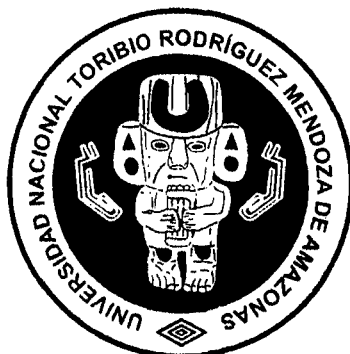


**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y
BIOTECNOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**



**EFFECTO DE LA HARINA DE ACHIOTE (*Bixa orellana L.*) EN LA
PIGMENTACIÓN DE POLLOS DE CARNE COBB - 500.**

TESIS

Para obtener el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Autor: Bach. JAIME ROJAS PEREA.

Asesor: Ing. NANCY SALDAÑA GALVEZ.

Co - asesor: Ing. WILMER BERNAL MEJIA

CHACHAPOYAS - PERÚ

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.**

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

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA.



**EFEECTO DE LA HARINA DE ACHIOTE (*Bixa orellana L.*) EN LA
PIGMENTACIÓN DE POLLOS DE CARNE COBB – 500.**

TESIS

Para obtener el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Autor: Bach. JAIME ROJAS PEREA.

Asesor: Ing. NANCY SALDAÑA GALVEZ.

Co-asesor: Ing. WILMER BERNAL MEJIA

CHACHAPOYAS –PERÚ

2016

DEDICATORIA

A DIOS por estar siempre a mi lado y mostrarme su gran amor cada día de mi vida.

A mis padres Anibal y Teodórica que con su amor, consejos y apoyo es el motor que impulsa cada paso para lograr mis objetivos.

A mis queridos hermanos Merly y Jhersy por confiar en mí y estar a mi lado en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial:

A Dios por haber permitido terminar satisfactoriamente mi carrera profesional, proporcionándome salud y conocimientos necesarios y por guiarme siempre por el buen camino de la vida.

A mis queridos padres, hermanos, compañeros, tíos y primos que, con su constante apoyo moral y material, hicieron posible que logre terminar exitosamente mi carrera profesional.

A los docentes de la Escuela profesional de Ingeniería Zootecnista, de la UNTRM, por inculcarme en la cultura de investigación y por todo el conocimiento brindado a lo largo de mi formación universitaria.

Al equipo técnico de la Estación Experimental de Chachapoyas, quienes me ayudaron en el desarrollo de actividades programadas del proyecto de investigación, así como por haber compartido experiencias inolvidables con mí persona.

A la Ing. Nancy Saldaña Gálvez, asesora de esta tesis por su valioso tiempo, en el desarrollo de este trabajo de investigación, por haber impulsado a realizar este trabajo de investigación y haber compartido sus conocimientos con mi persona.

Al Ing. Wilmer Bernal Mejía, co-asesor de esta tesis por su valioso tiempo, en el desarrollo y ejecución de este trabajo de investigación y haber compartido sus conocimientos y enseñarme a ser un buen profesional.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Ph. D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

RECTOR

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

VICERECTOR ACADÉMICO

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

VICERECTORA DE INVESTIGACIÓN


M.Sc. ELÍAS ALBERTO TORRES ARMAS

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

VISTO BUENO DEL ASESOR

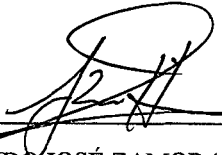
Yo Ing. Nancy Saldaña Gálvez, docente a tiempo completo de la escuela profesional de Ingeniería Zootecnista, hace constar que he asesorado la tesis titulado “EFECTO DE HARINA DE ACHIOTE (*Bixa orellana L.*) EN LA PIGMENTACIÓN DE POLLOS DE CARNE COBB - 500”, presentado por el bachiller Jaime Rojas Perea, egresado de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología de la UNTRM dando el visto bueno a la presente tesis.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que se estimen convenientes.



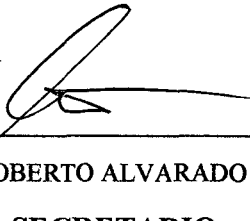
Ing. Nancy Saldaña Gálvez
Asesor

JURADO DE TESIS



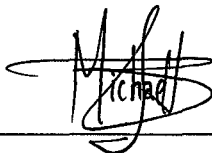
Ing. SEGUNDO JOSÉ ZAMORA HUAMÁN

PRESIDENTE



Ing. WIGOBERTO ALVARADO CHUQI

SECRETARIO



Mg. POLITO MICHAEL HUAYAMA SOPLA

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 13 de ABRIL del año 2016, siendo las 11:07 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: ING. SEGUNDO JOSÉ ZAMORA HUAMÁN

Secretario: ING. WIGOBERTO ALVARADO CHUQUI

Vocal: ING. POLITO M. HUAYANA SOPA

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) JOSINE ROJAS PERES, titulado EFFECTO DE HORINA DE ACHIOTE (PIXA orellana L.) EN LA PIGMENTACIÓN DE POUOS DE CARNE COBB 500.

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

Siendo las 12:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTOS..... | ii |
| AUTORIDADES UNIVERSITARIAS..... | iii |
| VISTO BUENO DEL ASESOR..... | iv |
| JURADO CALIFICADOR..... | v |
| ÍNDICE GENERAL..... | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | ix |
| RESUMEN..... | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Objetivos..... | 2 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 3 |
| 2.1. El achiote (<i>Bixa orellana L.</i>)..... | 3 |
| 2.2. Los carotenoides..... | 6 |
| 2.3. Los carotenoides presentes en el achiote (<i>Bixa orellana L.</i>)..... | 8 |
| 2.3. Los pigmentos y su importancia en la industria avícola..... | 8 |
| 2.5. Absorción de xantofilas y su deposición en pollos de carne..... | 9 |
| 2.6. Localización del pigmento en la piel del pollo con abanico de roche..... | 9 |
| 2.7. Pollos de carne línea cobb – 500..... | 9 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 10 |
| 3.1. Lugar de Ejecución..... | 10 |
| 3.2. Material biológico..... | 10 |
| 3.3. Materiales y equipos..... | 10 |
| 3.4. Obtención de la harina de achiote (<i>Bixa orellana L.</i>)..... | 11 |
| 3.5. Formulación y preparación de raciones..... | 12 |
| 3.6. distribución de corrales..... | 13 |
| 3.7. Métodos y procedimientos de recolección de datos..... | 14 |
| 3.8. Medición de las variables..... | 15 |
| 3.9. Análisis de los datos..... | 17 |

| | |
|---|----|
| IV. RESULTADOS | 18 |
| 4.1. Pigmentación en el tarso..... | 18 |
| 4.2. Consumo de alimento..... | 19 |
| 4.3. Ganancia de peso..... | 20 |
| 4.4. Conversión alimenticia..... | 22 |
| 4.5. Rendimiento de carcasa..... | 23 |
| 4.6. Resultados de evaluación organoléptica (color, olor, sabor)..... | 24 |
| 4.7. Merito económico..... | 25 |
| V. DISCUSIONES..... | 28 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 30 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 31 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 32 |
| ANEXOS..... | 35 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Taxonomía | 3 |
| Tabla 2. Composición química de la semilla de achiote..... | 5 |
| Tabla 3. Composición química de la harina de achiote (%)..... | 12 |
| Tabla 4. Insumos utilizados en la etapa de crecimiento..... | 12 |
| Tabla 5. Insumos utilizados en la etapa de engorde..... | 13 |
| Tabla 6. Nivel de pigmentación..... | 18 |
| Tabla 7. Consumo de alimento expresado en gramos (g)..... | 19 |
| Tabla 8. Ganancia de peso diario expresado en gramos (g)..... | 20 |
| Tabla 9. Conversión alimenticia..... | 22 |
| Tabla 10. Rendimiento de carcasa expresado en porcentaje (%)..... | 23 |
| Tabla 11. Características organolépticas | 24 |
| Tabla 12. Costos sobre la alimentación..... | 25 |
| Tabla 13. Utilidad..... | 26 |
| Tabla 14. Insumos en la etapa de inicio (1-14 días) | 35 |
| Tabla 15. Insumos y valor nutricional en la etapa de crecimiento (14-22 días)..... | 36 |
| Tabla 16. Insumos y valor nutricional en la etapa de crecimiento (22-28 días)..... | 36 |
| Tabla 17. Insumos y valor nutricional en la etapa de engorde (29-38 días)..... | 37 |
| Tabla 18. Costo de insumos..... | 38 |
| Tabla 19. Consumo de alimento..... | 38 |
| Tabla 20. Pesos | 39 |
| Tabla 21. Ganancia de peso | 39 |
| Tabla 22. Conversión alimenticia | 40 |
| Tabla 23. Nivel de pigmentación | 40 |
| Tabla 24. Rendimiento de carcasa..... | 40 |
| Tabla 25. Tablas ANVA..... | 41 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1: Secado del grano de achiote (<i>Bixa orellana L.</i>) en la estufa..... | 11 |
| Figura 2: Molido del grano de achiote (<i>Bixa orellana L.</i>) en el molino..... | 11 |
| Figura 3: Armado de los corrales..... | 13 |
| Figura 4: Grado de pigmentación en el tarso..... | 15 |
| Figura 5: Pesado de la carcasa..... | 16 |
| Figura 6. Nivel de pigmentación..... | 18 |
| Figura 7. Consumo de alimento diario..... | 19 |
| Figura 8. Ganancia de peso diario..... | 21 |
| Figura 9. Conversión alimenticia..... | 22 |
| Figura 10. Rendimiento de carcasa..... | 23 |
| Figura 11. Características organolépticas..... | 24 |
| Figura 12. Costos sobre la alimentación..... | 25 |
| Figura 13. Utilidad..... | 26 |
| Figura 14. Armado de los corrales..... | 45 |
| Figura 15. Selección de los pollos..... | 45 |
| Figura 16. Colocación de los pollos..... | 45 |
| Figura 17. Pollos en sus corrales..... | 45 |
| Figura 18. Adición de la harina de achiote a la dieta..... | 45 |
| Figura 19. Alimento preparado para cada tratamiento..... | 45 |
| Figura 20. Suministro de agua y alimento..... | 46 |
| Figura 21. Pesado de los pollos..... | 46 |
| Figura 22. Pesado del alimento sobrante..... | 46 |
| Figura 23. Nivel de pigmentación..... | 46 |
| Figura 24. Diferencia de la pigmentación en el tarso en cada tratamiento..... | 46 |
| Figura 25. Heces pigmentadas tras la digestión de harina de achiote..... | 46 |
| Figura 26 y 27. Faenado de pollos..... | 46 |
| Figura 28. Pesado de la carcasa..... | 47 |
| Figura 29. Formato para la evaluación organoléptica..... | 47 |

RESUMEN

El objetivo del estudio, fue evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*) en los índices productivos de pollos de carne Cobb - 500. Se empleó el Diseño Completamente al Azar DCA, y la prueba de promedios de Tukey ($\alpha = 0.05$). El estudio se realizó en la Estación Experimental Chachapoyas, perteneciente a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Amazonas, Perú. Se utilizó 100 pollos de 22 días de edad con un peso inicial de 900 g, (5 pollitos por unidad experimental) asignándose al azar a cada tratamiento, con cuatro repeticiones cada uno. La etapa experimental tuvo dos fases: crecimiento (22 - 29 días) y engorde (29 - 38 días). Los tratamientos alimenticios fueron: un testigo (T0), T1, T2, T3 y T4, con diferentes niveles de harina de achiote al 0.5, 1, 1.5 y 2%. Los resultados indican que hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para los índices productivos de: Nivel de pigmentación en el tarso y Consumo de Alimento. Para los índices productivos como: Ganancia de Peso, Índice de Conversión Alimenticia y Rendimiento de carcasa, los resultados indican que no existió diferencias estadísticas significativas. En el estudio se determinó las variables de: Características organolépticas (color, olor y sabor) y Mérito Económico (calculado sobre la base del índice económico relativo sobre los costos de alimentación y la utilidad por pollo). Ante lo cual, se pudo concluir que niveles de inclusión de hasta el 1.5% de harina de achiote no afectaría los índices productivos de: consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y rendimiento de carcasa.

Palabras claves: tarso, pigmento, toxicidad, bixa, pollos.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the effect of inclusion of different levels flour achiote (*Bixa orellana L.*) in production rates Cobb broilers - 500. The design was used completely randomized DCA, and the test averages of Tukey ($\alpha = 0.05$). The study was conducted at the Experimental Station Chachapoyas, belonging to the National Toribio Rodriguez de Mendoza, Amazonas, Peru University. 100 chickens of 22 days old was used with an initial weight of 900 g, (5 chicks per experimental unit) being assigned randomly to each treatment, with four replications each. The pilot phase had two phases: growth (22-29 days) and fattening (29-38 days). Dietary treatments were: a control (T0), T1, T2, T3 and T4, with different levels of flour annatto 0.5, 1, 1.5 and 2%. The results indicate that there were statistically significant differences between treatments for productive indices: Level of pigmentation in the tarsus and food consumption. For production indices such as weight gain, feed conversion index and housing performance, the results indicate that there was no statistically significant differences. organoleptic characteristics (color, smell and taste) and Economic Merit (calculated on the basis of relative economic index on feed costs and earnings per chicken): In the study variables was determined. Whereupon, it was concluded that inclusion levels of up to 1.5% of flour achiote not affect production rates: feed intake, weight gain, feed conversion and carcass yield.

Keywords: tarsus, pigment, toxicity, bixa, chickens.

I. INTRODUCCIÓN

La avicultura es una de las industrias con mayor crecimiento, mayor desarrollo tecnológico y nivel de expansión, se perfila como uno de los sectores agropecuarios más dinámicos de la economía (UNA marzo, 1999 citado por Hernández, 2003).

Las preferencias del consumidor por productos avícolas con un cierto grado de pigmentación es un hecho definitivo, asociándose frecuentemente con su valor nutritivo. Tanto el color de la yema como el de la grasa subcutánea, el cual refleja el tono de la piel de la carne, están dado por un grupo de pigmentos amarillos y rojos, ampliamente distribuidos en la naturaleza y pertenecientes al grupo de los carotenoides. Por lo demás, hay que tener presente que el color de la piel está determinado por factores genéticos y dietéticos. (Montilla, J y Angulo, I, 1984).

En la actualidad, debido a los avances en nutrición y genética, las aves consumen menos alimento y no tienen acceso a fuentes naturales de pigmentación, sin embargo, debido a la competencia por mercado, los productores de pollo, comenzaron a agregar pigmento en el alimento de las aves, de esta forma, el consumidor final asocia la salud de las aves y la frescura del producto, así como un sabor agradable, con un buen nivel de pigmentación en la piel del ave. (Fernández, 2014).

