

**Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) sobre el desempeño productivo de  
pollo de engorde**

**Lizeth Andreina Aponte Diaz**

**Código: 1090502352**

**Sandra Inés Orellanos**

**Código: 37394627**

**Universidad De Pamplona**

**Facultad De Ciencias Agrarias**

**Plan De Estudios De Zootecnia**

**San José De Cúcuta**

**2021**

**Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) sobre el desempeño productivo de  
pollo de engorde**

**Lizeth Andreina Aponte Diaz**

**Código: 1090502352**

**Sandra Inés Orellanos**

**Código: 37394627**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:**

**Zootecnista**

**Dixon Fabián Flórez Delgado**

**Zootecnista**

**Tutor**

**Universidad de Pamplona**

**Facultad De Ciencias Agrarias**

**Plan De Estudios De Zootecnia**

**San José De Cúcuta**

**2021**

### ***Dedicatoria***

LIZETH ANDREINA APONTE DIAZ

*Dedico esta tesis primeramente a Dios quien fue mi guía en todo este proceso, a mi familia especialmente a mis padres Ludy Xiomara Diaz y Nelson Javier Aponte quienes me brindaron el apoyo incondicional y cada una de las herramientas para lograr y culminar este proceso, a mi hija Sara Gabriela por ser el motor que me impulsa para lograr todos mis objetivos a mi esposo por brindarme su apoyo incondicional en este proceso.*

### ***Agradecimientos***

*Primero que todo agradecerle a Dios por todas sus bendiciones por guiarme en este proceso por permitirme culminar esta etapa.*

*Seguidamente agradecer a mi tutor Dixon Fabián Flórez Delgado Zootechnista, quien nos orientó en este proceso, por asesorarnos y brindarnos sus conocimientos y sabiduría para lograr los resultados obtenidos.*

*De igual manera agradecer a mi familia especialmente a mis padres por estar siempre presentes apoyándome en cada una de las etapas de mi vida, agradecer a mi hija y a mi esposo por ser un apoyo incondicional, gracias infinitas a cada uno de ellos.*

*Por ultimo agradecer a la Universidad de Pamplona por permitirme ser parte de esta institución, a cada uno de los docentes que me brindaron todos sus conocimientos y fueron parte de este proceso.*

### ***Dedicatoria***

SANDRA INES ORELLANOS NEIRA

*Dedico esta tesis a mis padres Freddy Antonio Orellanos y Luz Marina Neira. Que me han apoyado en cada uno de mis proyectos.*

*A mi esposo que siempre ha estado acompañándome brindándome su apoyo y siendo mi guía durante todo este proceso.*

### ***Agradecimientos***

*Primero quiero agradecer a Dios por regalarme la salud para poder culminar este proyecto de vida.*

*Seguidamente a mi familia que me brindó su apoyo y en especial a mi esposo que me acompañó en este hermoso camino.*

*También agradezco a mi tutor Dixon Fabián Flórez delgado Zootecnista por su apoyo fundamental en esta última etapa por estar pendiente del desarrollo de este proyecto con su conocimiento y sabiduría.*

## Tabla de contenido

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción .....	13
El problema.....	15
Planteamiento del Problema.....	15
Formulación del Problema. ....	16
Justificación .....	17
Objetivos.....	19
Objetivo general. ....	19
Objetivos específicos.....	19
Delimitaciones. ....	20
Delimitación espacial.....	20
Delimitación temporal.....	20
Delimitación conceptual.....	20
Marco Referencial.....	21
Marco Conceptual. ....	24
Achiote ( <i>Bixa orellana</i> ).....	24
Descripción botánica.....	24
Distribución y cultivo.....	25

Carotenoides.....	26
La pigmentación y su importancia en la industria avícola .....	26
Generalidades línea Cobb 500.....	27
Marco Legal.....	28
Materiales y Métodos.....	35
Lugar de la investigación .....	35
Material animal .....	35
Alimentación y manejo .....	35
Toma de datos .....	36
Ganancia de peso.....	36
Consumo de alimento .....	37
Índice de conversión alimenticia.....	37
Eficiencia alimenticia (EA) .....	37
Rendimiento en canal .....	37
Pigmentación .....	38
El factor de eficiencia europeo .....	38
Índice de productividad .....	38
Análisis económico.....	38
Análisis estadístico .....	39
Composición nutricional del alimento balanceado y del Achiote ( <i>Bixa Orellana</i> ) .....	40

