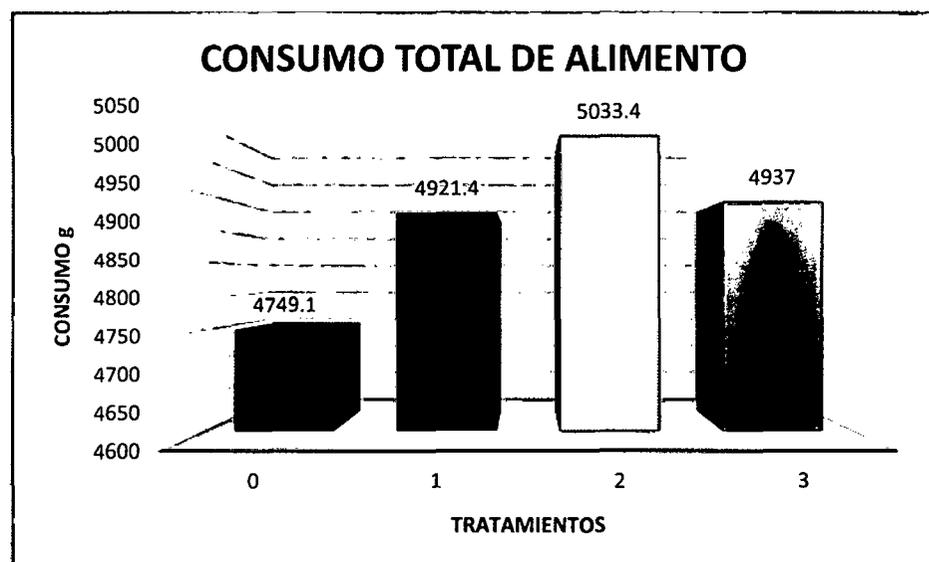


Figura 10. Consumo total de alimento por tratamientos.

El consumo total de alimento entre las semanas 34 a la 40 de edad, se determinó un consumo de alimento de 5.0334 kg en el tratamiento 2 (3.0% de achiote), después se tiene el tratamiento 3 (4.5% de achiote) con un consumo de 4.937

kg de alimento, seguido por el tratamiento 1 (1.5% de achiote) con un consumo de 4.9214 kg de alimento y finalmente el tratamiento testigo (0% de achiote) con un consumo de 4.7491 kg de alimento.

En el consumo total de alimento con la inclusión de achiote en la dieta, no se encontró diferencias significativas entre tratamientos; ya que se obtuvo un p-valor de 0.1757 (mayor a 0.05).

El tratamiento 2 (3.0% de achiote), tuvo el mayor consumo de alimento.

## 5.6. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Los resultados de conversión de alimenticia (kg de alimento consumido por kg de huevos producido) en gallinas Lohmann Brown - Classic, se muestran en la figura 11.

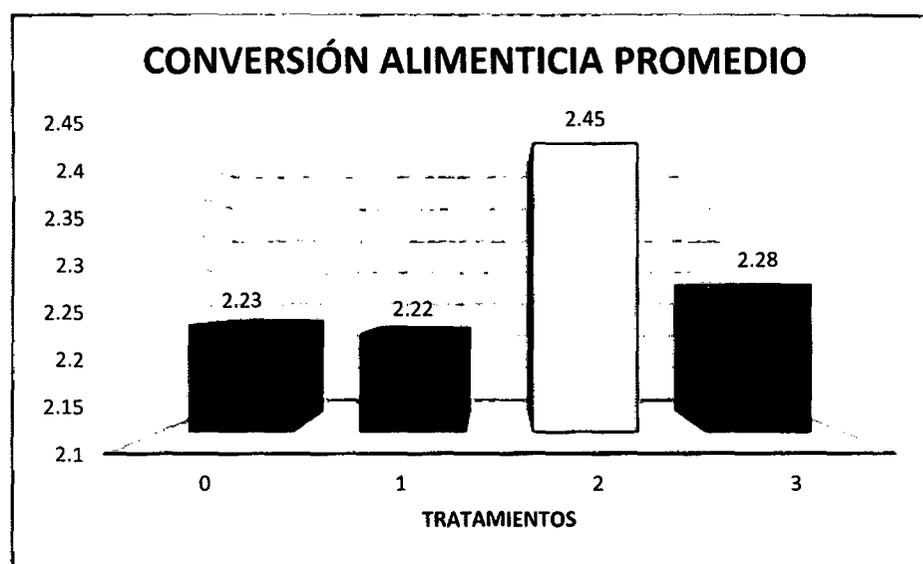


Figura 11. Conversión alimenticia promedio por tratamientos.

La conversión alimenticia en gallinas Lohmann Brown de las 34 – 40 semanas de edad, que recibieron achiote en la dieta se obtuvo la mejor conversión alimenticia en el tratamiento 1 (1.5% de achiote) de 2.22, seguido por el

tratamiento testigo (0% de achiote) de 2.23, después se tiene el tratamiento 3 (4.5% de achiote) con 2.28 y finalmente el tratamiento 2 (3.0% de achiote) con 2.45 de conversión alimenticia.

En el análisis de varianza se obtuvo el  $p\text{-valor} = 0.4731 > \alpha = 0.05$ , lo que significa que la conversión alimenticia no es significativa entre tratamientos; por lo tanto no es necesario realizar una prueba de comparación de medias Tuckey.

### 5.7. PESO PROMEDIO DE LAS GALLINAS

En la figura 12., se presentan los datos recolectados de pesos de las gallinas Lohmann Brown - Classic en las seis semanas de evaluación.

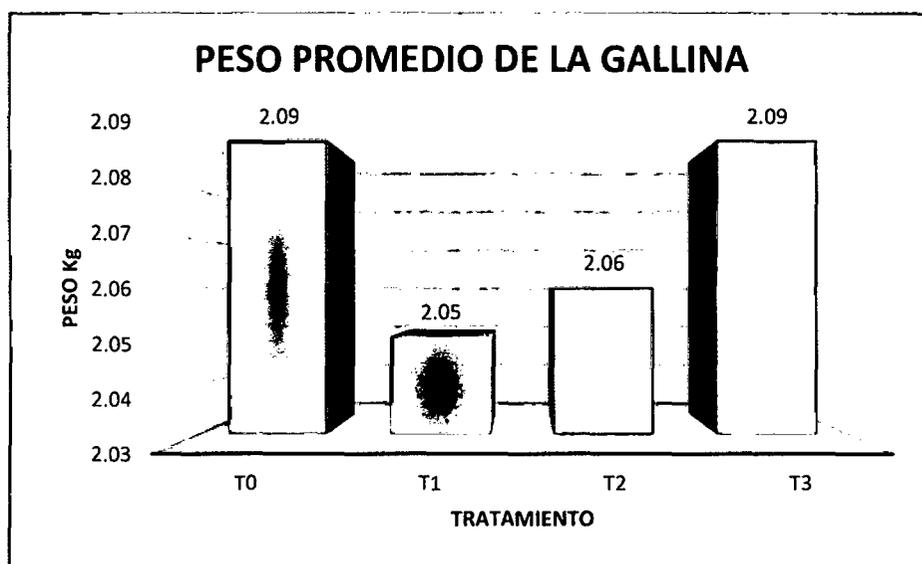


Figura 12. Pesos promedios de las gallinas por tratamientos.