En los últimos años se ha dado mucha importancia en la avicultura al uso de sustancias pigmentantes para las aves. Esto ha sido una consecuencia de la demanda del público y no de requerimientos nutritivos. El grado de pigmentación deseado va a depender de las preferencias del consumidor en un área geográfica determinada, según la tradición, la disponibilidad de los productos y su mercadeo (Hernández, 2003).

En algunos mercados, el color del pollo y la yema de huevo son de suma importancia para el consumidor. Además de afectar el color del pollo y huevo, los carotenoides también cumplen con diversos papeles metabólicos. La estructura de los carotenoides determina en buena medida cuál es su función en determinados organismos. En el pollo de engorda, los carotenoides se depositan principalmente en tarsos, piel y grasa subcutánea. Los carotenoides usados para pigmentación de piel son la cantaxantina para la base roja y el apo-ester y la luteína/zeaxantina para la base amarilla. (Cisneros, 2012).

La importancia de esta investigación realizada en el uso de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*) como pigmentante natural para los pollos de engorde Cobb - 500, empleados en la dieta alimenticia y su efecto en los parámetros productivos.

En la ciudad de Chachapoyas, la producción de carne de pollo es de mayor importancia para el consumidor, debido a que existe una gran demanda en la población por las carnes blancas, siendo el pollo un producto sano, fresco y bastante accesible a la economía de la población.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*) en la pigmentación de pollos de carne Cobb - 500.

1.1.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*) en la pigmentación del tarso.
- b. Determinar el efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*) en los parámetros productivos como: consumo de alimento, ganancias de peso, índice de conversión alimenticia, rendimiento de carcasa en pollos de carne Cobb - 500 bajo los diferentes tratamientos.
- c. Evaluar las características organolépticas de la carcasa.
- d. Evaluar el mérito económico, en los diferentes tratamientos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. El achiote (*Bixa orellana L.*)

2.1.1. Origen y distribución.

El centro de origen del achiote (*Bixa orellana L.*) se encuentra en la Hoya Amazónica en el Continente Americano. También se le conoce como uruco, annato, rucón, acote, achote, onoto, urucu, bijo (Sierra Exportadora, 2014).

El achiote se encuentra disperso por toda la región neotropical desde México hasta Perú y Brasil, y se ha extendido a África y Asia. (Perú Ecológico, 2012).

El Perú ofrece condiciones ecológicas óptimas para su cultivo en la costa, valles interandinos y en la selva. (Perú Condor, 2014).

Según MINAG en el año 2011 la Región Amazonas se registran datos de producción de achiote (*Bixa orellana L.*) un total de 35 TM, en el 2005 las principales zonas productoras de achiote (Cusco y Pasco) alcanzaron el 92% de la producción nacional. Es importante resaltar que el Perú se encuentra en los principales productores mundiales de achiote al aportar el 35% de la producción mundial.

2.1.2. Taxonomía

Tabla 1. Taxonomía

| | |
|---------|-----------------|
| Reino | Plantae |
| Clase | Dicotiledónea |
| Orden | Parietales |
| Familia | Bixaceae |
| Género | Bixa |
| Especie | Orellana Linneo |

Fuente: Perú Ecológico.

2.1.3. Descripción botánica.

La planta tiene una altura entre 3-5 m, aunque algunos mencionan que puede llegar hasta 10 m. El tallo al igual que las ramas cuando se le hacen incisiones, se extrae un látex rojo que se utiliza como cicatrizante de heridas. Cada fruto contiene de 10 a 40 semillas, las que pueden ser de forma cónica, de 3 a 4 mm de base y 3 a 4 mm de altura, las cuales están cubiertas por una membrana fina y blanquecina, debajo de esta se encuentra una capa roja y carnosa en donde se encuentran los pigmentos colorantes o tinte. (Sierra Exportadora, 2014).

Hojas: Tiene hojas alternas, acorazonadas y puntiagudas; y su inflorescencia tiene forma de panícula terminal (Perú Ecológico, 2012).

Flores: Sus flores son rosadas y sus frutos son capsulares, cubierto con apéndices flexibles (Perú Ecológico, 2012).

Frutos: Los frutos del achiote crecen formando racimos, tienen forma de cápsula dehiscente (cuya piel se abre para permitir la salida de las semillas), y su superficie está cubierta con abundantes apéndices flexibles de color rojo, verduzco o pardo (Perú Ecológico, 2012).

Semillas: Las semillas están recubiertas por una pulpa de color rojo o anaranjado intensos (Perú Ecológico, 2012).

2.1.4. Ecología.

El Achiote crece en climas tropicales y temperatura media máxima entre 30 y 28°C en el día y la temperatura mínima media entre 15 y 17°C, Crece en altitudes desde 100 hasta 1,000 msnm. Los arbustos de Achiote comienzan su producción comercial entre los 3 y 4 años de edad. En relación al suelo, se adapta a diferentes tipos como franco-Arenosos, francos y franco-Arcillosos con buen drenaje natural, requiere suelos de buena fertilidad, con un buen contenido de materia orgánica, ricos en nutrientes, buena aereación y permeabilidad, con un pH entre 6 y 8. (Perú Ecológico, 2012).

2.1.5. Rendimientos.

El año 2013 el rendimiento nacional por hectárea de achiote fue de 810 kilos/ha. El rendimiento alcanzado es este año es superior a todos los rendimientos anteriores. (MINAG, 2013).

El rendimiento promedio de una plantación depende de ciertas variables, pero en promedio se obtienen 1 000 kg/ha de frutos secos, o hasta 2 000 en condiciones óptimas. La semilla representa entre 50 y 60% del peso total, es decir, en promedio se obtienen de 500 a 600 kg de semilla por hectárea (Pérez, Cuen y Becerra, 2003).

2.1.6. Composición química.

Tabla 2. Composición química de la semilla de achiote.

| Compuesto | Cantidad en % |
|-----------------------|----------------------|
| Humedad | 11,92 |
| Proteína | 12,82 |
| Extracto etéreo | 5,22 |
| Fibra cruda | 13,85 |
| Pentosanos | 11,35 |
| Pectina | 0,35 |
| Azucares totales | 9,76 |
| Almidón | 13,17 |
| Carbohidratos totales | 47,90 |
| Taninos | 0,34 |
| Ceniza | 6,92 |
| Carotenoides totales | 1,48 |

Fuente: (Salva, 1996).

2.1.7. Uso en la industria.

Un producto con gran potencial y demanda en la industria alimentaria y cosmética del mundo es el achiote.

Su popularidad radica en la semilla, que es utilizada como un colorante natural. Los fabricantes de cosméticos la emplean en lápices labiales, filtros solares y cremas. (Nakamura, 2013).

En Filipinas se le ha dado una amplia variedad de usos, aparte de colorear alimentos, es también empleado como ingrediente de ceras para pisos decorados, betunes, esmaltes para uñas, lacas para metal, aceites para cabello y tintes para madera (Ingram, 1969).

Actualmente, el achiote es utilizado para teñir alimentos como los quesos, margarinas y mantequillas. De todos los colorantes, la mayoría de empresarios peruanos apuesta a que este será el de mayor crecimiento en los próximos años. (El comercio, 2016).

Durante el Primer Congreso Internacional de Colorantes Naturales organizado por ADEX, (2011) los expositores invitados coincidieron en señalar que en general la exportación de los colorantes naturales se encuentra por buen camino, en especial el achiote que contiene bixina y norbixina, pigmentos usados en la industria alimentaria (margarinas, mantequillas, helados, industria cárnica, panificación, quesos, yogures, pastas y fideos, bocaditos, entre otros).

2.2. Los carotenoides

Los carotenoides son los responsables de la gran mayoría de los colores amarillos, anaranjados o rojos presentes en los alimentos vegetales, y también de los colores anaranjados de varios alimentos animales.

Se dividen en dos tipos básicos: los carotenos, que son hidrocarburos, y las xantofilas, sus derivados oxigenados (Calvo, 2004).

2.2.1. Los carotenos. - Son aquellos que presentan una coloración rojiza anaranjada. y tenemos los siguientes:

Los betacarotenos: 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 (Botanical, 1999).

El alfacaroteno: con propiedades más destacadas como antioxidante que el betacaroteno, aparece en los mismos alimentos que este, aunque en una proporción menor (Botanical, 1999).

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 (Botanical, 1999).

La criptoxantina: con propiedades más destacadas como antioxidante que el betacaroteno, aparece en los mismos alimentos que este, aunque en una proporción menor (Botanical, 1999).

2.2.2. Las xantofilas. Son caratenoides que poseen una coloración amarillenta y parda dentro de las xantofilas más importantes tendríamos los siguientes:

La luteína: pigmento liposoluble que de color amarillento que aparece en algas, bacterias y plantas superiores (Botanical, 1999).

La zeaxantina: con propiedades similares a la luteína. Los espárragos y el kiwi son buenas fuentes de proteínas (Botanical, 1999).

La capsantina: es un colorante que se encuentra en los pimientos rojos junto con otros carotenoides como la capsorubina presenta propiedades antioxidantes (Botanical, 1999).

Los carotenoides cumplen con diversos papeles metabólicos entre los que destacan: comunicadoras visuales a través de mimetismo y coloración, precursores de Vitamina A, inmunomoduladores y anti-oxidantes. Por esto se les ha comprobado funciones de resistencia al envejecimiento y control de artritis reumatoide. Además, la luteína y la zeaxantina funcionan como antioxidantes en la retina de los primates, en donde forman el pigmento macular. En el pollo de engorda, los carotenoides se depositan principalmente en tarsos, piel y grasa subcutánea (Cisneros, 2012).

Los carotenoides usados para pigmentación de piel son la cantaxantina para la base roja y el apo-ester y la luteína/zeaxantina para la base amarilla. Las recomendaciones para pigmentación son muy variadas y dependen de la región y los requerimientos de mercado (Cisneros, 2012).

2.3. Los carotenoides presentes en el achiote (*Bixa orellana* L.)

Los carotenoides presentes en el achiote poseen 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. El colorante es una masa roja, que se unta al tacto, se disuelve poco a poco en agua, en alcohol y éter, dando una solución anaranjada (Roca, 2012).

El principio colorante se llama Bixina. Al disolverse la carnosidad que envuelve las semillas en agua, queda de residuo el colorante de color rojo bermejo, de estructura amorfa y fácilmente soluble en alcohol caliente (Roca, 2012).

2.4. Los pigmentos y su importancia en la industria avícola.

La alimentación de las aves, criadas en el campo o en pequeñas granjas, en base a plantas y granos diversos, otorga características de color a los pollos y a la yema de huevos. Le da a la piel y tarso de los pollos una tonalidad amarilla brillante y a las yemas una tonalidad anaranjado-rojizo, que se asocia con lo natural y saludable.

Con la crianza moderna, basada en el suministro de alimentos balanceados, se requiere adicionar pigmentantes naturales para obtener las mismas tonalidades que otorga la naturaleza. Muchas veces la dieta de las aves no aporta el mínimo necesario para conferir el nivel de pigmentación deseada a la piel del pollo o a la yema de huevo. (Mayrock, 2014).

Los productores adicionan pigmentantes a la dieta del pollo para mejorar su presentación (Hencken, 1992)

La apariencia es algo que está muy arraigado y siempre será muy tenida en cuenta, por lo tanto, el pollo y la gallina no son la excepción, muy por el contrario, casi diría, que dependen pura y exclusivamente de ello, ya que les toca actuar en un medio súper competitivo, de monstruosas inversiones, que no perdona y que obliga a estar siempre innovando e invirtiendo para ser o no ser, líder indiscutido. En el mercado, por ende, es muy importante la pigmentación, tanto en la piel del pollo, como en la yema de huevo (Montiel, 2010).

Para un programa exitoso de pigmentación se debe siempre considerar la especie objetivo, el color deseado, la fuente de carotenoides a utilizar y sobre todo se debe siempre mantener a las aves en excelentes condiciones de salud (Cisneros, 2012).

2.5. Absorción de xantofilas y su deposición en pollos de carne.

En su estado natural las xantofilas se encuentran en forma de ésteres de ácidos grasos. Para digerirlas, las aves las hidrolizan mediante el proceso de saponificación que se lleva a cabo en la parte superior del intestino delgado, por la acción de las enzimas que ahí se secretan, precisamente para actuar sobre las cadenas esteáricas y hacerlas absorbibles por el epitelio ciliar del intestino delgado. En condiciones normales los pigmentos se absorben en el intestino delgado del pollo y la gallina a partir de la dieta, posteriormente estos son transportados en la sangre teniendo su destino en el tejido subcutáneo, adiposo, tarsos y piel (Hernandez, 2003).

2.6. Localización del pigmento en la piel del pollo con abanico de roche.

Abanico de Roche Es un instrumento colorimétrico que permite valorar la calidad de la yema según su color y el nivel de pigmentación en los pollos parrilleros según la pigmentación de la pechuga y tarsos. Presenta 15 tonalidades desde amarillo pálido hasta naranja rojizo (Ruiz, 2014).

Según Zambrano (2013) en el campo podemos hacer evaluaciones ajustando los niveles de inclusión de acuerdo a la colorimetría de los tarsos en pollos que es lo que estás buscando mejorar, el cual lo debemos hacer con el abanico de Roche.

El uso del abanico colorimétrico de DSM para determinar la pigmentación de yemas de huevo en varios mercados este instrumento también es usado para medir la pigmentación del tarso (Cisneros, 2013).

2.7. Pollo de carne línea Cobb - 500

Los pollos de carne cobb-500 son comercializados a partir de un día de edad, para la producción exclusiva de carne, sus características son la alta velocidad de crecimiento, y eficiencia en la conversión alimenticia, es la línea más distribuida en el mundo (Manual Cobb - 500).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de Ejecución

El estudio se realizó en el galpón de aves del Centro de Experimental de Animales Menores de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología (FIZAB) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), ubicado en la región Amazonas, provincia de Chachapoyas, Distrito de Chachapoyas, a una altitud aproximada de 2300 m.s.n.m.

3.2. Material biológico

El material biológico estuvo constituido por los pollos de carne cobb - 500 en la etapa de crecimiento (cuarta semana), con un peso inicial de 700 a 1000g, colocados en corrales de un área aproximada de 0.6 m² para cinco aves. Estuvo conformada por 20 corrales distribuidas en 5 tratamientos con 4 repeticiones y cada repetición con 5 unidades experimentales con un lote de 100 pollos de carne cobb - 500 para el trabajo de investigación.