Bromatológico Achiote ( <i>Bixa Orellana</i> ).....	40
Resultados.....	41
Análisis de resultados .....	45
Peso corporal final.....	45
Ganancia de peso.....	45
Conversión alimenticia.....	46
Eficiencia alimenticia.....	46
Rendimiento en canal .....	47
Consumo de alimento.....	47
Pigmentación.....	48
Factor de eficiencia Europea .....	49
Índice de productividad.....	49
Análisis económico .....	50
Conclusiones.....	51
Recomendaciones .....	52
Bibliografía .....	53
Anexos .....	58

### Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Porcentajes de inclusión en la dieta de cada tratamiento .....	36
<b>Tabla 2</b> Composición nutricional alimento balanceado .....	40
<b>Tabla 3</b> Bromatológico Achiote (Bixa orellana).....	40
<b>Tabla 4</b> Medias ajustadas, error estándar e indicadores de importancia para los parámetros productivos en los diferentes tratamientos. ....	41
<b>Tabla 5</b> Costo por concepto de alimentación por kilogramo de carne producido.....	43
<b>Tabla 6</b> Ingreso neto por pollo en pie e ingreso neto por pollo en canal .....	44



## Lista de figuras

<b>Figura 1</b>	Pigmentación en cada uno de los tratamientos.....	42
<b>Figura 2</b>	Rendimiento en Canal en cada uno de los tratamientos.....	42

**Lista de anexos**

Anexo 1 Preparación de la harina de achiote, alimento balanceado + Achiote Bixa Orellana.....	58
Anexo 2 Pollitos primer día.....	59
Anexo 3 Adecuación del galpón con sus respectivas divisiones .....	59
Anexo 4 Pesaje día 17 (inicio periodo de acostumbramiento) aves divididas en sus tratamientos.....	60
Anexo 5 Toma de datos, consumo de alimento diario.....	61
Anexo 6 Toma de datos, pesaje semanal de cada ave.....	62
Anexo 7 Registro fotográfico de las canales.....	63
Anexo 8 Bromatológico Achiote Bixa orellana.....	67

## Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de harina de achiote (*Bixa orellana*) sobre el desempeño productivo y económico de pollo de engorde. Se emplearon un total de 96 aves de la línea Cobb 500 divididos en cuatro tratamientos, cada uno con tres réplicas conformadas por ocho animales: Tratamiento 1 comprendió el 2%, el tratamiento 2 el 4% y el tratamiento 3 el 6% de harina de achiote en su ración diaria. Se evaluaron los parámetros productivos de: consumo de alimento, ganancia de peso semanal (GPS), conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (EA) factor de eficiencia europea (FEFP), índice de productividad (IP) y al finalizar se realizó la determinación de la pigmentación en la carne y el rendimiento en canal (RC). Los datos obtenidos fueron sujetos a análisis de varianza con una significancia del 5%. Los efectos lineales y cuadráticos fueron evaluados mediante contrastes octogonales. Se presentó diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ ) en los parámetros RC y pigmentación entre los tratamientos y el control. Se evidenció efecto de orden lineal positivo para pigmentación, presentando el T3 la mejor media con 6,66. Para RC se observó efecto de orden lineal negativo. Para los demás parámetros se evidenció comportamiento similar entre el control y los tratamientos que incluyeron harina de *B. orellana* en su composición. En el análisis económico el T1 presentó los mejores valores para costo de alimentación por kg de carne producido con \$3.756,97 e ingreso neto por pollo en canal con \$4.929,17. Se concluye que la harina de *B. orellana* en la dieta de pollos de engorde permite obtener comportamiento productivo similar a la alimentación convencional con concentrado reduciendo sustancialmente los costos de producción por concepto de alimentación y mejorando la pigmentación del producto final.