El mejor peso promedio de las gallinas Lohmann Brown - Classic, corresponde al tratamiento testigo (0% de achiote) y 3 (4.5% de achiote) con 2.09 kg de peso, seguido por el tratamiento 2 (3.0% de achiote) con 2.06 kg de peso, finalmente se tiene al tratamiento 1 (1.5% de achiote) con 2.05 kg de peso.

Con respecto a los pesos de las gallinas en las semanas de evaluación no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, ya que se obtuvo un p-valor = 0.3620 > 0.05.

El peso promedio total de las gallinas en los tratamientos fue de 2.07 kg, en las seis semanas de evaluación.

### 5.8. GANANCIA DE PESO PROMEDIO DE LAS GALLINAS

En la figura 13., se reportan las ganancias de peso de las gallinas Lohmann Brown - Classic desde la semana 34 hasta la semana 40 de edad, por efecto de los tratamientos con porcentajes de achiote.

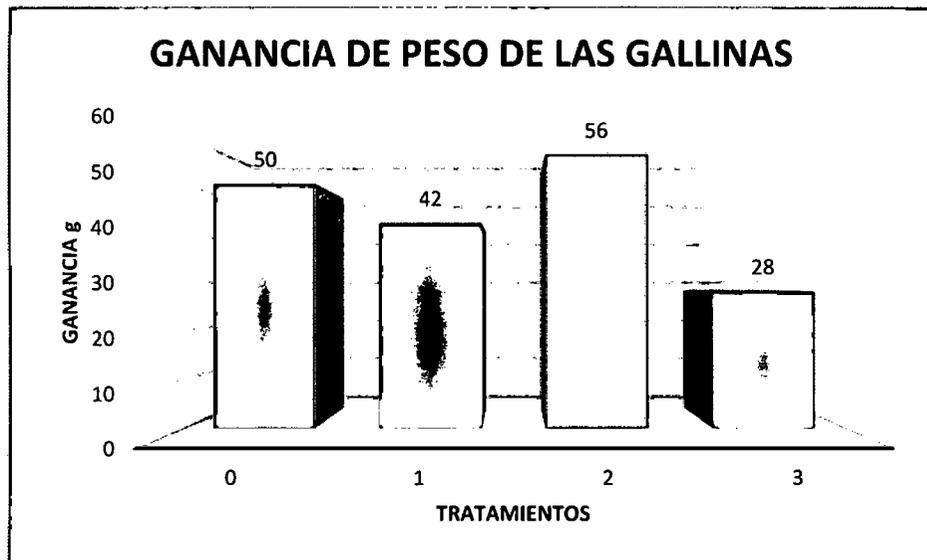


Figura 13. Ganancia de peso de las gallinas por tratamientos

En la figura 13., se reporta la ganancia de peso acumuladas de las gallinas, donde se obtuvo que el tratamiento 2 es el tratamiento que mayor ganancia de peso reportó con 56 gramos de ganancia de peso/gallina, seguido por el tratamiento testigo con 50 gramos de ganancia de peso; después se tiene el tratamiento 1 con 42 gramos y finalmente el tratamiento 3 con 28 gramos/gallina.

En el análisis de varianza se obtuvo el p-valor de 0.4768 (mayor 0.05), lo cual indica que no existe diferencia significativa entre tratamientos.

La mejor ganancia de peso en las seis semanas de experimento fue el tratamiento 2 (3.0% de achiote) con 56 gramos de ganancia de peso/ gallina.

La ganancia de peso promedio total de las gallinas en los tratamientos fue de 44 gramos.

## **5.9. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL EXPERIMENTO**

Los resultados del análisis económico se reportan en la tabla 12., considerando la compra de las aves, el costo de alimento y la mano de obra de un jornalero como egresos y por parte de los ingresos la venta de las reproductoras, la venta de los huevos y gallinaza; se observa que la mayor utilidad en el experimento se consiguió con el tratamiento 1 (1.5% de achiote), por cuanto se determinó un beneficio/costo de 1.13, que representa que por cada sol invertido, se obtiene una ganancia de 0.13 soles; mientras que con el tratamiento testigo (0% de achiote), tratamiento 2 (3.0% de achiote) y tratamiento 3 (4.5% de achiote) su utilidad es de 0.11 soles.

Tabla 12: Análisis económico de la producción de huevos de gallinas, por efecto de la inclusión de achiote en la dieta.

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS			
	0	1	2	3
Número de aves	20	20	20	20
Alimento consumido, Kg/ave	4.75	4.92	5.03	4.94
Producción de huevos, Nº/ave	37	39.6	38.65	37
<b>EGRESOS</b>				
Costo de aves, soles	340	340	340	340
Costo del alimento, soles	157.67	161.42	164.09	157.98
Insumos veterinarios, soles	21.30	21.30	21.30	21.30
Mano de obra, soles	157.50	157.50	157.50	157.50
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>676.47</b>	<b>680.22</b>	<b>682.89</b>	<b>676.78</b>
<b>INGRESOS</b>				
Venta de gallinas, soles	500.00	500.00	500.00	500.00
venta de huevos, soles	244.20	261.36	255.09	244.20
Gallinaza, soles	6.25	6.25	6.25	6.25
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>750.45</b>	<b>767.61</b>	<b>761.34</b>	<b>750.45</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>	<b>1.11</b>	<b>1.13</b>	<b>1.11</b>	<b>1.11</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 5.10. ENCUESTA DE LA CALIDAD DEL HUEVO

### 5.10.1. Por la apariencia del huevo

Tabla 13: Apariencia visual del huevo.

Tratamiento	Apariencia
T <sub>0</sub> (Huevo sin achiote)	3.63
T <sub>1</sub> (Huevo con 1.5% de achiote)	4.97
T <sub>2</sub> (Huevo con 3.0% de achiote)	6.73
T <sub>3</sub> (Huevo con 4.5% de achiote)	8.20
T <sub>4</sub> (Huevo de corral)	5.63

Fuente: Programa Statistix 8.0.

En la figura 14., se muestra los datos recolectados de una encuesta de calidad del huevo que se realizó a un grupo de 30 personas, para que califiquen a los huevos por su apariencia visual, teniendo un puntaje de 1-10. (Ver en anexos).

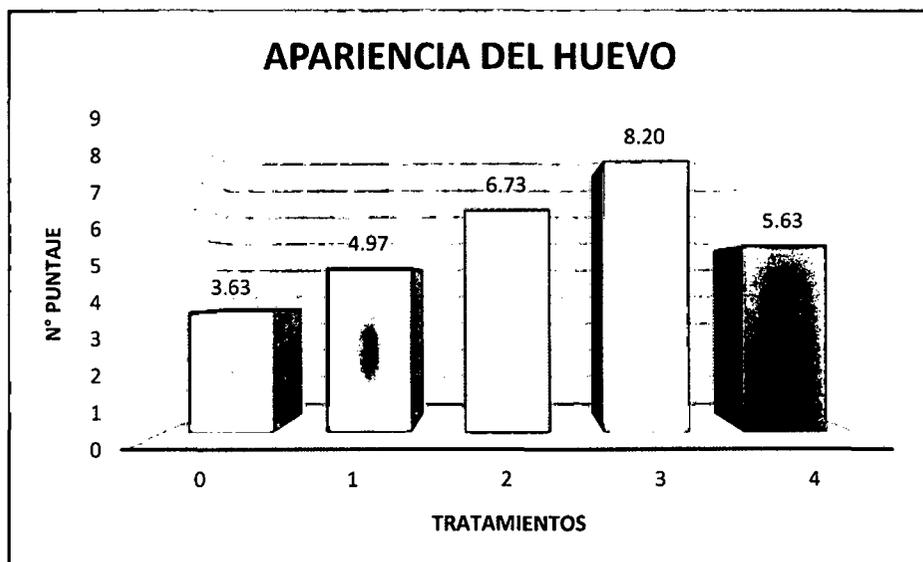


Figura 14. Apariencia del huevo por tratamientos.