3.3. Materiales y equipos

Balanza, laptop, equipo NIR, estufa, molino, Abanico colorimétrico de roche, correctores, lapiceros, libretas de apuntes.

Descripción del equipo Near Infrared Reflectance (NIR): Es un instrumento usado en la industria de nutrición y alimentos. Para el análisis de materias primas de entrada, cuenta con fases intermedias en el proceso y de productos acabados que puede ayudar asegurar la calidad del producto y proporcionar el reembolso financiero rápido, que son usadas para analizar la (humedad, proteína, fibra cruda, ceniza, extracto etéreo, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente acida (FDA), almidón) (Unity Scientific, 2014).

Abanico colorimétrico de roche: Es un instrumento es usado en la industria avícola mediante la observación visual de 15 tonalidades que empieza con un matiz amarillo crema clara para terminar en un naranja profundo. La escala de Roche mide la intensidad del color en función de unos patrones preestablecidos. El valor medio para la escala de Roche es de 9, que es un valor normal, esto se debe a que el nivel de pigmentación deseado va a depender de las preferencias del consumidor en un área geográfica determinada (Hernandez,2003).

3.4. Obtención de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*)

Recepción: El achiote se decepcionó y peso en una balanza analítica.

Selección: Se ha retiró las impurezas.

Pre secado: Se distribuyó de manera uniforme sobre bandejas de aluminio, y llevó a estufa Ecocell- USA, a una temperatura (100°C), por 12 horas.

Molienda: Se realzó en un molino de granos.

Pesado: Luego de la molienda se ha pesado y empacado para el posterior análisis bromatológico con el equipo NIR en el laboratorio de nutrición, para ser incluidos y mezclados en las raciones alimenticias.

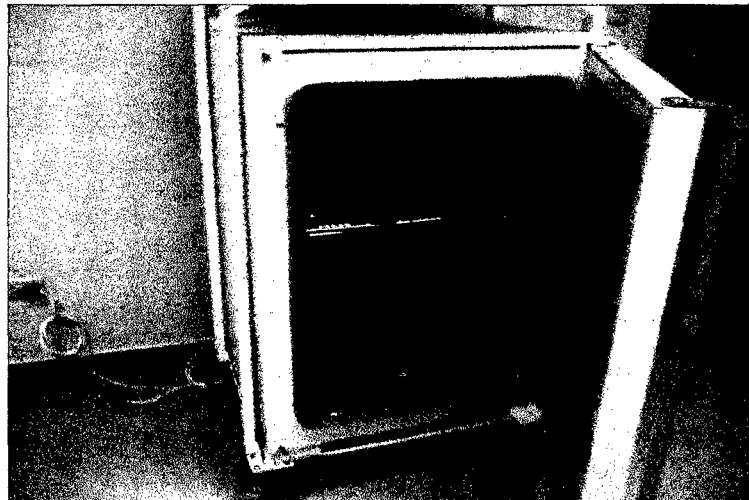


Figura 1: Secado del grano de achiote (*Bixa orellana L.*) en la estufa.



Figura 2: Molido del grano de achiote (*Bixa orellana L.*) en el molino.

Tabla 3. Composición química de la harina de achiote (%)

| | |
|-------------------------|---------|
| Humedad | 8.34 % |
| EE (A) | 4.63 % |
| EE (B) | 5.85 % |
| Proteína | 18.06 % |
| Fibra cruda | 3.64 % |
| Cenizas | 4.92 % |
| Almidón | 31.02 % |
| Azucares | 8.33 % |
| Fibra detergente neutra | 0.02 % |
| Fibra detergente ácida | 16.64 % |

Fuente: Laboratorio de nutrición animal y bromatología de alimentos UNTRM

3.5. Formulación y preparación de raciones:

Las raciones se formularon para la etapa de crecimiento y engorde en la planta de alimentos balanceados de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología FIZAB.

Las raciones fueron ofrecidas en forma de harina, se identificaron y se trasladaron al módulo de los pollos de carne cobb - 500 donde se realizó su respectiva alimentación.

Tabla 4. Insumos utilizados en la etapa de crecimiento

| INSUMOS | Testigo (T0) | Tratamiento 1 (0.5%hna. Achiote) | Tratamiento 2 (1% hna. Achiote) | Tratamiento 3 (1.5% hna. achiote) | Tratamiento 4 (2% hna. Achiote) |
|-----------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Carb.calcio | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Sal comun | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 |
| Fosbic,18.5 | 0.800 | 0.800 | 0.800 | 0.800 | 0.800 |
| Metion DL | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 |
| Lisina HCL | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 |
| Clor. colina 60% | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| Hna Pescado | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| Hna achiote | 0.000 | 0.500 | 1.000 | 1.500 | 2.000 |
| Proapak 2A polllos | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| aceite palma | 1.566 | 1.671 | 1.676 | 1.881 | 1.950 |
| Maiz molido | 70.610 | 70.143 | 69.776 | 69.409 | 69.100 |
| Torta de soya ADM 48 | 23.169 | 23.032 | 22.790 | 22.560 | 22.300 |
| BMD, 11% | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.040 |
| Quantum blue poll100g | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 |
| Total | 100.00 | 100.000 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Insumos utilizados en la etapa de engorde

| INSUMOS | Testigo (T0) | Tratamiento 1 (0.5%hna. Achiote) | Tratamiento 2 (1% hna. Achiote) | Tratamiento 3 (1.5% hna. achiote) | Tratamiento 4 (2% hna. Achiote) |
|-----------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Carb.calcio | 0.900 | 0.900 | 0.900 | 0.900 | 0.900 |
| Sal comun | 0.322 | 0.250 | 0.253 | 0.256 | 0.259 |
| Fosbic,18.5 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| Metion DL | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 |
| Lisina HCL | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 |
| Clor. colina 60% | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Hna Pescado | 1.626 | 1.510 | 1.393 | 1.276 | 1.160 |
| Hna achiote | 0.000 | 0.500 | 1.000 | 1.500 | 2.000 |
| Proapak 2A polllos | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| aceite palma | 2.980 | 3.008 | 3.213 | 3.417 | 3.622 |
| Maiz molido | 70.340 | 69.971 | 69.210 | 68.459 | 67.707 |
| Torta de soya ADM 48 | 22.780 | 22.810 | 22.981 | 23.142 | 23.303 |
| BMD, 11% | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.040 |
| Quantum blue poll100g | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia

3.6. Distribución de corrales

Las medidas de cada corral distribuidos en el galpón para cada uno de los tratamientos fueron:

| | |
|--------|-------|
| Largo | 0.9 m |
| Ancho | 0.7 m |
| Altura | 0.6 m |



Figura 3: Armado de los corrales.

3.7. Métodos y procedimientos de recolección de datos.

a) Para el desarrollo de la investigación se procedió al desinfectado y encalado del galpón, se controló la humedad relativa del galpón, procurando estabilizarla y mantenerla entre los 70 a 80%, así mismo, debido a las características del módulo (edificaciones de ladrillo), se pudo manejar la ventilación adecuada con cortinas de nylon, y controlarla durante el periodo de la investigación, la cama se acondicionó con viruta y cascarilla de arroz, para la absorción de humedad, dilución del material fecal minimizando el contacto de las aves con las excretas, actuar como aislante de protección de las temperaturas frías del piso, verificación permanente que las fuentes de calor funcionen correctamente; asegurando que la disponibilidad de suficiente alimento en los comederos (según las necesidades, varias veces al día), se inspeccionó el grado de humedad de la cama, rutinas diarias de lavado, desinfección de bebederos y comederos; con inspección y verificación del comportamiento grupal de las aves.

b) La alimentación de los pollos se realizó de la siguiente manera:

Ración para la etapa de crecimiento: desde los 22 a 28 días, el alimento fue formulado y balanceado según los requerimientos nutritivos de los pollos en esta fase: Proteína total igual a 19% y energía metabolizable (EM) de 3108 kcal/kg de alimento.

Ración para la etapa de engorde: desde los 29 a 38 días de edad que finalizó la investigación, el alimento fue formulado y balanceado según los requerimientos nutritivos de los pollos en esta fase: Proteína total igual a 18% y energía metabolizable (EM) de 3180 kcal/kg de alimento.

c) Se tomó nota en registros el número de lote, número de pollos alojados en cada corral, fecha de inicio de la investigación; se midió el nivel de pigmentación de las patas (tarso) con el abanico colorimétrico de roche en la cuarta y quinta semana de vida, así como también los parámetros zootécnicos como: peso inicial del día 22 que empezó la investigación, consumo de alimento semanal y acumulada, ganancia de peso semanal y acumulada, conversión alimenticia semanal y acumulada, desde los 22 días hasta el día 38 en el que terminó el ciclo de la investigación.

3.8. Medición de las variables

3.8.1. Pigmentación en el tarso.

Se empleó la variable cuantitativa numérica donde se midió en unidades de pigmento amarillo los tarsos de los pollos a la cuarta y quinta semana en la escala del abanico colorimétrico de roche (unidades: 1 - 15)



Figura 4: grado de pigmentación en el tarso.

3.8.2. Consumo de alimento.

Se empleó la variable cuantitativa expresada en gramos, donde se registró el consumo semanalmente en los diferentes tratamientos.

3.8.3. Ganancia de peso.

Se empleó la variable cuantitativa expresada en gramos, donde semanalmente se registró el incremento de peso, realizando el pesaje de los pollos de cada tratamiento y luego se realizó el promedio correspondiente.

3.8.4. Conversión alimenticia.

Se empleó la variable cuantitativa donde se calculó la conversión alimenticia en base al consumo de alimento en base seca y su ganancia de peso, dividiendo estas dos variables; nos indica cuantos gramos consume en materia seca para ganar 1 Kg o 1 unidad de peso vivo.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{kg de alimento consumido (MS)}}{\text{kg de peso ganado}}$$

3.8.5. Rendimiento de carcasa.

Se evaluó el rendimiento de carcasa teniendo en cuenta el peso de la carcasa de los animales faenados en relación al peso vivo final. Para tal caso, la carcasa no incluye la cabeza, pescuezo, vísceras blancas (estómagos e intestinos) rojas (corazón, pulmones, hígado, riñones y bazo) y patas. Los resultados obtenidos fueron registrados en porcentajes.



Figura 5: pesado de la carcasa

3.8.6. Características organolépticas de la carcasa.

Se midieron los atributos sensoriales mediante la escala organoléptica (color, olor y sabor.) después del faenado de las aves, el panel estuvo conformado por 15 alumnos de la escuela profesional de ingeniería zootecnista, para lo cual se evaluó en base a un cuadro de ponderación para cada característica cualitativa.

3.8.7. Mérito económico.

Para lo cual se evaluaron en nivel de consumo de alimento y el precio de los insumos, y valorizados por las cantidades incluidas en cada ración alimenticias en cada tratamiento experimental, obteniendo el nivel de ingreso sobre los costos relacionados a la alimentación.

3.9. Análisis de los datos

3.9.1. Del diseño experimental y análisis de datos.

Para el análisis del trabajo de investigación, se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y un tratamiento testigo (T0), cada tratamiento con cuatro repeticiones y cada repetición con 5 unidades experimentales, donde se evaluarán diferentes porcentajes de la harina de achiote.

3.9.2. Modelo aditivo lineal: Es un modelo aditivo lineal tipo:

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

$i = 1, 2, 3, 4, 5$ (tratamientos)

$j = 1, 2, 3, 4$ (repeticiones)

Donde:

Y_{ij} = Observación experimental

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = Efecto del error experimental

Los resultados obtenidos de: pigmentación en el tarso, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, características organolépticas de la carcasa, se someterán a un análisis de varianza (ANAVA) para determinar las diferencias significativas o no entre tratamientos.

Nivel de significación (α): 5%

3.9.3. Comparación de medias.

La comparación de medias se realizará si se obtienen resultados significativamente diferentes en el ANAVA, mediante la prueba de comparación de medias tukey, con un nivel de significancia del 5 %

IV. RESULTADOS

4.1. Pigmentación en el tarso.

Tabla 6. Nivel de pigmentación.

| Tratamiento | Nivel pigmentación | | |
|-------------|--------------------|----------|----------|
| | semana 3 | semana 4 | semana 5 |
| Testigo | 1.63 | 2.50 c | 3.63 d |
| T1 | 1.50 | 3.38 bc | 4.50 c |
| T2 | 1.63 | 4.00 ab | 4.63 c |
| T3 | 1.63 | 4.13 ab | 6.25 b |
| T4 | 1.50 | 4.75 a | 7.00 a |

Fuente. Elaboración propia/valores con letras iguales no existen diferencias significativas estadísticamente.

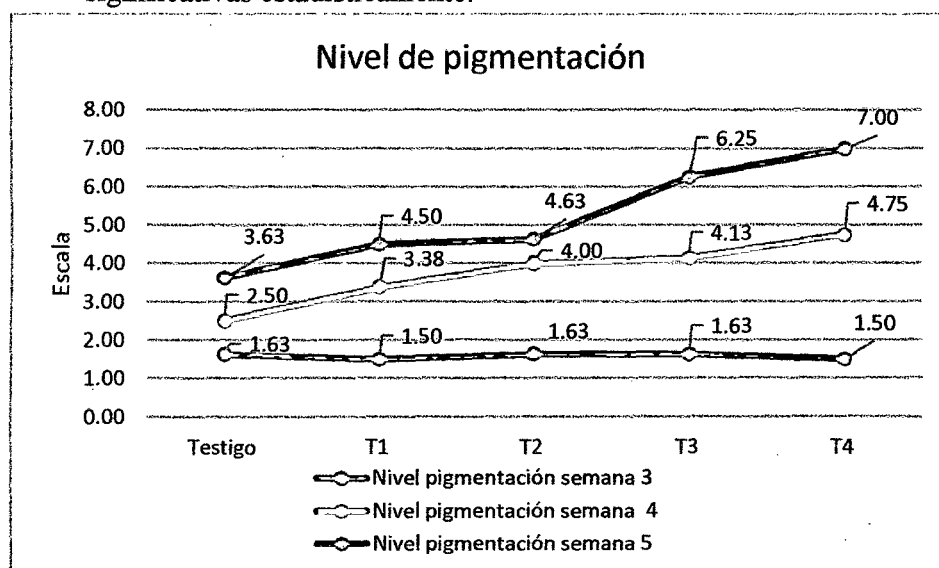


Figura 6. Nivel de pigmentación.