**Palabras claves.** Achiote, pigmentación, balanceado, pollo de engorde, parámetros productivos.

### Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of the inclusion of annatto flour (*Bixa orellana*) on the productive and economic performance of broilers. A total of 96 birds of the Cobb 500 line were used divided into four treatments, each one with three replicates made up of eight animals: Treatment 1 comprised 2%, treatment 2 4% and treatment 3 6% of flour achiote in your daily ration. The productive parameters of: feed consumption, weekly weight gain (GPS), feed conversion (CA), feed efficiency (EA), European efficiency factor (FEFP), productivity index (IP) were evaluated and at the end the determination of pigmentation in meat and carcass yield (RC). The data obtained were subjected to analysis of variance with a significance of 5%. The linear and quadratic effects were evaluated using octagonal contrasts. There was a statistical difference ( $P \leq 0.05$ ) in the CR and pigmentation parameters between the treatments and the control. A positive linear order effect was evidenced for pigmentation, with T3 presenting the best average with 6.66. For CR, a negative linear order effect was observed. For the other parameters, similar behavior was observed between the control and the treatments that included *B. orellana* flour in their composition. In the economic analysis, T1 presented the best values for feed cost per kg of meat produced with \$ 3,756.97 and net income per chicken carcass with \$ 4,929.17. It is concluded that the flour of *B. orellana* in the diet of broilers allows to obtain productive behavior similar to the conventional feeding with concentrate, substantially reducing the production costs for feeding and improving the pigmentation of the final product.

**Keywords.** Achiote, pigmentation, balanced, broiler, productive parameters.

## Introducción

La producción de pollo a nivel nacional ha presentado un importante desarrollo en la industria alimentaria, por ser una producción rentable con una alta adaptabilidad y sobre todo una gran aceptación en el mercado, además la gran disponibilidad de pollitos de excelentes líneas genéticas. Dentro de la industria avícola es deben conocer los eslabones más importantes dentro de la misma como lo son el manejo, alimentación de calidad, buenas instalaciones, plan sanitario y de vital importancia una excelente calidad de agua, todo esto para obtener un gran desempeño de la producción donde las aves expresen todo su potencial genético (Custodio 2017).

Los zootecnistas son los encargados de velar por la seguridad alimentaria, ofreciendo a la población alimentos de origen animal de calidad pero al mismo tiempo logrando disminuir los costos sin afectar la producción. La industria avícola no es ajena a los altos costos de producción por alimentación es por esto que es necesario buscar nuevas alternativas de alimentación animal (Argueta, 2013).

Aunque la producción avícola es un sector que se ha caracterizado por tener un gran crecimiento, este mismo sigue presentando altos costos de producción en la alimentación, afectando especialmente a los pequeños productores, es por esto que se ha llegado a implementar diferentes alternativas de alimentación por medio de árboles forrajeros en los cuales se encuentran grandes porcentajes de proteína (Bucardo & Pérez 2015).

Los costos de producción de alimento en la industria avícola representan un 75% de los costos totales de la explotación es por esto que es esencial la utilización de alimentos a un bajo costo y de alta calidad para una mayor expansión de la industria avícola (FAO, 2014).

Por la alta demanda de proteína animal, la producción avícola se desarrolla por las grandes ventajas que presenta esta especie en lo rentable y viable económicamente, siendo un eslabón fundamental para producir alimentos proteicos a un corto plazo (Connolly, 2017).

En este sentido es fundamental recurrir a una producción de media y baja escala en las cuales se mejore la eficiencia en la alimentación de las aves para así obtener una mayor productividad y competitividad en el mercado (Canchila et al; 2018)

Por tal motivo el presente trabajo tiene como finalidad tener como alternativa el reemplazo parcial del concentrado comercial por harina de achiote (*Bixa orellana*) en la pigmentación de la piel y parámetros productivos en pollos de engorde para aumentar la ganancia de peso y disminuir los costos de producción en las épocas en la que las materias primas comerciales tiene costo elevado.

En la industria avícola los pigmentos se usan con el principal objetivo de mejorar el producto de acuerdo a las exigencias de los consumidores pero teniendo en cuenta que no se altere el normal metabolismo de las aves. Los colores característicos de la yema de huevo, la piel y la grasa de las aves son debido al consumo de pigmentos principalmente las xantofilas, las aves no sintetizan ningún tipo de pigmento, es por esto que se deben incluir pigmentos en la dieta ya que la ausencia de los mismos dan como resultado falta de coloración en los productos obtenidos, la apariencia visual se puede alterar al cambiar tanto la concentración del pigmento como también el tipo de pigmento utilizado (NutriNews 2020).