En el tratamiento 3 (huevo con 4.5% de achiote), se ha obtenido el mejor puntaje de 8.20 en la evaluación de apariencia, seguido por el tratamiento

2 (huevo con 3.0% de achiote) con 6.73 de puntaje, después se tiene al tratamiento 4 (huevo de corral) con 5.63, seguido por el tratamiento 1 (huevo con 1.5% de achiote) con 4.97 y finalmente se tiene el tratamiento testigo (huevo sin achiote) con 3.63; con respecto a esta evaluación fue básicamente por la pigmentación de la yema.

En el análisis de varianza se obtuvo  $p\text{-valor} = 0.0000 < \alpha = 0.01$ , lo cual significa que existe diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Como se han obtenido diferencias altamente significativas, se realizó la prueba de comparación de medias Tuckey, con un nivel de significancia del 0,05.

Tabla 14: Comparación de medias Tuckey por la apariencia del huevo.

<b>Tratamiento</b>	<b>Apariencia</b>
T <sub>3</sub> (Huevo con 4.5% de achiote)	8.20a
T <sub>2</sub> (Huevo con 3.0% de achiote)	6.73b
T <sub>4</sub> (Huevo de corral)	5.63bc
T <sub>1</sub> (Huevo con 1.5% de achiote)	4.97cd
T <sub>0</sub> (Huevo sin achiote)	3.63d

Fuente: Programa Statistix 8.0.

En la tabla 14., se observa que entre el tratamiento 3 y 2 hay diferencias significativas; entre el tratamiento 3 con respecto al tratamiento 4 también hay diferencias significativas; el tratamiento 3 con respecto al tratamiento 1 y tratamiento testigo existe una diferencia altamente significativa.

El puntaje promedio total de la apariencia del huevo en los tratamientos fue de 5.8333 de puntaje.

### 5.10.2. Por el sabor del huevo

Tabla 15: Sabor del huevo.

Tratamiento	Apariencia
T <sub>0</sub> (Huevo sin achiote)	4.10
T <sub>1</sub> (Huevo con 1.5% de achiote)	5.47
T <sub>2</sub> (Huevo con 3.0% de achiote)	7.93
T <sub>3</sub> (Huevo con 4.5% de achiote)	8.40
T <sub>4</sub> (Huevo de corral)	6.27

Fuente: Programa Statistix 8.0.

En la figura 15., se reportan los datos recolectados de la encuesta por el sabor del huevo donde se tienen evaluado 5 tratamientos con una calificación de 1-10.

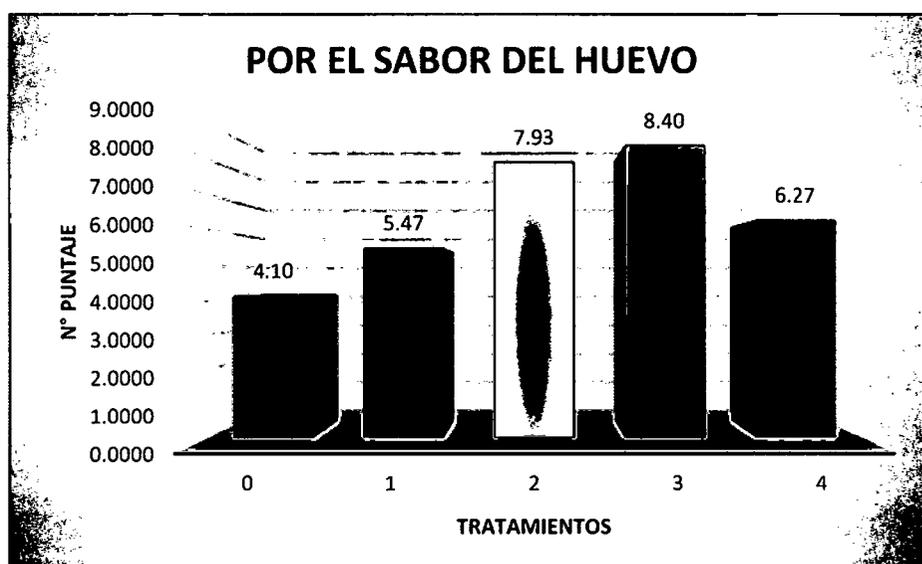


Figura 15. Sabor del huevo por tratamientos.

En la figura 15., se muestra que el tratamiento 3 (huevo con 4.5% de achiote) es el que mayor puntaje ha recibido con respecto al sabor del huevo de 8.40 de puntaje y el tratamiento testigo (huevo sin achiote) es el tratamiento que menor puntaje ha recibido de 4.10 de puntaje.

En el análisis de varianza por el sabor del huevo, se obtuvo p-valor =  $0.0001 < \alpha = 0.01$ , lo cual significa que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos.

Como se han obtenido diferencias altamente significativas, se realizó la prueba de comparación de medias Tuckey, con un nivel de significancia del 0,05.

Tabla 16: Comparación de medias Tuckey por el sabor del huevo.

<b>Tratamiento</b>	<b>Apariencia</b>
T <sub>3</sub> (Huevo con 4.5% de achiote)	8.40a
T <sub>2</sub> (Huevo con 3.0% de achiote)	7.93a
T <sub>4</sub> (Huevo de corral)	6.27b
T <sub>1</sub> (Huevo con 1.5% de achiote)	5.47b
T <sub>0</sub> (Huevo sin achiote)	4.10c

Fuente: Programa Statistix 8.0.

En la tabla 3.6., se observa que entre el tratamiento 3 y 2 no hay diferencias significativas; el tratamiento 3 con respecto al tratamiento 4 y tratamiento 1 hay diferencias significativas; el tratamiento 3 con respecto al tratamiento testigo existe una diferencia altamente significativa.

El puntaje promedio total de los tratamientos por el sabor del huevo fue de 6.43 de puntaje.

### 5.10.3. Por el precio del huevo

Tabla 17: Precio del huevo.

Tratamiento	Apariencia
T <sub>0</sub> (Huevo sin achiote)	0.35
T <sub>1</sub> (Huevo con 1.5% de achiote)	0.36
T <sub>2</sub> (Huevo con 3.0% de achiote)	0.61
T <sub>3</sub> (Huevo con 4.5% de achiote)	0.73
T <sub>4</sub> (Huevo de corral)	0.51

Fuente: Programa Statistix 8.0.