En la figura 6 se aprecia la coloración en el tarso en pollos de carne cobb-500 en relación a los niveles de harina de achiote (*Bixa orellana L.*) en la cuarta y quinta semana de vida.

En la cuarta semana el nivel de pigmentación según la escala del abanico colorimétrico de Roche el mayor valor se obtuvo en el tratamiento 4 con un valor de 4.75, seguido por el tratamiento 3 con un valor 4.13, tratamiento 2 con un valor de 4, el tratamiento 1 con un valor de 3.38, mientras el menor valor se obtuvo con el tratamiento testigo con un valor de 2.5. Analizado estadísticamente los datos son significativos ($p > 0.05$) entre el: tratamiento testigo con los tratamientos (T2, T3 y T4); tratamiento 1 con el tratamiento 4.

En la quinta semana el nivel de pigmentación según la escala del abanico colorimétrico de Roche el mayor valor se obtuvo en el tratamiento 4 con un valor de 7, seguido por el tratamiento 3 con un valor 6.25, tratamiento 2 con un valor de 4.63, el tratamiento 1 con 4.50, mientras el menor valor se obtuvo con el tratamiento testigo con 3.63. Analizado estadísticamente los datos son significativos ($p>0.05$) entre el: tratamiento testigo con los tratamientos (T1, T2, T3 y T4); tratamiento 1 y 2 con los tratamientos (testigo, T2, T3 y T4); tratamiento 3 con los tratamientos (testigo, T1, T2 y T4); tratamiento 4 con los tratamientos (testigo, T1, T2 y T3).

4.2. Consumo de alimento

Tabla 7. consumo de alimento diario expresado en gramos (g).

| Tratamiento | Consumo de alimento diario, g | | |
|-------------|-------------------------------|-----------|--------------|
| | semana 4 | semana 5 | semana 4 y 5 |
| Testigo | 111.50 | 144.25 a | 256.00 a |
| T1 | 108.75 | 142.25 a | 251.50 a |
| T2 | 108.00 | 141.50 a | 249.50 a |
| T3 | 107.25 | 138.00 ab | 245.00 ab |
| T4 | 100.00 | 125.75 b | 225.75 b |

Fuente. Elaboración propia/valores con letras iguales no existen diferencias significativas estadísticamente.

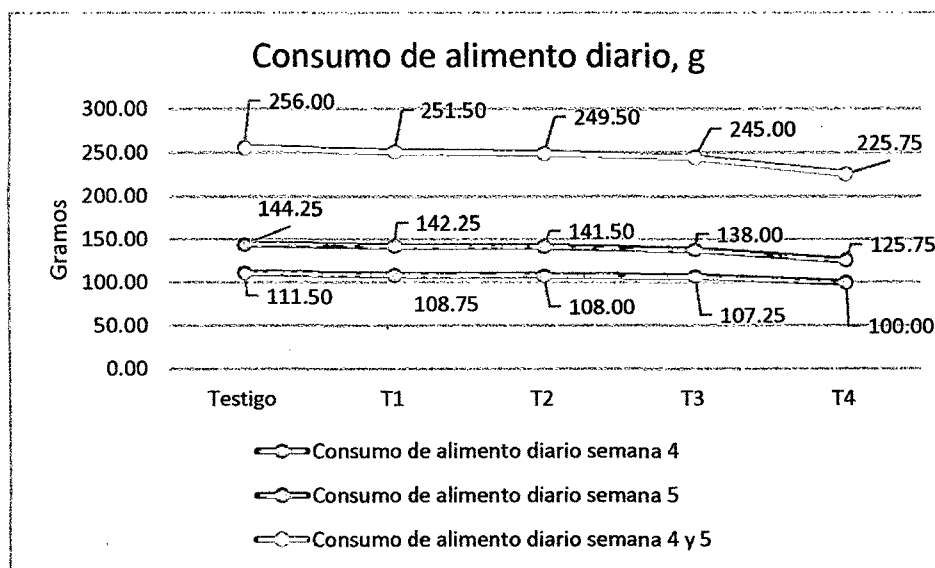


Figura 7. Consumo de alimento diario.

En la figura 7 se aprecia el promedio del consumo de alimento diario por pollo en gramos (g), promedio por pollo alojado y por tratamiento en relación a los niveles de harina de achiote (*Bixa orellana L.*).

En la cuarta semana se puede apreciar un mayor consumo de alimento es en el tratamiento testigo con un consumo 111.50g seguido por el: tratamiento 1 con un consumo 108.75g, tratamiento 2 con un consumo 108g, tratamiento 3 con un consumo 107.25g, el menor consumo de alimento se observa el tratamiento 4 con 100g. Analizado estadísticamente por la prueba de tukey se obtuvo un p-valor de 0.3472 (mayor a 0.05), por tanto, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la quinta semana se puede apreciar un mayor consumo de alimento es en el tratamiento testigo con un consumo 144.25g seguido por el: tratamiento 1 con un consumo 142.25g, tratamiento 2 con un consumo 141.50g, tratamiento 3 con un consumo 138g, el menor consumo de alimento se observa el tratamiento 4 con 125.75g. Analizado estadísticamente los datos son significativos ($p > 0.05$) entre el: tratamiento testigo con el tratamiento 4; tratamiento 1 y 2 con el tratamiento 4.

En la cuarta y quinta semana se puede apreciar un mayor consumo de alimento es en el tratamiento testigo con un consumo 256g seguido por el: tratamiento 1 con un consumo 251.50g, tratamiento 2 con un consumo 249.50g, tratamiento 3 con un consumo 245g, el menor consumo de alimento se observa el tratamiento 4 con 225.75g. Analizado estadísticamente los datos son significativos ($p > 0.05$) entre el: tratamiento testigo, T1 y T2 con el tratamiento 4.

4.3. Ganancia de peso.

Tabla 8. Ganancia de peso diario expresado en gramos (g).

| Tratamiento | Ganancia de peso diario, g | | |
|-------------|----------------------------|----------|--------------|
| | semana 4 | semana 5 | semana 4 y 5 |
| Testigo | 69.25 | 68.00 | 137.00 |
| T1 | 68.00 | 67.75 | 135.50 |
| T2 | 66.75 | 66.25 | 133.00 |
| T3 | 65.00 | 64.50 | 129.25 |
| T4 | 60.75 | 60.50 | 121.25 |

Fuente. Elaboración propia.

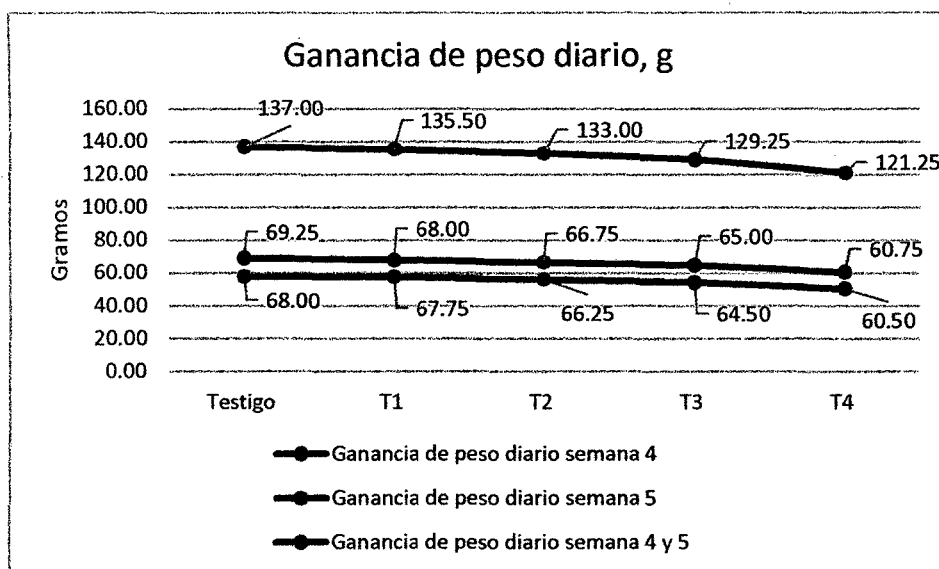


Figura 8. Ganancia de peso diario.

En la figura 8 se aprecia el promedio de la ganancia de peso diario por pollo expresado en gramos (g) en relación a los niveles de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*).

En la cuarta semana el mayor valor se obtuvo en el tratamiento testigo con 69.25g seguido por el: tratamiento 1 con una ganancia de peso de 68g, tratamiento 2 con una ganancia de peso de 66.75g, tratamiento 3 con una ganancia de peso de 65g, mientras el menor valor se obtuvo con el tratamiento 4 con una ganancia de peso de 60g. Analizado estadísticamente por la prueba de tukey se obtuvo un p-valor de 0.3700 (mayor a 0.05), por tanto, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la quinta semana el mayor valor se obtuvo en el tratamiento testigo con 68g seguido por el: tratamiento 1 con una ganancia de peso de 67.75g, tratamiento 2 con una ganancia de peso de 66.25g, tratamiento 3 con una ganancia de peso de 64.5g, mientras el menor valor se obtuvo con el tratamiento 4 con una ganancia de peso de 60.5g.

Analizado estadísticamente por la prueba de tukey se obtuvo un p-valor de 0.3093 (mayor a 0.05), por tanto, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la cuarta y quinta semana el mayor valor se obtuvo en el tratamiento testigo con 137g seguido por el: tratamiento 1 con una ganancia de peso de 135.5g, tratamiento 2 con una ganancia de peso de 133g, tratamiento 3 con una ganancia de peso de 129.25g, mientras el menor valor se obtuvo con el tratamiento 4 con una ganancia de peso de 121.25g. Analizado estadísticamente por la prueba de tukey se obtuvo un p-valor de 0.0937 (mayor a 0.05), por tanto no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

4.4. Conversión alimenticia.

Tabla 9. Conversión alimenticia

| Tratamiento | Conversión alimenticia | | |
|-------------|------------------------|----------|--------------|
| | semana 4 | semana 5 | semana 4 y 5 |
| Testigo | 1.43 | 1.85 | 1.65 |
| T1 | 1.43 | 1.88 | 1.63 |
| T2 | 1.43 | 1.90 | 1.65 |
| T3 | 1.45 | 1.90 | 1.68 |
| T4 | 1.45 | 1.85 | 1.68 |

Fuente. Elaboración propia.

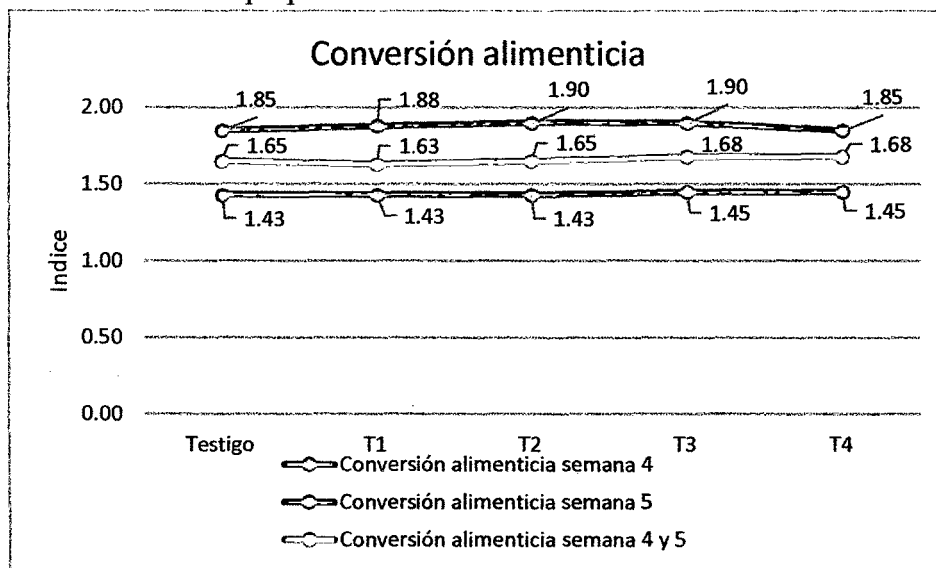


Figura 9. Conversión alimenticia.

En la figura 9 se aprecia el promedio de la conversión alimenticia por tratamiento en relación a los niveles de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*).

En la cuarta semana el mayor valor de conversión alimenticia se obtuvo en el tratamiento 3 y 4 con un valor de 1.45, mientras el menor valor se obtuvo con el tratamiento testigo y el tratamiento 1 y 2 con un valor 1.43 de conversión alimenticia. Analizado estadísticamente por la prueba de tukey se obtuvo un p-valor de 0.8998 (mayor a 0.05), por tanto, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la quinta semana el mayor valor de conversión alimenticia se obtuvo en el tratamiento 2 y 3 con un valor de 1.90, seguido por el tratamiento 1 con un valor de 1.88, mientras el menor valor se obtuvo en el tratamiento testigo y el tratamiento 4 con un valor de 1.85 de conversión alimenticia. Analizado estadísticamente por la prueba de tukey se obtuvo un p-valor de 0.9413 (mayor a 0.05), por tanto, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la cuarta y quinta semana el mayor valor de conversión alimenticia se obtuvo los tratamientos: T3 y T4 con un valor de 1.68, seguido por en tratamiento testigo y tratamiento 2 con un valor de 1.65, mientras el menor valor se obtuvo en el tratamiento 1 con un valor de 1.63 de conversión alimenticia. Analizado estadísticamente por la prueba de tukey se obtuvo un p-valor de 0.8145 (mayor a 0.05), por tanto, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

4.5. Rendimiento de carcasa

Tabla 10. Rendimiento de carcasa expresado en porcentaje (%).

| Tratamiento | Rendimiento de carcasa, % |
|-------------|---------------------------|
| Testigo | 71.50 |
| T1 | 71.35 |
| T2 | 71.65 |
| T3 | 71.50 |
| T4 | 71.55 |

Fuente. Elaboración propia.