## **El problema**

### **Título.**

**EFFECTO DE LA HARINA DE ACHIOTE (*Bixa orellana*) SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE POLLO DE ENGORDE.**

### **Planteamiento del Problema.**

La demanda de alimentos de origen animal ha incrementado debido al aumento progresivo de la población mundial, también al desarrollo económico global y aun gran incremento de los ingresos per cápita de los países que se encuentran en desarrollo, todo este fenómeno afecta la producción pecuaria de América Latina y el caribe las cuales enfrentan actualmente un desarrollo acelerado de productos agropecuarios, los cuales representan una mejor productividad y uniformidad en el producto final pero a su vez requieren de altos costos y dependen del mercado internacional (FAO, 2014)

La producción avícola en Colombia está representada en una gran cantidad de empresas, las cuales son empresas familiares que han logrado posicionarse en la cadena productiva colombiana. Esta industria presenta como común denominador altos costos en la producción que se ubican principalmente en la alimentación, esto debido a que las materias primas que se utilizan en la elaboración de alimentos balanceados para animales provienen del exterior en más de un 80% (Flórez & Arias, 2018).

En la alimentación de pollos de engorde, los elevados costos de producción han llevado a la búsqueda de fuentes alternas de proteínas que permitan rendir el alimento comercial con follajes locales, donde en los países tropicales, la vegetación crece todo el año, las proteínas de las hojas pueden ser una alternativa para la alimentación animal (Elena et al., 2016).

Por lo tanto es importante contar con materias primas de calidad en lo que se refiere a la digestibilidad de los nutrimentos y a su vez formular dietas que expresen el máximo nivel productivo de los animales (Fierro et al, 2005).

**Formulación del Problema.**

¿Podrán estas materias primas ser una alternativa estratégica para mejorar el desempeño productivo y económico del pollo de engorde?



## Justificación

En las actividades pecuarias es indispensable disminuir los costos de producción sin afectar la calidad del producto, los altos costos se encuentran principalmente en los alimentos balanceados comerciales debido a la gran competencia que se tiene con materias primas que son usadas para la alimentación humana y a su vez necesitadas en la elaboración de alimentos balanceados destinados a la producción animal.

La alimentación de las aves se basa principalmente en el uso de maíz y sorgo siendo esta la principal fuente de energía y también las oleaginosas como la soya, las cuales son materias primas de importación en los países de América Latina. La producción mundial de grano se ha visto afectada por el cambio climático, el aumento de los insumos y también por problemas relacionados con el uso de agroquímicos (Savón et al; 2008)

Lo anterior influye directamente sobre los sistemas de producción en los países que se encuentran en vía de desarrollo, donde se ha presentado un aumento en la producción de especies menores debido a la necesidad que existe de suplir la necesidad de proteína animal que demanda la población; este hecho hace que los productores aumenten la cantidad de materia prima destinada a la alimentación animal y por ende surge la necesidad de buscar otras alternativas que ayuden a disminuir la dependencia de alimentos balanceados para así poder seguir con la producción de proteína animal sin afectar su calidad (Gutiérrez & Hurtado, 2019).

La industria avícola ha logrado tener un posicionamiento como una de las principales industrias pecuarias, recalando además que ha llegado a sobrepasar la industria ganadera y la porcina. Esta competitividad de la industria avícola podría aumentar si se logra bajar los costos de alimentación, en este contexto, es importante anotar que el área de investigación en nutrición aviar en Latinoamérica no ha tenido un desarrollo paralelo al de la industria misma; debido al

alto costo que representa el alimento en la producción aviar, la investigación relacionada con el uso de materias primas no convencionales, disponibles a bajo costo, merece especial atención por parte de todas aquellas instituciones dedicadas a desarrollar investigación en nutrición aviar (Summers & Díaz, 2000)

Por otra parte, se ha despertado un gran interés de utilizar fuentes de pigmentación natural en animales de importancia zootécnica buscando reducir costos de producción y aumentar la calidad organoléptica de los productos, utilizando diversos extractos que provienen de especies de origen vegetal (Carvajal et al; 2017).