En la figura 16., se muestra los datos obtenidos de la encuesta por el precio del huevo que estarían dispuestos a pagar las personas, sabiendo lo que contiene el huevo, además de sus propiedades medicinales del achiote.

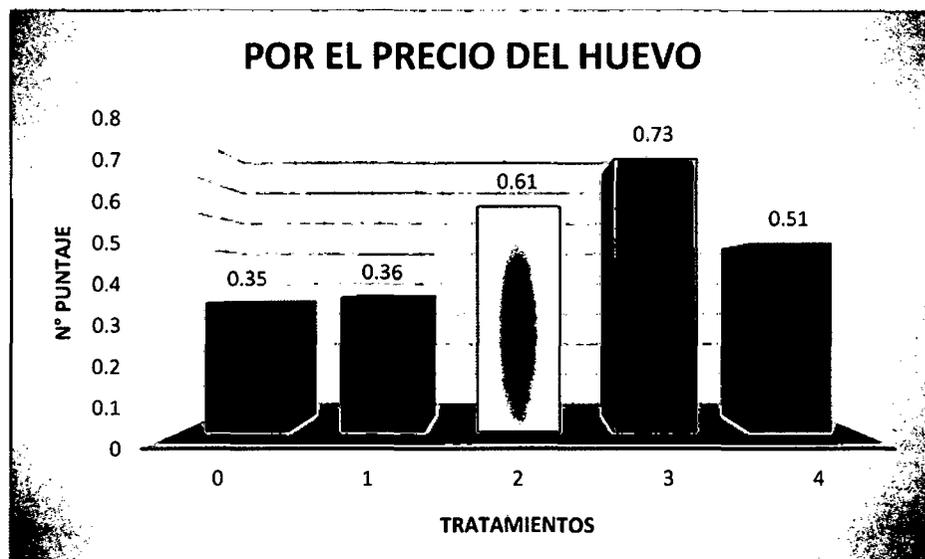


Figura 16. Precio del huevo por tratamientos.

En la figura 16., se observa que el tratamiento 3 (huevo con 4.5% de achiote) sería el mejor pagado a razón de 0.73 céntimos por huevo, seguido por el tratamiento 2 (huevo con 3.0% de achiote) a 0.61

céntimos, después se tiene el tratamiento 4 (Huevo criollo) a 0.51 céntimos, y finalmente se tiene el tratamiento 1 (huevo con 1.5% de achiote) y tratamiento testigo (huevo sin achiote) con una mínima diferencia de precio de 0.36 y 0.35 respectivamente, que estarían constando igual que los huevos que se venden en el mercado.

En el análisis de varianza por el precio del huevo, se obtuvo  $p\text{-valor} = 0.0000$   $\alpha = 0.01$ , lo cual significa que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos.

Como se han obtenido diferencias altamente significativas, se realizó la prueba de comparación de medias Tuckey, con un nivel de significancia del 0,05.

Tabla 18: Comparación de medias Tuckey por el precio del huevo.

<b>Tratamiento</b>	<b>Apariencia</b>
T <sub>3</sub> (Huevo con 4.5% de achiote)	0.73a
T <sub>2</sub> (Huevo con 3.0% de achiote)	0.61b
T <sub>4</sub> (Huevo de corral)	0.51c
T <sub>1</sub> (Huevo con 1.5% de achiote)	0.36d
T <sub>0</sub> (Huevo sin achiote)	0.35d

Fuente: Programa Statistix 8.0.

En la tabla 18., se observa que entre el tratamiento 3 y 2 hay diferencias significativas; el tratamiento 3 con respecto al tratamiento 4 también hay diferencias significativas; el tratamiento 3 con respecto al tratamiento 1 tratamiento testigo existe una diferencia altamente significativa.

En el precio promedio total del huevo de los tratamientos fue de 0.51 céntimos.

## VI. DISCUSIÓN

### 6.1. PIGMENTACIÓN DE LA YEMA

Los tratamientos 2 (3.0% achiote) y 3(4.5% de achiote) mostraron similar respuesta estadística en la pigmentación de la yema.

En la pigmentación de la yema se ha observado que no hubo efecto residual del achiote ya que conforme han ido pasando las semanas de experimento no existió incremento de pigmentación en los tratamientos.

El achiote (*Bixa orellana L.*) ha mostrado capacidad pigmentante en la piel de las aves (Ramírez, 1998 ; Cornejo, 2000; Gamonal, 2000; Niño, 2001) y los resultados de la presente investigación evidencian que también pigmentan la yema del huevo y mejoran las condiciones de comercialización, tal como lo encontrado por Córdova (2003), del efecto pigmentante del achiote y azafrán en la yema del huevo, ya que el mejor resultado que obtuvo fue del tratamiento 2 que contenía solo achiote, que superó al tratamiento 4 que contenía la combinación de achiote más azafrán en la dieta.

### 6.2. PESO DEL HUEVO

No influyó de manera significativa, la inclusión de achiote en el peso del huevo, además no hubo mucha variación del peso del huevo en las seis semanas de experimento; es decir los pesos promedios se mantuvieron.

El mejor peso promedio fue de 63.0 y 62.8 gramos que se obtuvo con el tratamiento 3 (4.5% de achiote) y testigo respectivamente; lo cual no concuerda con los datos del valor referencial de la Guía de manejo de la ponedora Lohmann Brown - Classic (Tierzucht, 2013) ya que los datos referenciales son que a la semana 40 el peso del huevo es de 64 gramos, pero en óptimas

condiciones; ya que en la misma guía se indica que los resultados pueden variar, de acuerdo a las condiciones nutricionales, densidad, ambiente físico y biológico que se proporcionan a las aves.

### **6.3. PORCENTAJE DE POSTURA**

Con el tratamiento 1 se ha obtenido el mayor porcentaje de postura de 94.4%, conforme se ha ido aumento el porcentaje de achiote en la dieta ha ido disminuyendo la producción de huevos; lo cual coincide con una investigación realizado por Romero (1966), que determinó que los niveles altos de achiote afectan el porcentaje de postura.

En la investigación realizada por Córdova (2003), en gallinas HY –LINE variedad Brown con achiote y azafrán determina que el tratamiento que contiene solo achiote, el porcentaje de postura es de 81.98%, en cambio el tratamiento que contiene solo azafrán obtuvo un 88.60% de postura y el mejor porcentaje de postura fue la combinación de achiote y azafrán, 89.02%.

### **6.4. CONSUMO DE ALIMENTO**

El mayor consumo de alimento se obtuvo en el tratamiento 2 (3.0% de achiote); teniendo en promedio 119.7 gramos de alimento consumido/ gallina/día.

Los consumos de alimentos en los 4 tratamientos están dentro de los valores referenciales de la Guía de manejo de la ponedora Lohmann Brown - Classic (Tierzucht, 2013), que indica que su consumo debe ser de 110 – 120 gramos por día/ ave.

### **6.5. CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

Al comparar los resultados obtenidos del experimento con los que se indican en la guía de manejo de la ponedora Lohmann Brown (Tierzucht, 2013), se

puede indicar que los datos obtenidos de los tratamientos 0 y 1 coinciden con los valores de la guía, excepto el tratamiento 2 y 3, pero por mínimas diferencias, ya que los datos referenciales de conversión alimenticia son de 2.1 a 2.2 kg de alimento para producir un kilogramo de huevos.