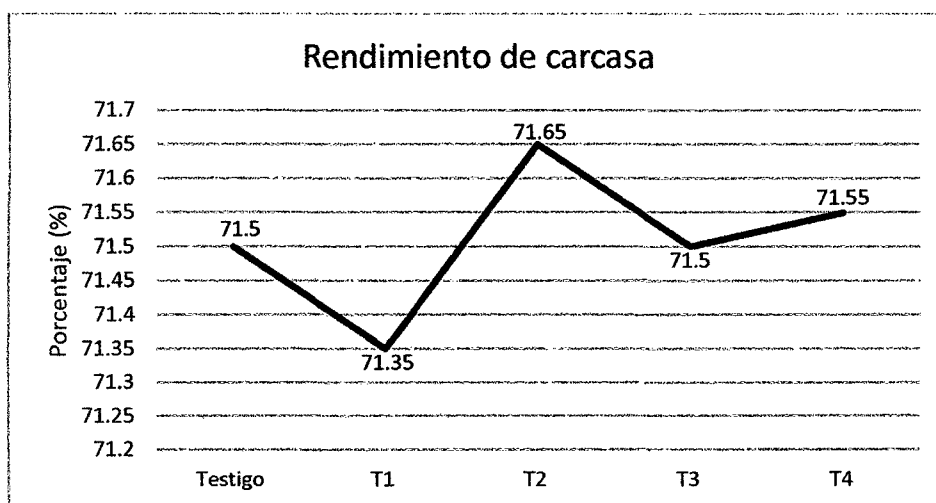


Figura 10. Rendimiento de carcasa.

En la figura 10 se aprecia el porcentaje promedio del rendimiento de carcasa por tratamiento en relación a los niveles de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*) el mayor valor de rendimiento de carcasa se obtuvo en el tratamiento 2 con 71.65%, seguido por el: tratamiento 4 con 71.55%, tratamiento testigo y el tratamiento 3 con 71.5 %, mientras el menor valor se obtuvo con el tratamiento 1 con 71.35% de rendimiento de carcasa. Analizado estadísticamente por la prueba de tukey se obtuvo un p-valor de 0.9211 (mayor a 0.05), por tanto, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

4.6. Resultado de las características organolépticas (color, olor, sabor) en los pollos faenados.

Tabla 11. Características organolépticas.

| Tratamiento | Características organolépticas | | |
|-------------|--------------------------------|------|-------|
| | color | olor | sabor |
| Testigo | 3.13 c | 2.93 | 4.13 |
| T1 | 3.67 bc | 3.07 | 4.13 |
| T2 | 3.80 ab | 3.13 | 4.20 |
| T3 | 4.13 ab | 3.13 | 4.47 |
| T4 | 4.53 a | 3.53 | 4.33 |

Fuente. Elaboración propia/valores con letras iguales no existen diferencias significativas estadísticamente.

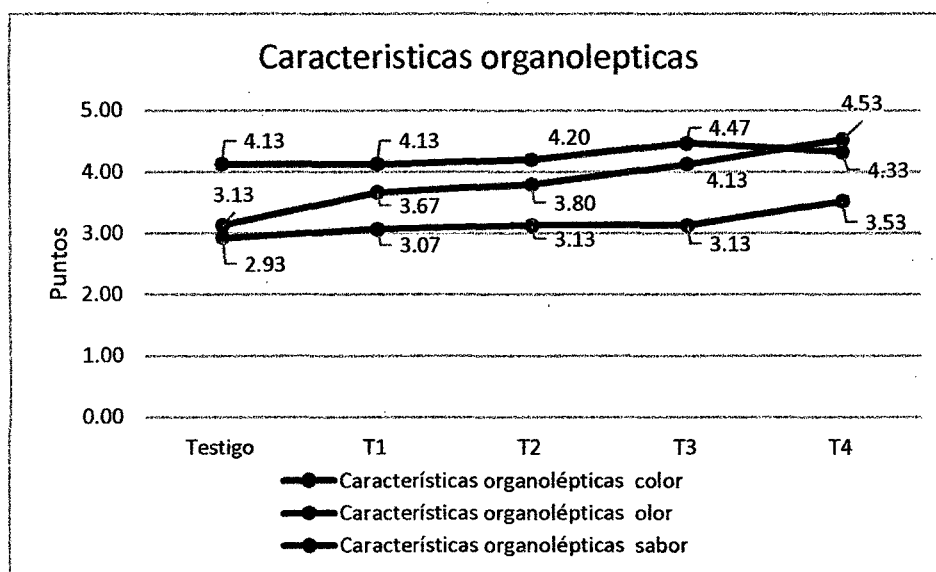


Figura 11. Características organolépticas.

En la figura 11 se aprecia el promedio de evaluación organoléptica (color, olor y sabor) realizada a los encuestadores en relación a los niveles de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*).

En el color de carcasa de los pollos faenados el mayor puntaje se obtuvo en el tratamiento 4 con un puntaje de 4.53, seguido por el: tratamiento 3 con un puntaje de 4.13, tratamiento 2 con un puntaje de 3.8, tratamiento 1 con un puntaje de 3.67, mientras el menor puntaje se obtuvo con el tratamiento testigo con 3.13 del color de carcasa de los pollos faenados, Analizado estadísticamente los datos son significativas ($p > 0.05$) entre el: tratamiento testigo con los tratamientos 2, 3 y 4, tratamiento 1 con el tratamiento 4.

En el olor de la carcasa de los pollos el mayor puntaje se obtuvo en el tratamiento 4 con 3.533, seguido por el: tratamiento 3 y 2 con un puntaje de 3.13, tratamiento 1 con un puntaje de 3.07, mientras el menor puntaje se obtuvo con el tratamiento testigo con 2.93 del olor de la carcasa de los pollos sacrificados. Analizado estadísticamente por la prueba de tukey se obtuvo un p-valor de 0.1603 (mayor a 0.05), por tanto, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En el sabor de la carcasa de los pollos el mayor puntaje se obtuvo en el tratamiento 3 con un puntaje de 4.47, seguido por el tratamiento 4 con un puntaje de 4.33, tratamiento 2 con un puntaje de 4.20, mientras el menor puntaje se obtuvo con el tratamiento testigo y tratamiento 1 con 4.13 del sabor de la carcasa de los pollos faenados. Analizado estadísticamente por la prueba de tukey se obtuvo un p-valor de 0.5203 (mayor a 0.05), por tanto, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

4.7. Merito económico

Tabla 12. Costo sobre la alimentación.

| Tratamientos | Testigo | Niveles de harina de achiote | | | |
|--|---------|------------------------------|--------|----------|--------|
| | | T1: 0.5% | T2: 1% | T3: 1.5% | T4: 2% |
| Consumo por tratamiento | | | | | |
| Concentrado kg | 4.79 | 4.73 | 4.70 | 4.64 | 4.37 |
| Precio | | | | | |
| Concentrado inicio S/kg | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 1.80 |
| Concentrado crecimiento S/kg | 1.67 | 1.69 | 1.70 | 1.72 | 1.79 |
| Concentrado engorde S/kg | 1.69 | 1.71 | 1.74 | 1.77 | 1.80 |
| Costo alimentación por pollo(S/.) | 4.54 | 4.52 | 4.53 | 4.53 | 4.37 |

Fuente: Elaboración propia.

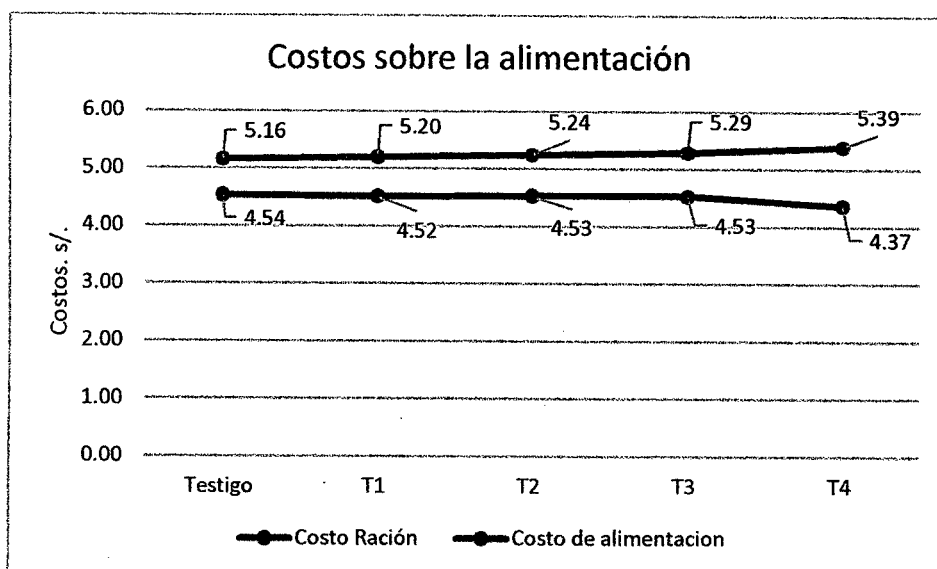


Figura 12. Costo sobre la alimentación.

El mérito económico sobre los costos de alimentación fue calculado sobre la base de los costos de alimentación incurridos durante la toda la etapa de alimentación de los pollos de carne cob-500.

En la figura 12 se aprecia el promedio del costo de alimentación por pollo alojado en cada tratamiento en relación a los niveles de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*) el mayor costo de alimentación obtuvo los tratamientos; testigo con un precio de S/5.54, seguido por el: tratamiento 2 y 3 con un precio de S/ 4.53, tratamiento 1 con un precio de S/4.52, mientras el menor costo de alimentación se obtuvo con el tratamiento 4 con S/4.37.

4.7. 1. Utilidad

Tabla 13. Utilidad

| VARIABLES | Niveles de harina de achiote | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Testigo | T1:0.5% | T2:1% | T3:1.5% | T4:2% |
| Costo pollos BB, S/. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Alimentación + mano obra, sanidad S/. | 6.04 | 6.02 | 6.03 | 6.03 | 5.87 |
| Costo unitario por pollos | 8.04 | 8.02 | 8.03 | 8.03 | 7.87 |
| Peso final promedio, kg | 1.89 | 1.89 | 1.87 | 1.84 | 1.78 |
| Precio por kilo de peso vivo | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| Ingreso por la venta | 11.36 | 11.31 | 11.21 | 11.06 | 10.70 |
| Utilidad por pollo S/. | 3.32 | 3.29 | 3.17 | 3.03 | 2.83 |

Fuente: Elaboración propia.

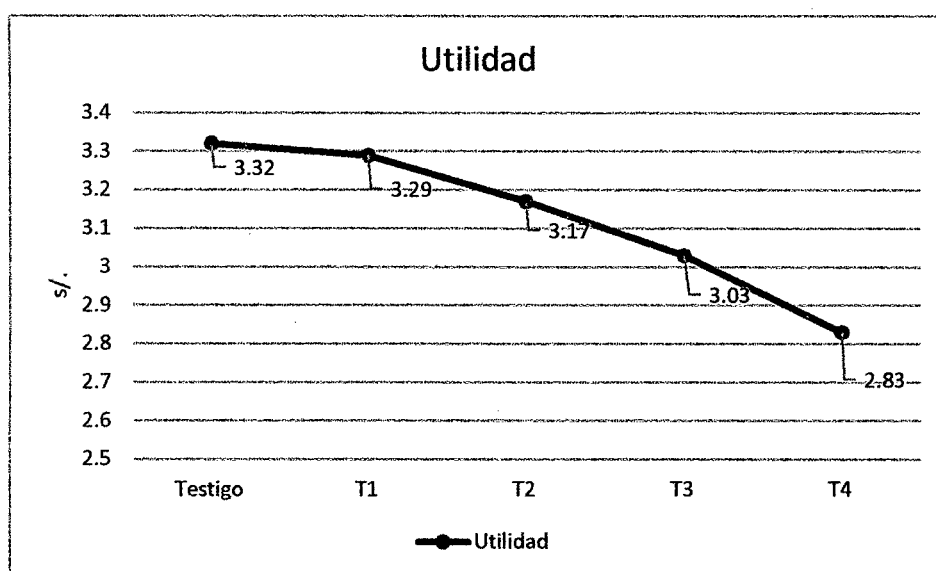


Figura 13. Utilidad.

La utilidad para este trabajo de investigación se obtuvo la diferencia los ingresos (pollo vendido) menos los egresos (costo de producción por pollo)

Para este trabajo de investigación se obtuvo la división de los ingresos (pollo vendido) entre los egresos (costo por pollo).

En la figura 13 se aprecia el costo de producción por pollo (costo unitario por pollo) y el ingreso por venta por pollos alojado en cada tratamiento en relación a los niveles de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*) la mayor utilidad obtuvo el tratamiento testigo con una utilidad de S/. 3.32, seguido de el: tratamiento 1 con una utilidad de S/. 3.29, tratamiento 2 con una utilidad de S/. 3.17, tratamiento 1 con una utilidad de S/. 3.03, mientras la menor utilidad obtuvo el tratamiento 4 con S/. 2.83.

V. DISCUSIONES

- En el trabajo de investigación se observó que a medida que se incrementó los niveles de harina de achiote en: 0.5%, 0.1%, 1.5% y 2%, mayor fue la coloración en el tarso de los pollos cobb-500, mostrando diferencias significativas ($p>0.05$) coincidiendo con Mora (2014), realizo una investigación en pollos utilizando pigmentante natural en niveles de: 1.5%, 3% y 4.5% de harina de achiote en la ración, a medida que se incrementó los niveles evidenció mayor coloración en el tarso.
- En el trabajo de investigación se observó diferencias significativas en el consumo de alimento diario, entre el tratamiento testigo y el tratamiento 4 coincidiendo con Mora (2014), encontró diferencias significativas en el consumo de alimento entre tratamientos, utilizando el 1.5%, 3% y 4.5% de harina de achiote en la ración.
- En la investigación realizada se determinó que la mayor ganancia de peso obtuvo el tratamiento testigo, no hubo diferencias significativas ($p>0.05$) pero, si diferencias numéricas, coincidiendo con Mora (2014), en mejor peso que obtuvo fue el tratamiento testigo, en la investigación utilizando el pigmentante natural de harina de achiote.
- En la investigación realizada se determinó que la mejor conversión alimenticia obtuvo el tratamiento testigo, no hubo diferencias significativas ($p>0.05$) pero, si diferencias numéricas, coincidiendo con Mora (2014), la mejor conversión alimenticia obtuvo el tratamiento testigo, en la investigación utilizando el pigmentante natural de harina de achiote.
- El rendimiento de carcasa en los tratamientos los valores fueron similares de: 71.5%, 71.35%, 71.65%, 71.5% y 71.55%, fueron semejantes a los obtenidos por Bernal (2015), quien para niveles de DDGS, encontró el rendimiento de carcasa de 71.00% y 71.09%.