Entre los carotenoides de origen natural que se incorporan en la alimentación de los pollos de engorde, se pueden encontrar investigaciones donde usan materias primas tales como el zapallo (*C. moschata*) y el maíz (*Zea mays*), también existen otras fuentes como el achiote (*Bixa orellana*), la cúrcuma (*Curcuma longa*), la caléndula (*Tagetes erecta*) y el pimentón (*Capsicum annum*). Los pigmentos naturales no se producen a gran escala debido a la escasez de materias primas, caso contrario que se puede evidenciar con el pigmento sintético el cual presenta una mayor accesibilidad y un bajo costo en el mercado (Mendoza et al; 2020)

El presente trabajo busca evaluar el efecto de la harina de achiote sobre la pigmentación y los parámetros productivos del pollo de engorde, logrando así un soporte más a otras investigaciones realizadas en diferentes países y además hacer uso de productos naturales y materias primas no convencionales y de esta manera reducir los costos de producción, mejorar el desempeño productivo de las aves al igual que la calidad del producto final obteniendo así la satisfacción del consumidor final.

## **Objetivos.**

### ***Objetivo general.***

Evaluar el efecto de la inclusión de harina de achiote (*Bixa orellana*) Sobre el desempeño productivo del pollo de engorde.

### ***Objetivos específicos.***

- Analizar el efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) en los parámetros productivos.
- Determinar el efecto de pigmentación en las aves con la inclusión de niveles creciente de achiote en la dieta.
- Evaluar los costos por concepto de la suplementación con la harina de achiote (*Bixa orellana*) en pollo de engorde.

## **Delimitaciones.**

### **Delimitación espacial.**

El presente trabajo se realizó en el barrio Bocono municipio de San José de Cúcuta, Norte de Santander en condiciones de bosque seco tropical con una altura sobre el nivel del mar de 320 msnm, y una temperatura promedio de 27 °C a 31 °C y una precipitación promedio de 860mm al año. (IDEAM, 2000).

### **Delimitación temporal.**

La presente evaluación se realizó en cinco meses, dando inicio a la fecha aprobada de la propuesta, distribuidos en: dos meses para la obtención de insumos, crianza de las aves con la alimentación y el manejo establecido, toma de datos y la evaluación de campo. Tres meses para el análisis estadístico y la construcción del informe.

### **Delimitación conceptual.**

La terminología empleada de la presente investigación son las siguientes: Achiote (*Bixa orellana*), alimentación, dietas, alternativas alimenticias, materias primas, ganancia de peso, conversión alimenticia, pigmentación, aves de corral, harinas, concentrados.

### Marco Referencial.

**Rojas. (2016). Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) en la pigmentación de pollos de carne cobb-500. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. 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 ( $\alpha = 0.05$ ). 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 (TO), T1, T2, T3 y T4, con diferentes niveles de harina de achiote al 0.5, 1, 1.5 y 2%. Los resultados obtenidos indican que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para los parámetros de pigmentación en tarso y consumo de alimento, también para los parámetros productivos de GP, CA Y RC se presentaron resultados en los cuales no existió diferencia estadística significativa. En este estudio también se determinó características organolépticas de color, olor y sabor. La parte de mérito económico se calculó sobre la base de índice económico relativo sobre los costos por alimentación y la utilidad del pollo. Se pudo concluir que los niveles de inclusión de 1,5% de harina de achiote no afectaron parámetros productivos de consumo de alimento, GP, CA y RC.

**Ninahualpa. (2018). Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) sobre la pigmentación a la canal e inmunoglobulinas en pollos de engorde. Universidad técnica de Ambato facultad de ciencias agropecuarias, Cevallos – Ecuador.** Se evaluó a 200 pollos de la línea cobb 500, de un día de edad, divididos en cuatro tratamientos y cinco repeticiones con 10 aves por cada unidad experimental. Se realizó la formulación de dietas para cada tratamiento: T0

= testigo, T1 = 0,1% *Bixa orellana*, T2 = 0,2% *Bixa orellana* y T3 = 0,3% *Bixa orellana*, realizando la inclusión de la harina de achiote en la etapa de engorde. El estudio tuvo una duración de 49 días. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% pero para la variable pigmentación se utilizó el paquete estadístico SPSS statistics v23. Los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a la variable de las inmunoglobulinas M en los 4 tratamientos fueron estadísticamente iguales para las inmunoglobulinas G se presentaron diferencias estadísticas entre el tratamiento cero y los tratamientos uno, dos y tres lo cual indica un aumento en la respuesta de esta inmunoglobulina. Para el parámetro de pigmentación no se presentó ninguna diferencia estadística entre los tratamientos.