## **6.6. PESO DE LAS GALLINAS**

Los pesos promedios de las gallinas obtenidas durante las seis semanas de experimento coinciden con los pesos referenciales que indica la Guía de manejo de la ponedora Lohmann Brown (Tierzucht, 2013), que indica el peso corporal de las aves dentro de un rango de 1,9-2.1 kg; además esta guía reporta, que los pesos señalados se deben tomar como referenciales para el cambio a los diferentes tipos de alimento que se realiza tomando como base el desarrollo del peso corporal, es decir, que el determinante para el cambio de la alimentación es el peso corporal y no la edad, pudiendo estos tener variaciones de acuerdo al manejo, microclima y tipo de alimentación que se les proporcione.

## **6.7. GANANCIA DE PESO**

El tratamiento testigo y el tratamiento 2 (3.0% de achiote) son los que mayor ganancia de peso han tenido durante las seis semanas de experimento.

El análisis estadístico indica que no existe diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que el uso del pigmentante en la alimentación no tiene efecto en la ganancia de peso de las gallinas ponedoras, lo mismo sucedió en una investigación realizada por Choque (2008), que no encontró diferencias significativas en la ganancia de peso en pollos parrilleros.

## **6.8. ANÁLISIS ECONÓMICO**

El tratamiento 1 que contiene 1.5% de achiote fue el mejor tratamiento con respecto a los demás tratamientos obteniendo un beneficio/ costo de 1.13, teniendo una utilidad de 0.13 soles.

## **6.9. ENCUESTA DE CALIDAD DEL HUEVO**

Por la apariencia del huevo y el sabor, el tratamiento 3 (huevo con 4.5% de achiote) es el tratamiento que mejor calificación ha recibido, superando al huevo de corral, ya que con respecto a la apariencia las personas se han dejado llevar por la coloración de la yema, lo cual ha conllevado que el huevo con mayor pigmentación ha recibido el mayor puntaje.

Para determinar el precio del huevo, en un mayor porcentaje han tomado en cuenta la pigmentación de la yema del huevo, ya que las personas relacionan la coloración de la yema como un huevo de mejor calidad; además antes de calificar a las personas les expliqué las bondades del achiote, lo cual influyó que el tratamiento 3 (4.5% de achiote) reciba la mejor puntuación.

## VII. CONCLUSIONES

- El uso de achiote como pigmentante natural es muy importante ya que es un producto orgánico que no causa daño a la salud humana, por lo cual al utilizar este pigmentante le da un valor agregado al producto que se ofrece en el mercado.
- Se concluye que la inclusión de achiote mejoró significante la pigmentación de la yema de huevo, sin embargo redujo el porcentaje de postura a partir de T2 (3.0 % de achiote), posiblemente a componentes desconocidos.
- La inclusión de achiote en la dieta de gallinas no influyó en el peso del huevo, porcentaje de postura, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso de las gallinas y ganancia de peso ya que no mejoró significativamente.
- En el análisis económico la mayor utilidad de obtuvo en el tratamiento 1 con 1.5% de achiote.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Replicar el presente trabajo evaluando otras líneas de aves, ya que es escasa la información a nivel nacional e internacional.
2. Se recomienda a otros trabajos de investigación evaluar otros parámetros como tamaño del huevo, espesor de la cáscara del huevo, entre otros.
3. Se recomienda para futuros trabajos investigar que componente del achiote afecta la producción de huevos.
4. Se recomienda seguir haciendo investigaciones con diferentes clases de pigmentante de origen natural, como es el azafrán de la India (*Curcuma longa*), marigold (*Tagetes erecta*), harina deshidratada de alfalfa (*Avena sativa*), exoesqueletos de camarones, entre otros.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcivar, D.F. (2014). *Evaluación del pigmentante natural harina de achiote (Bixa orellana L.) en pollos en pie*. Tesis de pregrado, Universidad “Católica de Santiago de Guayaquil”, Guayaquil, Ecuador.
- Araya, H. (1976). *Utilización del achiote (Bixa orellana) en la pigmentación de la yema de huevo*. Tesis de pregrado, Universidad de “Costa Rica”, San José, Costa Rica.
- Arce, J. (2007). *Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica*. Organización Mundial de la Salud y GTZ. Costa Rica, pp.122.
- Azcón, J. y Talón, M. (2001). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Editorial McGrawHill, pp.6.
- Boada, B., Lannes, M., Rodríguez, M., Vargas, A. y Chávez, J. (1992). *Nutrición y alimentación animal, tomo I, Nutrición I*. Ministerio de Educación Superior, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana. Cuba, s.p.
- Botanical. (1999). *Carotenoides: propiedades de los carotenoids*, pp 11-12.
- Campos J. (1995). *Efecto de color de achiote de la yema de huevo*. Ceres rev. 9: 349-53.
- Choque, R. (2008). *Evaluación de la adición de cuatro niveles de cúrcuma (Curcuma longa L.) y achiote (Bixa orellana), en la ración para la pigmentación de la carne de pollos parrilleros*. Tesis de pregrado, Universidad “Mayor de San Andrés”, La Paz, Bolivia.
- Córdova, J.P. (2003). *Efecto del achiote (Bixa orellana) y azafrán de la India (Curcuma longa) sobre el nivel productivo y coloración de la yema de gallinas Hy-Line Brown (24 – 40 semanas de edad)*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Lambayeque, Perú.

- Cornejo, M.P. (2000). *Achiote (Bixa orellana) en la pigmentación del pollo de carne con relación a la edad*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Lambayeque, Perú.
- Delgado, F. (1997). *Pigmentos de flor de campaxúchil (Tagetes erecta L.) caracterización físicoquímica, procesamiento y eficacia pigmentante*. Tesis Doctoral. CINVESTAV-IPN. Unidad Irapuato, México.
- FAO. (2007). *Memoria - Consulta de expertos sobre productos forestales no Madereros: Situación de los productos forestales no madereros en América Latina y el Caribe*. Depósito de documentos de la FAO, consultado el 11 de Junio de 2007, disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/T2354S/t2354s05.htm>
- FAO (2014). *Fichas Técnicas Achiote (Bixa orellana L.)* Disponible en línea en: [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/achiote.htm](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/achiote.htm)
- Fournier, L. (2003). *Recursos naturales*. Editorial Universidad Estatal a distancia. Sexta reimpresión. Costa Rica, pp.140.
- Gordon, T. & Bouernfeind, C. (1982). *Carotenoids as food colorants*. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. pp. 18- 59.
- Gamonal, M.H. (2000). *Achiote (Bixa orellana) en la pigmentación de patos criollos*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Lambayeque, Perú.
- Hencken, H. (1992). *Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation*. PoultrySci, pp.711.
- Hy- Line variedad Brown. (1998 – 1999). *Guía de Manejo Comercial*, pp 18.
- Johnaton, D. (2006). *El achiote como una alternativa promisorio para incluir en sistemas del pequeño agricultor*. Instituto interamericano de ciencias agrícolas. Costa Rica.