- En el trabajo de investigación los jueces observaron que a medida que se incrementó los niveles de harina de achiote mayor fue aceptación de los pollos faenados, coincidiendo con Avila y cuca (2008), el grado de pigmentación deseado va a depender de las preferencias del consumidor en un área geográfica determinada, según la tradición, la disponibilidad de los productos y su mercadeo, el color es una de las características más importantes de los alimentos ya que puede determinar su aceptación o rechazo por parte del consumidor.
- En la investigación realizada se determinó que el mayor costo de alimentación obtuvo los tratamientos; testigo con un precio de S/.5.54, seguido por el: tratamiento 2 y 3 con un precio de S/ 4.53, tratamiento 1 con un precio de S/.4.52, mientras el menor costo de alimentación se obtuvo con el tratamiento 4 con S/.4.37.
- La mayor utilidad obtuvo el tratamiento testigo con una utilidad de S/. 3.32, seguido de el: tratamiento 1 con una utilidad de S/. 3.29, tratamiento 2 con una utilidad de S/. 3.17, tratamiento 1 con una utilidad de S/. 3.03, mientras la menor utilidad obtuvo el tratamiento 4 con S/. 2.83

VI. CONCLUSIONES

- La inclusión de harina de achiote en la dieta aumentó significativamente el nivel de pigmentación en el tarso, en la cuarta semana el mayor valor se obtuvo en el T4 con un valor de 4.75, seguido por el T3 con un valor 4.13, T2 con un valor de 4, el T1 con un valor de 3.38, mientras el menor valor se obtuvo con el tratamiento testigo con un valor de 2.5, en la quinta semana el mayor valor se obtuvo en el T4 con un valor de 7, seguido por el T3 con un valor 6.25, T2 con un valor de 4.63, el T1 con 4.50, el menor valor se obtuvo con el tratamiento testigo con 3.63
- La inclusión de harina de achiote en la dieta disminuyó el consumo de alimento significativamente por pollo al día, en la cuarta y quinta semana se puede apreciar un mayor consumo de alimento es en el tratamiento testigo con un consumo 256g seguido por el: T1 con un consumo 251.50g, T2 con un consumo 249.50g, T3 con un consumo 245g, el menor consumo de alimento se observó el T4 con 225.75g. probablemente se deba a que la harina de achiote cuenta con compuestos que la hacen poco palatable para las aves.
- La inclusión de harina de achiote al 1.5% en la dieta no afectó significativamente en los parámetros productivos de: ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa.
- La inclusión de harina de achiote en la dieta, los jueces concluyeron que a medida que se incrementó los niveles de harina de achiote en la dieta mayor fue la aceptación, en cuanto al color, olor y sabor de los pollos faenados.
- El costo de alimentación por pollo en los tratamientos; testigo de S/.5.54, seguido por el: T2 y T3 de S/ 4.53, T1 de S/.4.52 y el T4 de S/.4.37 por pollo, obteniendo una utilidad mayor en: el tratamiento testigo con una utilidad de S/. 3.32, seguido de el: T1 con una utilidad de S/. 3.29, T2 con una utilidad de S/. 3.17, T1 con una utilidad de S/. 3.03, la menor utilidad obtuvo el T4 con S/. 2.83; lo que nos da como diferencia de entre tratamientos y ya que, por la tonalidad obtenida en las pruebas, se justifica la inversión ya que la comercialización de los pollos con alta pigmentación es ventajosa.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir haciendo investigaciones con diferentes clases de pigmentante de origen natural, de esta manera se utilizará menos xantofila sintética.
- Se recomienda la inclusión de harina de achiote (*Bixa Orellana L.*) al 1.5% en la dieta de los pollos de carne cobb-500, por qué no afecta los parámetros productivos de; consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y rendimiento de carcasa.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcivar, D. F. (2014). *Evaluación del pigmentante natural harina de achiote (Bixa orellana L.) en pollos en pie*. Tesis para optar el título de ingeniero agropecuario. Universidad católica de Santiago de Guayaquil de Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/2708/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-41.pdf>. Acceso el 06 de enero del 2016.
- Avila, G. E., Cuca, G. M., (2008). *La alimentación de las aves*. Colegio de postgraduados, Montecillo, Ed. De Mexico. Mexico. Disponible en: http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/673/1/Chan_D%C3%ADa_z_DJ_DC_Ganaderia_2012.pdf. Acceso el 07 de enero del 2016.
- Asociación de Exportadores del Perú. (ADEX, 2011). *Exportación de achiote crece sostenidamente*. Perú. Disponible en: <http://www.connuestroperu.com/economia/18546-adex-exportacion-de-achiote-crece-sostenidamente>. Acceso el 26 de enero del 2016.
- Bernal, W. (2015) *Efecto de la inclusión de diferentes niveles de granos de destilería deshidratados con solubles (DDGS) o harina de frijol (Phaseolus acutifolius) en los índices productivos de pollos de carne línea Cobb - 500*. Tesis para optar el grado de magister en producción animal. Amazonas-Perú.
- Botanical. (1999). *Carotenoides: propiedades de los carotenoides*. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/medicinalescarotenos.htm>. Acceso el 10 de febrero del 2016.
- Bustamante, O. E. (2010). *Factores que pueden contribuir a la buena pigmentación del pollo de engorde*. Perú. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/foros/factores-pueden-contribuir-buena-t18804/141-p0.htm>
- Calvo, M., (2004). *Bioquímica de los alimentos: caratenoides*. España. Disponible en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/carotenoides.html>. Acceso el 06 de febrero del 2016.
- Cisneros, F, (2012). *Desarrollos tecnológicos en la pigmentación de huevo y pollo*. Mexico. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2398/desarrollos-tecnologicos-en-la-pigmentacion-de-huevo-y-pollo/>. Acceso el 16 de enero del 2016.
- Copyright. (2010). *El achiote*. Perú. Disponible en: <http://www.ptnsa.com/achiote.php>.

- El comercio., (2016). *Perú apunta a liderar mercado de colorantes naturales del mundo*. Perú. Disponible en: <http://elcomercio.pe/economia/dia-1/peru-apunta-liderar-mercado-colorantes-naturales-mundo-noticia-1877179>. Acceso el 10 de enero del 2016.
- Fernández, S. (2014). *Pigmentación en pollo de engorde*. Colombia. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2658/pigmentacion-en-pollo-de-engorde/>. Acceso el 11 de enero del 2016.
- Guía de manejo del pollo de carne Cobb 500. Disponible en: www.cobb-vantress.com. Acceso el 19 de febrero del 2016.
- Hernández, M., (2003). *Pigmentación en la Industria Avícola*. Mexico. Disponible en: <http://bmeditores.mx/pigmentacion-en-la-industria-avicola/>. Acceso el 09 de enero del 2016.
- Hencken, H. 1992. Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation. *PoultrySci*.p.711. Disponible en: <http://www.japrx.oxfordjournals.org/content/8/4/472.full.pdf>. Acceso el 20 de diciembre del 2015.
- Ingram, J. 1969. The annatto free (Bixa orellana L) Aguide to its ocurrence, cultivation, preparation and uses. Pág. 97, 102. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/v8879e/v8879e.pdf>. Acceso el 03 de diciembre del 2015.
- Mayrock, H. J., (2014). *Pigmentos naturales para colorear pollos, huevos, camarones*. Perú. Disponible en: <http://www.montana.com.pe/pigmentantes.html>. Acceso el 04 de enero del 2016.
- Ministerio de Agricultura., (MINAG, 2011). *la Región Amazonas se registran datos de producción de achiote*. Disponible en: http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil_comercial/ACHIOTE.pdf. Acceso el 20 de febrero del 2016.
- Ministerio de Agricultura., (MINAG, 2013). *El achiote*. Peru. Disponible en: <http://www.proyectosperuanos.com/achiote.html>. Acceso el 26 de enero del 2016.
- Montilla, J. J., y Angula, I. A., (1984). *Pigmentantes en raciones para aves*. Francia. Disponible en: http://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1985m9v27n9/selavi_a1985m9v27n9p281.pdf. Acceso el 09 de enero del 2016.

- Mora, C. R., (2014). *Utilización de harina de achiote (bixa orellana l) como pigmentante en el engorde de pollos*. Tesis para optar el título de Médico veterinario y zootecnista. Universidad técnica de machala de Ecuador. Disponible en: http://repositorio.Utma chala.edu.ec/jspui/bitstream/48000/1451/7/CD523_TESIS.pdf. Acceso el 20 de enero del 2016.
- Nakamura, D., (2013). *El achiote peruano abre su camino hacia el exterior*. Perú. Disponible en: <http://peru21.pe/emprendedores/achiote-peruano-se-abre-camino-exterior-2129435>. Acceso el 10 de febrero del 2016.
- Perez, S., Cuen, M., y Becerra, R., (2003). *El achiote*. Perú. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv46art2.pdf>
- Perú condor., (2014). *Achiote*. Perú. Disponible en: http://www.perucondor.com/articulos/es_achiote01.htm. Acceso el 16 de febrero del 2016.
- Peru Ecológico., (2012). *Achiote (Bixa Orellana l)*. Perú. Disponible en: http://www.peruecologico.com.pe/flo_achiote_1.htm. Acceso el 06 de febrero del 2016.
- Roca, A., (2012). *Oleorresina de Achiote como pigmentante natural para la yema de huevo en gallinas*. Perú. Disponible en: <http://www.zoetecnocampo.com/foroa/Forum2/HTML/000904.html>. Acceso el 06 de enero del 2016.
- Salva, B., (1996). *Utilización de Enzimas en la extracción de bixina a partir de semillas de Achiote (Bixa Orellana L.)*. Tesis UNALM. Disponible en: http://www.lamolina.edu.pe/investigacion/web/anales/pdf_anales/xxxi-97.pdf. Acceso el 22 de diciembre del 2015.
- Sierra Exportadora., (2014). *El achiote*. Perú. Disponible en: http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil_comercial/ACHIOTE.pdf. Acceso el 13 de enero del 2016.
- Unity Scientific., (2014). *Manual laboratory equipment and accessories Food*.
- Zambrano, J. A., (2013). *Pigmentacion en pollo: Marigold al alimento*. Ecuador. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/foros/pigmentacion-pollo-marigold-alimento-t27054/141-p0.htm>. Acceso el 20 de enero del 2016.

ANEXOS

Tabla 14. Insumos utilizados en la etapa de inicio (1-14 días)

| INSUMOS | CANTIDAD (%) |
|-----------------------|-----------------|
| Carb. calcio | 1.500 |
| Sal comun | 0.250 |
| Fosbic,18.5 | 1.000 |
| Metion DL | 0.150 |
| Lisina HCL | 0.018 |
| Clor. colina 60% | 0.100 |
| Hna Pescado | 6.998 |
| Proapak 2A pollos | 0.100 |
| aceite palma | 2.000 |
| Maiz molido | 60.472 |
| Torta de soya ADM 48 | 27.371 |
| BMD, 11% | 0.030 |
| Quantum blue poll100g | 0.010 |
| Total | 100.00 |

Nutrientes de la ración en la etapa de inicio (1-14 días).

| | |
|-----------------------|------------|
| Energía metab. Aves | 3,035.1510 |
| Proteína cruda | 22.0000 |
| Calcio | 1.1340 |
| Fosforo disponible | 0.4620 |
| Sodio | 0.1780 |
| Cloro | 0.1870 |
| Arginina disg. Aves | 1.1980 |
| Lisina disg. Aves | 1.3200 |
| Metionina dig. Aves | 0.5650 |
| Met + cist dig. Aves | 0.8950 |
| Treonina disg. Aves | 0.8800 |
| Triptófano disg. Aves | 0.1050 |
| Valina dig. Aves | 0.8920 |

Tabla 15. Insumos utilizados en la etapa de crecimiento (14-22 días)

| INSUMOS | CANTIDAD (%) |
|-----------------------|--------------|
| Carb.calcio | 1.000 |
| Sal comun | 0.253 |
| Fosbic,18.5 | 0.800 |
| Metion DL | 0.150 |
| Lisina HCL | 0.200 |
| Clor. colina 60% | 0.100 |
| Hna Pescado | 2.000 |
| Proapak 2A pollos | 0.100 |
| aceite palma | 1.566 |
| Maiz molido | 70.610 |
| Torta de soya ADM 48 | 23.169 |
| BMD, 11% | 0.040 |
| Quantum blue poll100g | 0.011 |
| Total | 100.00 |

Tabla 16. Insumos utilizados en la etapa de crecimiento (22-28 días).

| INSUMOS | Testigo (T0) | Tratamiento 1 (0.5%hna. Achiote) | Tratamiento 2 (1% hna. Achiote) | Tratamiento 3 (1.5% hna. achiote) | Tratamiento 4 (2% hna. Achiote) |
|-----------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Carb.calcio | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Sal comun | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 | 0.253 |
| Fosbic,18.5 | 0.800 | 0.800 | 0.800 | 0.800 | 0.800 |
| Metion DL | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 |
| Lisina HCL | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 |
| Clor. colina 60% | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| Hna Pescado | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| Hna achiote | 0.000 | 0.500 | 1.000 | 1.500 | 2.000 |
| Proapak 2A pollos | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| aceite palma | 1.566 | 1.671 | 1.776 | 1.881 | 1.950 |
| Maiz molido | 70.610 | 70.143 | 69.776 | 69.409 | 69.100 |
| Torta de soya ADM 48 | 23.169 | 23.032 | 22.790 | 22.560 | 22.300 |
| BMD, 11% | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.040 |
| Quantum blue poll100g | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 |
| Total | 100.00 | 100.000 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Nutrientes de la ración en la etapa de crecimiento (22-28 días).

| NUTRIENTES | Testigo (T0) | Tratamiento 1 (0.5%hna. Achioté) | Tratamiento 2 (1% hna. Achioté) | Tratamiento 3 (1.5% hna. achioté) | Tratamiento 4 (2% hna. Achioté) |
|-----------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Energía metab. Aves | 3,108.0000 | 3,108.0000 | 3,108.0000 | 3,108.0000 | 3,108.0000 |
| Proteína cruda | 19.0000 | 19.0000 | 19.0000 | 19.0000 | 19.0000 |
| Fibra cruda | 2.6201 | 2.6456 | 2.6710 | 2.6965 | 2.7219 |
| Calcio | 0.9500 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9500 |
| Fosforo disponible | 0.4690 | 0.4675 | 0.4661 | 0.4646 | 0.4631 |
| Sodio | 0.1800 | 0.1800 | 0.1800 | 0.1800 | 0.1800 |
| Cloro | 0.2548 | 0.2553 | 0.2558 | 0.2563 | 0.2568 |
| Arginina disg. Aves | 1.0952 | 1.0939 | 1.0927 | 1.0915 | 1.0902 |
| Lisina disg. Aves | 1.0426 | 1.0419 | 1.4412 | 1.0404 | 1.0397 |
| Metionina disg. Aves | 0.4484 | 0.4478 | 0.4472 | 0.4466 | 0.4460 |
| Met + cist disg. Aves | 0.7483 | 0.7466 | 0.7450 | 0.7473 | 0.7417 |
| Treonina disg. Aves | 0.6433 | 0.6421 | 0.6408 | 0.6396 | 0.6384 |
| Triptófano disg. Aves | 0.2009 | 0.2004 | 0.2000 | 0.1996 | 0.1992 |
| Valina disg. Aves | 0.8115 | 0.8089 | 0.8084 | 0.8068 | 0.8052 |

Tabla 17. Insumos utilizados en la etapa de engorde (29-38 días).

| INSUMOS | Testigo (T0) | Tratamiento 1 (0.5%hna. Achioté) | Tratamiento 2 (1% hna. Achioté) | Tratamiento 3 (1.5% hna. achioté) | Tratamiento 4 (2% hna. Achioté) |
|-----------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Carb. calcio | 0.900 | 0.900 | 0.900 | 0.900 | 0.900 |
| Sal comun | 0.322 | 0.250 | 0.253 | 0.256 | 0.259 |
| Fosbic, 18.5 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| Metion DL | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 | 0.150 |
| Lisina HCL | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 |
| Clor. colina 60% | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 |
| Hna Pescado | 1.626 | 1.510 | 1.393 | 1.276 | 1.160 |
| Hna achioté | 0.000 | 0.500 | 1.000 | 1.500 | 2.000 |
| Proapak 2A pollos | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 |
| aceite palma | 2.980 | 3.008 | 3.213 | 3.417 | 3.622 |
| Maiz molido | 70.340 | 69.971 | 69.210 | 68.459 | 67.707 |
| Torta de soya ADM 48 | 22.780 | 22.810 | 22.981 | 23.142 | 23.303 |
| BMD, 11% | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.040 |
| Quantum blue poll100g | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Nutrientes de la ración en la etapa de engorde (29-38 días).

| NUTRIENTES | Testigo (T0) | Tratamiento 1 (0.5%hna. Achioté) | Tratamiento 2 (1% hna. Achioté) | Tratamiento 3 (1.5% hna. achioté) | Tratamiento 4 (2% hna. Achioté) |
|-----------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Energía metab. Aves | 3,180.0000 | 3,180.0000 | 3,180.0000 | 3,180.0000 | 3,180.0000 |
| Proteína cruda | 17.9000 | 17.9000 | 17.9000 | 17.9000 | 17.9000 |
| Fibra cruda | 3.2654 | 3.2744 | 3.3319 | 3.3894 | 3.4469 |
| Calcio | 0.8000 | 0.8000 | 0.8000 | 0.8000 | 0.8000 |
| Fosforo disponible | 0.3971 | 0.3967 | 0.3963 | 0.3958 | 0.3954 |
| Sodio | 0.7000 | 0.1700 | 0.1700 | 0.1700 | 0.1700 |
| Cloro | 0.2423 | 0.2432 | 0.2441 | 0.2453 | 0.2465 |
| Arginina disg. Aves | 1.0284 | 1.0269 | 1.0255 | 1.0241 | 1.0227 |
| Lisina disg. Aves | 0.9669 | 0.9645 | 0.9621 | 0.9597 | 0.9573 |
| Metionina disg. Aves | 0.4265 | 0.4243 | 0.4221 | 0.4199 | 0.4177 |
| Met + cist disg. Aves | 0.7121 | 0.7082 | 0.7053 | 0.7024 | 0.6994 |
| Treonina disg. Aves | 0.6990 | 0.5961 | 0.5941 | 0.5922 | 0.5902 |
| Triptófano disg. Aves | 0.1889 | 0.1887 | 0.1886 | 0.1884 | 0.1882 |
| Valina disg. Aves | 0.7716 | 0.7224 | 0.7232 | 0.7241 | 0.7249 |

Tabla 18. Costo de los insumos.

| INSUMOS | Costo/Kg |
|-----------------------|----------|
| Carb.calcio | 0.38 |
| Sal comun | 0.70 |
| Fosbic,18.5 | 3.90 |
| Metion DL | 22.50 |
| Lisina HCL | 10.00 |
| Clor. colina 60% | 5.30 |
| Hna Pescado | 3.35 |
| Hna achiote | 6.00 |
| Proapak 2A polllos | 19.20 |
| aceite palma | 4.00 |
| Maiz molido | 1.30 |
| Torta de soya ADM 48 | 2.12 |
| BMD, 11% | 24.00 |
| Quantum blue poll100g | 80.00 |

Tabla 19. Consumo de alimento:

| | | |
|-----------|--------|-----|
| Semana. 1 | 45000 | 201 |
| Semana. 2 | 82880 | 370 |
| Semana. 3 | 148288 | 662 |

Semana 4.

| TESTIGO | | | | TR 01(0.5% achiote) | | | | TR 02 (1% achiote) | | | | TR 03 (1.5% achiote) | | | | TR 04 (2% achiote) | | | |
|---------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 3.7 | 3.4 | 4.2 | 4.3 | 4.0 | 3.6 | 3.8 | 3.8 | 4.1 | 3.5 | 3.7 | 3.8 | 3.6 | 4.2 | 3.5 | 3.7 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.5 |
| 740 | 680 | 840 | 860 | 800 | 720 | 760 | 760 | 820 | 700 | 740 | 760 | 720 | 840 | 700 | 740 | 680 | 700 | 720 | 700 |

Semana 5.

| TESTIGO | | | | TR 01(0.5% achiote) | | | | TR 02 (1% achiote) | | | | TR 03 (1.5% achiote) | | | | TR 04 (2% achiote) | | | |
|---------|------|------|-----|---------------------|-----|------|------|---------------------|-----|------|-----|-----------------------|------|------|-----|--------------------|-----|-----|-----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 4.9 | 5.3 | 5.1 | 4.9 | 4.6 | 4.9 | 5.2 | 5.3 | 5.1 | 4.8 | 5.0 | 4.9 | 4.7 | 5.0 | 5.1 | 4.5 | 4.4 | 4.5 | 4.1 | 4.6 |
| 980 | 1060 | 1020 | 980 | 920 | 980 | 1040 | 1060 | 1020 | 960 | 1000 | 980 | 940 | 1000 | 1020 | 900 | 880 | 900 | 820 | 920 |

Semana 4 y 5.

| TESTIGO | | | | TR 01(0.5% achiote) | | | | TR 02 (1% achiote) | | | | TR 03 (1.5% achiote) | | | | TR 04 (2% achiote) | | | |
|---------|------|------|------|---------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|--------------------|------|------|------|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 8.60 | 8.70 | 9.30 | 9.20 | 8.60 | 8.50 | 9.00 | 9.10 | 9.20 | 8.30 | 8.70 | 8.70 | 8.30 | 9.20 | 8.60 | 8.20 | 7.80 | 8.00 | 7.70 | 8.10 |
| 1720 | 1740 | 1860 | 1840 | 1720 | 1700 | 1800 | 1820 | 1840 | 1660 | 1740 | 1740 | 1660 | 1840 | 1720 | 1640 | 1560 | 1600 | 1540 | 1620 |

Tabla 20. Pesos:

Semana 3.

| TESTIGO | | | | TR 01 (0.5% achote) | | | | TR 02 (1% achote) | | | | TR 03 (1.5% achote) | | | | TR 04 (2% achote) | | | |
|---------|------|------|-----|---------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 1002 | 1001 | 997 | 969 | 1036 | 963 | 1018 | 924 | 897 | 978 | 1061 | 951 | 811 | 1022 | 930 | 1012 | 971 | 859 | 1063 | 948 |
| 971 | 902 | 965 | 964 | 979 | 954 | 924 | 1058 | 1010 | 980 | 1008 | 901 | 1053 | 928 | 1060 | 828 | 1057 | 873 | 925 | 1061 |
| 940 | 947 | 1015 | 766 | 975 | 1000 | 982 | 928 | 980 | 925 | 999 | 1041 | 996 | 962 | 1034 | 894 | 976 | 1074 | 1015 | 918 |
| 759 | 961 | 810 | 966 | 777 | 888 | 795 | 933 | 885 | 1031 | 804 | 856 | 1006 | 1050 | 938 | 806 | 848 | 945 | 883 | 950 |
| 1015 | 816 | 909 | 985 | 972 | 928 | 914 | 775 | 966 | 771 | 766 | 915 | 838 | 725 | 758 | 1074 | 762 | 988 | 783 | 777 |
| 937 | 925 | 939 | 930 | 948 | 947 | 927 | 924 | 948 | 937 | 928 | 933 | 941 | 937 | 944 | 923 | 923 | 948 | 934 | 931 |

Semana 4.

| TESTIGO | | | | TR 01 (0.5% achote) | | | | TR 02 (1% achote) | | | | TR 03 (1.5% achote) | | | | TR 04 (2% achote) | | | |
|---------|------|------|------|---------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 1460 | 1600 | 1280 | 1460 | 1370 | 1460 | 1290 | 1370 | 1470 | 1510 | 1230 | 1660 | 1410 | 1400 | 1460 | 1570 | 1430 | 1640 | 1520 | 1480 |
| 1650 | 1300 | 1480 | 1340 | 1270 | 1330 | 1490 | 1480 | 1500 | 1590 | 1490 | 1510 | 1300 | 1520 | 1570 | 1610 | 1230 | 1320 | 1180 | 1630 |
| 1410 | 1450 | 1370 | 1480 | 1450 | 1440 | 1410 | 1690 | 1540 | 1270 | 1410 | 1330 | 1240 | 1300 | 1340 | 1210 | 1520 | 1240 | 1390 | 1400 |
| 1310 | 1300 | 1550 | 1470 | 1570 | 1330 | 1390 | 1430 | 1310 | 1150 | 1460 | 1260 | 1450 | 1450 | 1050 | 1220 | 1240 | 1330 | 1320 | 1170 |
| 1150 | 1300 | 1480 | 1510 | 1470 | 1330 | 1600 | 1240 | 1480 | 1370 | 1210 | 1310 | 1550 | 1500 | 1430 | 1240 | 1350 | 1360 | 1340 | 1110 |
| 1396 | 1390 | 1432 | 1452 | 1426 | 1378 | 1436 | 1408 | 1460 | 1378 | 1360 | 1414 | 1390 | 1434 | 1370 | 1370 | 1354 | 1378 | 1350 | 1358 |

Semana 5.

| TESTIGO | | | | TR 01 (0.5% achote) | | | | TR 02 (1% achote) | | | | TR 03 (1.5% achote) | | | | TR 04 (2% achote) | | | |
|---------|------|------|------|---------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 2000 | 1900 | 1750 | 1900 | 1900 | 1900 | 2100 | 2000 | 1950 | 2100 | 1700 | 2200 | 1900 | 2000 | 1800 | 1650 | 1650 | 1550 | 1800 | 2200 |
| 2150 | 1900 | 1750 | 1950 | 1800 | 1950 | 2150 | 1850 | 2100 | 1550 | 1800 | 1750 | 1800 | 1900 | 1850 | 2050 | 1750 | 1750 | 1850 | 1450 |
| 1750 | 1750 | 1950 | 2000 | 1900 | 1650 | 1650 | 1850 | 1750 | 1850 | 1750 | 1700 | 1600 | 1800 | 1450 | 1650 | 2000 | 1800 | 1600 | 1450 |
| 1700 | 2150 | 2050 | 1900 | 2150 | 1750 | 2150 | 2150 | 1950 | 1650 | 1850 | 2050 | 2000 | 1800 | 2150 | 1600 | 1500 | 2350 | 1550 | 1850 |
| 1900 | 1550 | 2000 | 1850 | 1450 | 1900 | 1750 | 1700 | 2000 | 1900 | 1950 | 1800 | 1750 | 2200 | 2000 | 1900 | 1850 | 1750 | 1950 | 2000 |
| 1900 | 1850 | 1900 | 1920 | 1840 | 1830 | 1960 | 1910 | 1950 | 1810 | 1810 | 1900 | 1810 | 1940 | 1850 | 1770 | 1750 | 1840 | 1750 | 1790 |

Tabla 21. Ganancia de peso:

Semana 4.

| TESTIGO | | | | TR 01 (0.5% achote) | | | | TR 02 (1% achote) | | | | TR 03 (1.5% achote) | | | | TR 04 (2% achote) | | | |
|---------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 459 | 465 | 493 | 522 | 478 | 431 | 509 | 484 | 512 | 441 | 432 | 481 | 449 | 497 | 426 | 447 | 431 | 430 | 416 | 427 |

Semana 5.

| TESTIGO | | | | TR 01 (0.5% achote) | | | | TR 02 (1% achote) | | | | TR 03 (1.5% achote) | | | | TR 04 (2% achote) | | | |
|---------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 504 | 460 | 468 | 468 | 414 | 452 | 524 | 502 | 490 | 432 | 450 | 486 | 420 | 506 | 480 | 400 | 396 | 462 | 400 | 432 |

Semana: 4 y 5.

| TESTIGO | | | | TR 01 (0.5% achote) | | | | TR 02 (1% achote) | | | | TR 03 (1.5% achote) | | | | TR 04 (2% achote) | | | |
|---------|-----|-----|-----|---------------------|-----|------|-----|-------------------|-----|-----|-----|---------------------|------|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 963 | 925 | 961 | 990 | 892 | 883 | 1033 | 986 | 1002 | 873 | 882 | 967 | 869 | 1003 | 906 | 847 | 827 | 892 | 816 | 859 |

Tabla 22. Conversión alimenticia:

Semana 4.

| TESTIGO | | | | TR 01(0.5% achiote) | | | | TR 02 (1% achiote) | | | | TR 03 (1.5% achiote) | | | | TR 04 (2% achiote) | | | |
|---------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 1.6 | 1.5 | 1.7 | 1.6 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 1.6 | 1.7 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 1.6 |

Semana 5.

| TESTIGO | | | | TR 01(0.5% achiote) | | | | TR 02 (1% achiote) | | | | TR 03 (1.5% achiote) | | | | TR 04 (2% achiote) | | | |
|---------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 1.9 | 2.3 | 2.2 | 2.1 | 2.2 | 2.2 | 2.0 | 2.1 | 2.1 | 2.2 | 2.2 | 2.0 | 2.2 | 2.0 | 2.1 | 2.3 | 2.2 | 1.9 | 2.1 | 2.1 |

Semana 4 y 5.

| TESTIGO | | | | TR 01(0.5% achiote) | | | | TR 02 (1% achiote) | | | | TR 03 (1.5% achiote) | | | | TR 04 (2% achiote) | | | |
|---------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 1.8 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.7 | 1.8 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 1.8 | 1.9 | 1.8 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 1.9 | 1.9 |