- Lock, S. (2007). *Colorantes Naturales*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú, pp. 2-4, 46, 71.
- Mascarell, J. y Carné, S. (2013). *Combinación de xantofilas amarillas y rojas para optimizar su utilización en broilers*. Recuperado el 05 de junio de 2013, del sitio web. Disponible en:  
  
[http://www.avicultura.com/sa/012-017-Alimentacion Pigmentantes-naturales-Mascarell-Carne-ITPSA-SA201112.pdf](http://www.avicultura.com/sa/012-017-Alimentacion%20Pigmentantes-naturales-Mascarell-Carne-ITPSA-SA201112.pdf)
- Mateos, G. (2011). *Efecto del tamaño de partícula y la presentación del pienso sobre la fisiología, digestiva y productiva en aves*. XXII Latin American Poultry Congress 2011. España. Obtenido  
<http://www.engormix.com>
- Murillo, G. (2015). *Calidad en la producción de huevos de gallina*. Categoría Agronomía-Avicultura. Escuela Agrícola Panamericana, “Zamorano”.
- Mínguez, M., Pérez, A. y Hornero, D. (2004). *Pigmentos carotenoides en frutos y vegetales; mucho más que simples “colorantes” naturales*. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Sevilla 4, pp. 2-7.
- Narváez, M. (2010). *Exportación de colorante natural Bixina a partir del Achiote*. Curso de Postgrado, “Universidad César Vallejo”, Trujillo, Perú.
- Niño, M.L. (2001). *Achiote (*Bixa orellana*) en la pigmentación de tarsos en pollos Cobb con niveles crecientes de ñelen de arroz en la dieta*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Lambayeque, Perú.
- Ortiz A. (2011). *Alimentando a la ponedora actual*. NUTEGA, S.L. Costa Rica. Obtenido de <http://bionutrixcostarica.com>

- Palacios, M. (2010). *Evaluación de la eficacia del producto A y producto B en basa a oleorresina saponificada de marigold para la pigmentación de pollos de carne*. Recuperado el 01 de julio del 2013, del sitio web: <http://www.ameveaecuador.org/memorias2010/memorias/.pdf>
- Parra, V. (2004). *Estudio comparativo en el uso de colorantes naturales y sintéticos en alimentos, desde el punto de vista funcional y toxicológico*. Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de los Alimentos. Universidad Austral de Chile. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fap259e/pdf/fap259e.pdf>
- Prodivin. (2000) *Achiote (Bixa orellana L.)*, Grupo Prodivin de Brazil Ltda., Santa Catarina - Brasil. Disponible en: <http://prodivin.galeon.com/productos813125.html>
- Pronavicola.com. (2013). *Manual de manejo de pollita Lohmann Brown – Classic*. Valle del Cauca, Colombia obtenido de <http://www.pronavicola.com>
- Ramirez, J. (1998). *Performance y pigmentación de pollos de carne según niveles de maíz y achiote (Bixa orellana) en la dieta*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Lambayeque, Perú.
- Romero, P.A. (1966). *Efecto de los carotenoides sobre la pigmentación de la yema del huevo y la productividad de las aves*. Tesis de pregrado, Escuela Nacional De Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua.
- Serrato, M. (1999). *Variabilidad genética de plantas de cempoalxóchilt (Tagetes spp)*. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México.
- Serrato-Cruz, M. A. 2004. Cempoalóchilt: diversidad biológica y usos. Ciencia y Desarrollo. Disponible en: [www.conacyt.mx/comunicacion/revista/185/Articulos/C\\_Solar](http://www.conacyt.mx/comunicacion/revista/185/Articulos/C_Solar).

- Sotelo, A. (2014). *Fotosíntesis*. Universidad Nacional Argentina. p.5.  
Recuperado de:  
[exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Guiadeestudiofotosintesis.pdf](http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Guiadeestudiofotosintesis.pdf).
- Squibb, R. et al., (1953). *Carotene and riboflavin in vitamin retention and serum vitamin levels in vitamin a depleted rats fed four forage meals, achioté meal and African palm oil Turrialba*, pp. 91- 93.
- Taboada, C. (1993). *Caracterización morfológica y determinación del contenido de Bixina en cultivares de achioté (*Bixa orellana* L)*. Tesis de posgrado, Universidad “Mayor San Andrés”, La Paz, Bolivia.
- Tierzucht, L. (2013). *Guía de manejos de la ponedora Lohmann Brown*. Berlin.
- Thorngate, H. (2002). *Synthetic food colorants*. en: *Food Additives*. Ed. L.A. Branen. Marcel Decaer, Nueva York.
- Tun, J. (1990). *Evaluación de las condiciones óptimas para el establecimiento in vivo de Tagetes erecta (cempaxúchil)*. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario, Conkal, Yucatán.
- Turner, B. L. 1996. The Comps of Mexico. Tageteae and Anthemideae. *Phytologia Memoirs* 6(10): 51-69.
- Vaca, R. y Santana, A. (1999). *Principales requisitos para la importación de colorantes en Estados Unidos*. Gerencia de Desarrollo de Productos de Información. Banco de Comercio Exterior, México.
- Williams, W. (1992). *Origin and impact of color on consumer preference for food Poultry Sci*. pp. 71-74

## **ANEXOS**

Tabla 19: Pigmentación de la yema de gallinas Lohmann Brown – Classic (34 a 40 semanas de edad) que recibieron achiote en la dieta.

TTO	REP	PIGMENTACIÓN DE LA YEMA					
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
0	1	8	8	8	7	7	8
0	2	9	7	8	8	8	8
0	3	8	8	7	8	8	8
0	4	7	8	8	8	7	8
0	5	8	8	8	7	8	9
1	1	12	12	11	11	11	12
1	2	12	13	12	12	12	11
1	3	12	12	11	12	12	11
1	4	11	12	12	12	11	12
1	5	12	12	11	11	12	12
2	1	13	14	14	13	13	13
2	2	13	13	13	13	13	13
2	3	14	14	13	14	14	13
2	4	14	13	14	13	13	14
2	5	14	14	14	13	14	14
3	1	14	14	15	14	14	14
3	2	14	14	14	15	14	14
3	3	13	14	14	14	14	14
3	4	13	13	13	14	14	14
3	5	14	14	14	14	14	14

Tabla 20: Peso del huevo de gallinas ponedoras de 34 a las 40 semanas de edad que recibieron achiote en la dieta.

TTO	REP	PESO DEL HUEVO (g)					
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
0	1	60.0	59.0	60.0	62.0	61.0	61.0
0	2	62.0	64.0	63.0	64.0	64.0	64.0
0	3	63.0	63.0	63.0	64.0	64.0	64.0
0	4	63.0	61.0	62.0	63.0	63.0	62.0
0	5	62.0	63.0	63.0	64.0	63.0	63.0
1	1	62.0	63.0	63.0	64.0	63.0	63.0
1	2	60.0	62.0	62.0	61.0	61.0	61.0
1	3	61.0	62.0	64.0	64.0	63.0	62.0
1	4	61.0	62.0	60.0	61.0	61.0	61.0
1	5	62.0	61.0	61.0	60.0	60.0	60.0
2	1	64.0	63.0	64.0	66.0	65.0	64.0
2	2	62.0	62.0	62.0	62.0	61.0	61.0
2	3	59.0	58.0	59.0	59.0	59.0	59.0
2	4	64.0	62.0	63.0	63.0	63.0	62.0
2	5	62.0	62.0	61.0	62.0	61.0	62.0
3	1	64.0	64.0	66.0	65.0	66.0	65.0
3	2	61.0	60.0	61.0	61.0	61.0	60.0
3	3	62.0	61.0	64.0	65.0	65.0	64.0
3	4	61.0	62.0	62.0	63.0	63.0	62.0
3	5	61.0	62.0	63.0	64.0	64.0	64.0

Tabla 21: Producción promedio de huevos en gallinas ponedoras Lohmann Brown – Classic.

TTO	REP	PRODUCCIÓN DE HUEVOS					
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
0	1	3	3	3	3	3	2
0	2	4	4	4	4	3	3
0	3	4	4	4	4	3	3
0	4	4	4	4	4	4	4
0	5	4	4	4	4	4	2
1	1	4	4	4	4	4	3
1	2	4	4	4	4	3	3
1	3	4	4	4	4	4	3
1	4	4	4	4	4	3	4
1	5	4	4	4	4	4	3
2	1	4	4	4	4	4	3
2	2	4	4	4	4	4	3
2	3	4	4	4	4	4	3
2	4	4	4	4	4	4	2
2	5	4	4	4	4	4	2
3	1	4	4	4	3	4	3
3	2	4	4	4	4	3	2
3	3	3	3	3	3	3	3
3	4	4	3	4	4	3	3
3	5	4	3	4	4	4	4

Tabla 22: Porcentaje de postura en gallinas Lohmann Brown Classic que recibieron achiote en la dieta.

<b>TTO</b>	<b>REP</b>	<b>% DE POSTURA</b>
0	1	89
0	2	94
0	3	92
0	4	96
0	5	90
1	1	95
1	2	95
1	3	91
1	4	95
1	5	96
2	1	94
2	2	90
2	3	94
2	4	90
2	5	93
3	1	93
3	2	89
3	3	88
3	4	92
3	5	92

Tabla 23: Consumo por semanas y consumo total de gallinas Lohmann Brown Classic de 34 a 40 semanas de edad.

TTO	REP	CONSUMO DE ALIMENTO (g)						CONSUMO TOTAL (g)
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	
0	1	537.25	698.25	752.5	773.5	763	771.75	4296.25
0	2	833	838.25	840	840	840	840	5031.25
0	3	460.25	710.5	840	840	840	840	4530.75
0	4	838.25	840	840	840	840	840	5038.25
0	5	701.75	817.25	840	840	840	810.25	4849.25
1	1	596.75	798	805	822.5	817.25	791	4630.5
1	2	838.25	838.25	840	840	840	840	5036.5
1	3	838.25	710.5	840	840	836.5	836.5	4901.75
1	4	838.25	840	840	840	836.5	840	5034.75
1	5	838.25	840	840	840	840	805	5003.25
2	1	840	840	840	840	840	840	5040
2	2	838.25	840	840	840	840	840	5038.25
2	3	838.25	840	840	840	840	840	5038.25
2	4	840	840	840	840	840	810.25	5010.25
2	5	840	840	840	840	840	840	5040
3	1	840	840	840	840	840	840	5040
3	2	840	838.25	840	815.5	834.75	827.25	4996.25
3	3	749	808.5	817.25	813.75	806.75	817.25	4812.5
3	4	649.25	801.5	840	840	838.25	840	4809
3	5	840	838.25	840	840	834.75	838.25	5031.25

Tabla 24: Conversión alimenticia para gallinas Lohmann Brown – Classic que recibieron porcentajes de achiote en la dieta.

TTO	REPET	CONVERSIÓN ALIMENTICIA		
		SEMANA 1	SEMANA 3	SEMANA 6
0	1	2.40	2.64	3.31
0	2	1.89	1.94	2.15
0	3	1.94	1.85	2.64
0	4	1.87	1.82	2.21
0	5	2.05	1.79	3.05
1	1	2.05	1.85	2.52
1	2	1.96	2.11	2.18
1	3	2.00	1.99	3.32
1	4	2.06	2.03	2.20
1	5	1.91	1.91	3.23
2	1	1.87	1.95	2.84
2	2	2.08	2.13	3.45
2	3	2.11	2.09	2.97
2	4	1.96	1.98	3.96
2	5	2.00	2.00	3.34
3	1	1.90	1.93	2.13
3	2	2.01	2.17	3.26
3	3	2.52	2.45	3.11
3	4	2.15	1.97	2.40
3	5	2.07	1.98	2.15

Tabla 25: Peso y ganancia de peso de las gallinas de las 34 a las 40 semanas de edad.

TTO	REP	PESO DE LAS GALLINAS (Kg)						GANANCIA DE PESO (g)
		SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	
		1	2	3	4	5	6	
0	1	2.11	2.11	2.05	2.15	2.18	2.20	90
0	2	2.01	2.05	2.06	2.11	2.11	2.08	70
0	3	2.05	2.08	2.20	2.13	2.13	2.09	40
0	4	2.06	2.13	2.08	2.13	2.11	2.06	0
0	5	2.03	2.06	2.03	2.10	2.06	2.08	50
1	1	2.03	2.06	2.08	2.10	2.10	2.08	50
1	2	2.06	2.08	2.10	2.10	2.09	2.08	20
1	3	1.98	2.01	2.08	2.00	2.00	2.06	80
1	4	2.01	2.03	2.04	2.01	2.02	2.05	40
1	5	2.01	2.08	2.00	2.08	1.95	2.03	20
2	1	2.06	2.06	2.00	2.09	2.08	2.08	20
2	2	2.01	2.01	2.00	2.08	2.08	2.05	40
2	3	2.08	2.14	2.00	2.15	2.11	2.14	60
2	4	2.00	2.04	2.00	1.99	1.99	2.09	90
2	5	2.06	2.09	2.15	2.04	2.09	2.13	70
3	1	2.08	2.10	2.03	2.10	2.13	2.08	0
3	2	2.10	2.11	2.08	2.08	2.00	2.10	0
3	3	2.16	2.18	2.16	2.21	2.29	2.23	70
3	4	1.99	2.05	1.90	2.01	2.10	2.03	40
3	5	2.05	2.09	1.98	2.03	2.13	2.08	30

Tabla 26: Descripción de los egresos de la investigación en gallinas Lohmann Brown - Classic que recibieron achiote en la dieta.

<b>DESCRIPCIÓN DE LOS EGRESOS</b>	<b>UNID</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNIT. S/.</b>	<b>COSTO TOT. S/.</b>
Gallinas en postura	Unidad	80	17.00	1360.00
Alimento sin achiote	Kg	4.75	1.66	157.67
Alimento con 1.5% de achiote	Kg	4.92	1.64	161.42
Alimento con 3.0% de achiote	Kg	5.03	1.63	164.09
Alimento con 4.5% de achiote	Kg	4.94	1.60	157.98
Complejo B	Kg	1	33.00	33.00
Curabichera	ml	1	25.00	25.00
Alcohol yodado	ml	1	27.20	27.20
Mano de obra	Días	42	15.00	630.00
<b>TOTAL S/.</b>				<b>2716.36</b>

Tabla 27: Descripción de los ingresos de la investigación en gallinas Lohmann Brown - Classic que recibieron achiote en la dieta.