Tabla 23. Nivel de pigmentación:

Semana 3.

| TESTIGO | | | | TR 01(0.5% achiote) | | | | TR 02 (1% achiote) | | | | TR 03 (1.5% achiote) | | | | TR 04 (2% achiote) | | | |
|---------|-----|----|----|---------------------|-----|-----|----|---------------------|-----|----|-----|-----------------------|-----|----|-----|---------------------|-----|-----|-----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 2 | 1.5 | 1 | 2 | 1 | 1.5 | 1.5 | 2 | 1.5 | 1.5 | 2 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 1.63 | | | | 1.50 | | | | 1.63 | | | | 1.63 | | | | 1.50 | | | |

Semana 4.

| TESTIGO | | | | TR 01(0.5% achiote) | | | | TR 02 (1% achiote) | | | | TR 03 (1.5% achiote) | | | | TR 04 (2% achiote) | | | |
|---------|----|----|----|---------------------|----|----|-----|---------------------|----|----|----|-----------------------|----|-----|----|---------------------|----|----|----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3.5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 2.5 | | | | 3.38 | | | | 4 | | | | 4.13 | | | | 4.75 | | | |

Semana 5.

| TESTIGO | | | | TR 01(0.5% achiote) | | | | TR 02 (1% achiote) | | | | TR 03 (1.5% achiote) | | | | TR 04 (2% achiote) | | | |
|---------|----|-----|-----|---------------------|----|-----|-----|---------------------|-----|----|----|-----------------------|-----|----|-----|---------------------|----|----|----|
| R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 | R1 | R2 | R3 | R4 |
| 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 3.5 | 4 | 3.5 | 3.5 | 4 | 5 | 4.5 | 4.5 | 4 | 4.5 | 5 | 5 | 6 | 6.5 | 6 | 6.5 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 3.63 | | | | 4.50 | | | | 4.63 | | | | 6.25 | | | | 7 | | | |

Tabla 24. Rendimiento de carcasa.

| | T0=TESTIGO | T1=0.5%ACHIOTE | T2=1%ACHIOTE | T3=1.5%ACHIOTE | T4=2%ACHIOTE |
|---------|------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| P.V | 2050 | 1900 | 1850 | 1800 | 1950 |
| Carcasa | 1472 | 1360 | 1320 | 1290 | 1398 |
| R.C | 71.80 | 71.58 | 71.35 | 71.67 | 71.69 |

| | T0=TESTIGO | T1=0.5%ACHIOTE | T2=1%ACHIOTE | T3=1.5%ACHIOTE | T4=2%ACHIOTE |
|---------|------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| P.V | 1900 | 1800 | 1850 | 2150 | 2000 |
| Carcasa | 1352 | 1280 | 1330 | 1532 | 1428 |
| R.C | 71.16 | 71.11 | 71.89 | 71.26 | 71.40 |

Tablas ANVA.

Consumo de alimento en la semana 4.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRAT | 4 | 14080.0 | 3520.00 | 1.18 | 0.3587 | |
| Error | 15 | 44700.0 | 2980.00 | | | |
| Total | 19 | 58780.0 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Consumo de alimento en la semana 5.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|------|
| | | | | | 0.05 | SIG. |
| TRAT | 4 | 44080.0 | 11020.0 | 4.99 | 0.0092 | |
| Error | 15 | 33100.0 | 2206.7 | | | |
| Total | 19 | 73180.0 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Prueba de Tukey

| TRATAMIENTO | | | | | | |
|-------------|------|------|-----|-----|-----|--|
| Sign | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| P < 0.05 | 1010 | 1000 | 990 | 965 | 880 | |
| Tukey | A | A | A | AB | B | |

Consumo de alimento en la semana 4 y 5.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|--------|--------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | SIG |
| TRAT | 4 | 106920 | 26730 | 5.74 | 0.0052 | |
| Error | 15 | 69800 | 4653.3 | | | |
| Total | 19 | 176720 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Prueba de Tukey

| TRATAMIENTO | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|--|
| Sign | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| P < 0.05 | 1790 | 1760 | 1745 | 1715 | 1580 | |
| Tukey | A | A | A | AB | B | |

Peso en la semana 3.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRAT | 4 | 47.70 | 11.9250 | 0.13 | 0.9706 | |
| Error | 15 | 1415.50 | 94.3667 | | | |
| Total | 19 | 1463.20 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Peso en la semana 4.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRAT | 4 | 8343.2 | 2085.80 | 0.92 | 0.1066 | |
| Error | 15 | 13603.0 | 230.2 | | | |
| Total | 19 | 21946.2 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Peso en la semana 5.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|-------|------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRAT | 4 | 31480 | 7870 | 2.37 | 0.0991 | |
| Error | 15 | 49800 | 3320 | | | |
| Total | 19 | 81280 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Ganancia de peso en la semana 4.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|-------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRAT | 4 | 8269.5 | 2067.38 | 2.45 | 0.093 | |
| Error | 15 | 12657.5 | 843.82 | | | |
| Total | 19 | 20927.0 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Ganancia de peso en la semana 5.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRAT | 4 | 7425.2 | 1856.30 | 1.31 | 0.3096 | |
| Error | 15 | 21193.0 | 1412.87 | | | |
| Total | 19 | 28618.2 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Ganancia de peso en la semana 4 y 5.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRAT | 4 | 31229.7 | 7807.43 | 2.44 | 0.0925 | |
| Error | 15 | 48045.5 | 3203.03 | | | |
| Total | 19 | 79275.2 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Conversión alimenticia en la semana 4.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRAT | 4 | 0.00300 | 0.00075 | 0.14 | 0.9663 | |
| Error | 15 | 0.08250 | 0.00550 | | | |
| Total | 19 | 0.08550 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Conversión alimenticia en la semana 5.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRAT | 4 | 0.01000 | 0.00250 | 0.15 | 0.9594 | |
| Error | 15 | 0.24750 | 0.01650 | | | |
| Total | 19 | 0.25750 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Conversión alimenticia en la semana 4 y 5.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRAT | 4 | 0.00700 | 0.00175 | 0.42 | 0.7918 | |
| Error | 15 | 0.06250 | 0.00417 | | | |
| Total | 19 | 0.06950 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Nivel de pigmentación en la semana 4.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | SIG |
| TRAT | 4 | 11.6250 | 2.90625 | 16.6 | 0.0000 | |
| Error | 15 | 2.6250 | 0.17500 | | | |
| Total | 19 | 14.2500 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Prueba de Tukey

| TRATAMIENTO | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|
| Sign | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| P < 0.05 | 4.75 | 4.13 | 4.00 | 3.38 | 2.50 |
| Tukey | A | AB | AB | BC | C |

Nivel de pigmentación en la semana 5.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | SIG |
| TRAT | 4 | 30.5750 | 7.64375 | 70.6 | 0.0000 | |
| Error | 15 | 1.6250 | 0.10833 | | | |
| Total | 19 | 32.2000 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Prueba de Tukey

| TRATAMIENTO | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|
| Sign | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| P < 0.05 | 7.00 | 6.25 | 4.63 | 4.50 | 3.63 |
| Tukey | A | B | C | C | D |

Rendimiento de carcasa.

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|--------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRATAM | 4 | 0.09400 | 0.02350 | 0.21 | 0.9211 | |
| Error | 5 | 0.55500 | 0.11100 | | | |
| Total | 9 | 0.64900 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Características organolépticas (color, olor, sabor).

Color (apariciencia externa)

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | SIG |
| TRATA | 4 | 16.4533 | 4.11333 | 7.03 | 0.0001 | |
| Error | 70 | 40.9333 | 0.58476 | | | |
| Total | 74 | 57.3867 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia.

Prueba de Tukey

| | TRATAMIENTO | | | | |
|----------|-------------|--------|-----|--------|--------|
| Sign | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| P < 0.05 | 4.5333 | 4.1333 | 3.8 | 3.6667 | 3.1333 |
| Tukey | A | A B | ABC | BC | C |

Olor

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRATA | 4 | 3.0133 | 0.75333 | 1.70 | 0.1603 | |
| Error | 70 | 31.0667 | 0.44381 | | | |
| Total | 74 | 34.0800 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia

Sabor

| F.V | G.L | S.C | C.M | Fcal | Ftab | SIG |
|-------|-----|---------|---------|------|--------|-----|
| | | | | | 0.05 | NS |
| TRATA | 4 | 1.2533 | 0.31333 | 0.81 | 0.5203 | |
| Error | 70 | 26.9333 | 0.38476 | | | |
| Total | 74 | 28.1867 | | | | |

F.V: Fuente de variación, G.L: Grados de libertad, S.C: Suma de cuadrados, Fcal: F calculado, Ftab: F tabulado, SIG: Significancia



Figura 14. Armado de los corrales.



Figura 15. Selección de los pollos.

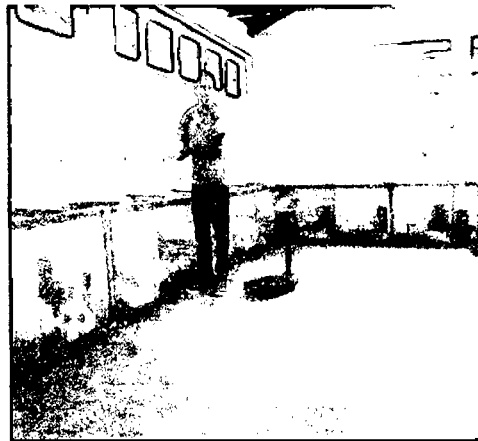


Figura 16. Colocación de los pollos



Figura 17. Pollos en sus corrales.

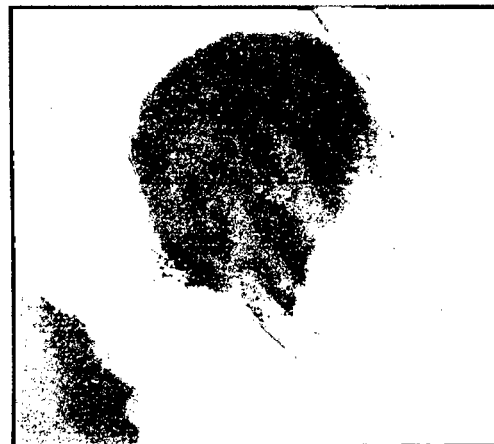


Figura 18. Adición de la harina de achiote a la dieta.

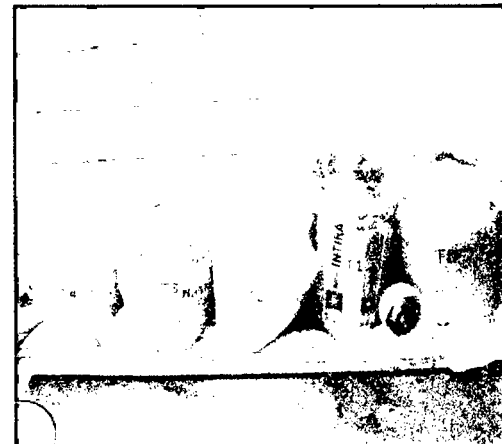


Figura 19. Alimento preparado para cada tratamiento



Figura 20. suministro de agua y alimento

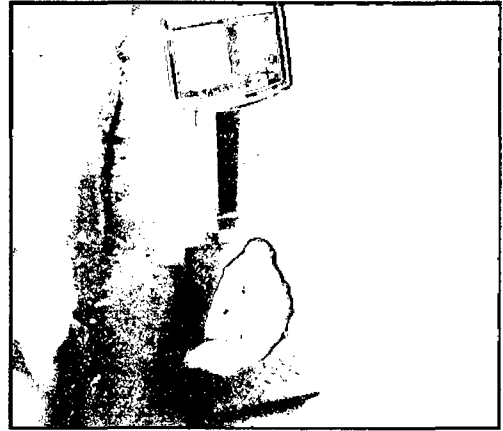


Figura 21. Pesado de los pollos

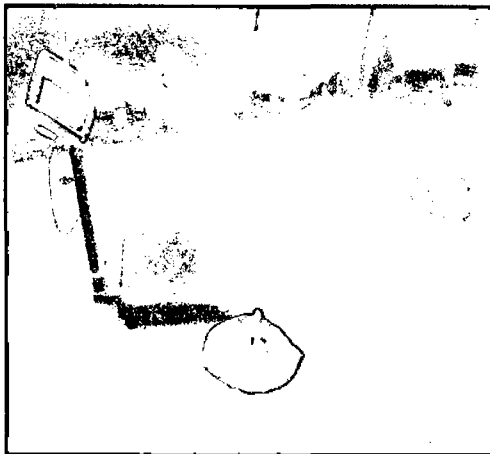


Figura 22. pesado del alimento sobrante



Figura 23. Nivel de pigmentación



Figura 24. Diferencia de la pigmentación en el tarso de cada tratamiento.

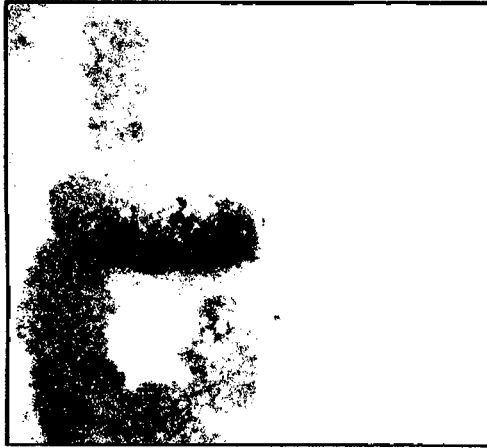


Figura 25. Heces pigmentadas tras la digestión de harina de achiote



Figura 26. faenado de pollos.



Figura 27. faenado de pollos



Figura 28. Pesado de la carcasa

**EFFECTO DE LA HARINA DE CAHIOTE (*Bixa Orellana L.*) EN LA
PIMENTACION DE POLLOS DE CARNE COBB-500.**

NOMBRE.....
.....

Por favor califique Ud. El color, olor y sabor de cada una de las muestras a la escala siguiente.

- Excelente : 5 puntos
- Muy Bueno : 4 puntos
- Bueno : 3 puntos
- Regular : 2 puntos
- Malo : 1 punto

| Muestra N° | Color | Olor | Sabor |
|------------|-------|------|-------|
| 01 | | | |
| 02 | | | |
| 03 | | | |
| 04 | | | |
| 05 | | | |

Observaciones.....
.....

Figura 29. Formato para la evaluación organoléptica.