<b>DESCRIPCIÓN DE LOS INGRESOS</b>	<b>UNID</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNIT. S/.</b>	<b>COSTO TOT. S/.</b>
Venta de gallinas	Unidad	80	25.00	2 000.00
Venta de huevos sin achiote	Unidad	37	0.33	157.67
Venta de huevos con 1.5% achiote	Unidad	39.6	0.33	13.068
Venta de huevos con 3.0% achiote	Unidad	38.65	0.33	12.7545
Venta de huevos con 4.5% achiote	Unidad	37	0.33	12.21
Gallinaza	Kg	50	0.50	25
<b>TOTAL S/.</b>				<b>220.70</b>

Tabla 28: Análisis de varianza para la pigmentación de la yema del huevo de Gallinas Lohmann Brown –Classic, en las semanas de experimento.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	3	112.600	37.5333	500	0.0000
ERROR	16	1.200	0.0750		
TOTAL	19	113.800			

C.V = 4.00%

Tabla 29: Análisis de varianza para el peso del huevo en las semanas de experimento.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	3	5.2000	1.73333	0.78	0.5227
ERROR	16	35.6000	2.22500		
TOTAL	19	40.8000			

C.V = 2.39%

Tabla 30: Análisis de varianza para el porcentaje de postura de las 34 a las 40 semanas de edad de las gallinas.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	3	33.200	11.0667	2.12	0.1381
ERROR	16	83.600	5.2250		
TOTAL	19	116.800			

C.V = 2.47%

Tabla 31: Análisis de varianza para el consumo de alimento en las semanas de experimento.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	3	5844.2	1948.07	1.87	0.1758
ERROR	16	16690.8	1043.17		
TOTAL	19	22535.0			

C.V = 3.95%

Tabla 32: Análisis de varianza para el consumo total de alimento, en gallinas Lohmann Brown – Classic.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	3	209945	69981.5	1.87	0.1757
ERROR	16	599355	37459.7		
TOTAL	19	809299			

C.V = 3.94%

Tabla 33: Análisis de varianza para la conversión alimenticia en las semanas de experimento, bajo el efecto de porcentajes de achiote.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	3	0.16340	0.05447	0.88	0.4731
ERROR	16	0.99228	0.06202		
TOTAL	19	1.15568			

C.V = 10.85%

Tabla 34: Análisis de varianza para el peso de las gallinas Lohmann Brown – Classic en las semanas 34 a 40 de edad.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	3	0.00721	0.00240	1.14	0.3620
ERROR	16	0.03368	0.00211		
TOTAL	19	0.04089			

C.V = 2.21%

Tabla 35: Análisis de Varianza para la ganancia de pesos de gallinas Lohmann Brown – Classic de las 34 a las 40 semanas de edad, por efecto del suministro de porcentajes de achiote.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	3	2200.0	733.333	0.87	0.4768
ERROR	16	13480.0	842.500		
TOTAL	19	15680.0			

C.V = 65.97%

Tabla 36: Análisis de varianza para la apariencia del huevo.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	4	361.267	90.3167	24.5	0.0000
ERROR	145	535.567	3.6936		
TOTAL	149	896.833			

C.V = 32.95%

Tabla 37: Análisis de varianza para el sabor del huevo.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	4	375.733	93.9333	50.2	0.0001
ERROR	145	271.100	1.8697		
TOTAL	149	646.833			

C.V = 21.25%

Tabla 38: Análisis de varianza para el precio del huevo.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>P</b>
TRAT	4	3.23131	0.80783	56.9	0.0000
ERROR	145	2.05750	0.0141		
TOTAL	149	5.28881			

C.V = 23.29%

# ENCUESTA REALIZADA PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL HUEVO



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"



## ENCUESTA SOBRE INVESTIGACIÓN EN CALIDAD DEL HUEVO

1.- Por la apariencia del huevo, marque su respectivo puntaje (0-10):

T0	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
T1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
T2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
T3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
T4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2.- Por el sabor, marque su respectivo puntaje (0-10):

T0	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
T1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
T2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
T3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
T4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nombre y Apellidos: EMANUEL TAFUR FERNÁNDEZ



3.- Sabiendo de las propiedades nutricionales, cuánto estaría dispuesto a pagar usted:

T0	<del>3x1</del>	5x2	2x1	3x2	1x1
T1	3x1	<del>5x2</del>	2x1	3x2	1x1
T2	3x1	5x2	<del>2x1</del>	3x2	1x1
T3	3x1	5x2	<del>3x2</del>	3x2	1x1
T4	<del>3x2</del>	5x2	2x1	3x2	1x1

## PANEL FOTOGRÁFICO

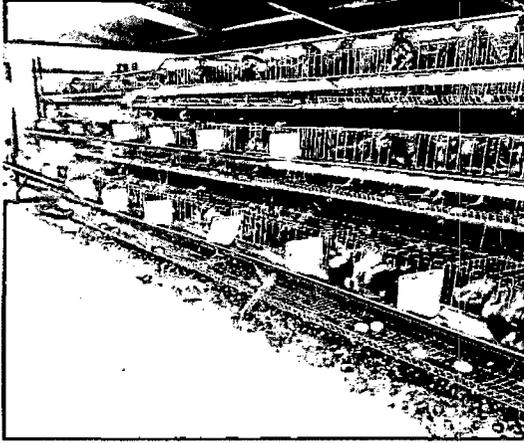


Figura 17. Gallinas Lohmann Brown (izquierda) y baldes de alimento con porcentajes de achiote (derecha).

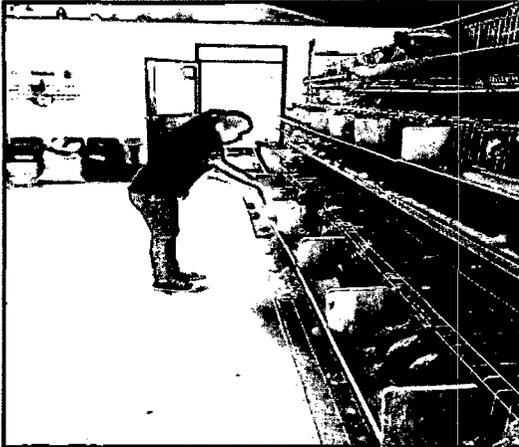


Figura 18. Alimentación de las gallinas (izquierda) y recolección de huevos (derecha).



Figura 19. Evaluación de pigmentación de la yema (izquierda) y peso del huevo (derecha).

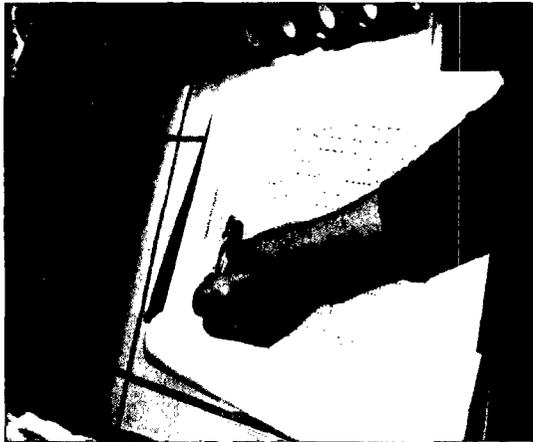


Figura 20. Llenado de registros (izquierda) y encuesta de degustación de huevos (derecha).