**Maldonado. (2015). Evaluación de tres niveles de harina de achiote (*bixa orellana l.*) en la pigmentación de piel en pollos parrilleros Ross 308. Universidad mayor de san Andrés facultad de agronomía. La paz – Bolivia.** Se evaluó tres niveles de harina de achiote (1%, 3% y 5%) en la ración comercial de pollos parrilleros de la línea Ross 308. El diseño empleado en la investigación fue DCA (diseño completamente al azar) con 4 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo en estudio a 96 pollos parrilleros distribuidos entre machos y hembras en 12 unidades experimentales. Los parámetros productivos analizados fueron consumo de alimento, GP, ganancia media diaria, CA, PC, mortalidad, grado de pigmentación y la variable de costo beneficio. Los datos obtenidos fueron analizados por un paquete estadístico con un diseño completamente al azar en los cuales se presentaron resultados con un alto grado de significancia ( $p < 0.01$ ) para la variable de pigmentación en la cual el tratamiento tres presentó la mejor pigmentación con un valor de 7. En los parámetros zootécnicos no se presentaron diferencias significativas con la implementación de harina de achiote, el porcentaje de mortalidad fue de 9%

y el índice de costo beneficio se presentaron resultados satisfactorios con los usos de harina de achiote siendo el mejor valor el tratamiento tres.

**Ríos. (2018) “EVALUACIÓN DEL PIGMENTANTE NATURAL *Bixa orellana* L. (Achiote) EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDE EN EL CANTÓN MORONA”. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS. Macas-Ecuador.** Se evaluó el efecto de diferentes niveles de pigmentante natural *Bixa orellana* L. (Achiote), (2,5; 5 y 7,5 %), las unidades experimentales estuvieron conformadas por 200 pollos, y fueron modelados bajo un diseño completamente al azar. En los resultados obtenidos se pudo evidenciar una mejora en la presentación de pollos en cuanto a color de la piel y de la carne, en cuanto a los parámetros productivos el tratamiento uno registro el mayor valor con 231,2g a los 7 días y 1240,2g a los 21 días de las aves, y el tratamiento cero con 2918,6 a los 49 días. La GP más elevada la presento el tratamiento control con 2871,82g y el mayor consumo de alimento lo obtuvo el tratamiento dos con 4645,4g. La CA más eficiente fue la del tratamiento tres con 1,53. En la pigmentación se logró determinar que el tratamiento uno obtuvo el grado más alto de pigmentación con 8,4 en la escala del colorímetro. En el análisis económico el tratamiento uno presento una mejor rentabilidad con un valor de 1,25 lo cual quiere decir que por cada dólar invertido se tiene una ganancia de 0,25 centavos.

## **Marco Conceptual.**

### ***Achiote (Bixa orellana)***

El Achiote recibe el nombre de *Bixa Orellana*, de un arbusto originario de la América Tropical, se caracteriza también por crecer en climas cálidos y lluviosos, además es un árbol que alcanza una altura de hasta 1.5 metros. El fruto del árbol recibe el mismo nombre, este fruto es una capsula que abre cuando está madura la cual se encuentra recubierta de semillas y en su interior podemos encontrar lo que se conoce como la semilla del achiote, la cual tiene una longitud de 5 mm y un color rojo característico (Scarpeta & Sánchez, 2019)

El achiote esta principalmente constituido por un colorante llamado Bixina el cual se encuentra en la parte exterior de la semilla del fruto, este mismo representa el 80% de los pigmentos presenten en el achiote. El colorante del achiote se ha convertido en uno de los colorantes con mayor interés comercial debido a que su uso está exento de certificación y puede ser usado tanto en la industria alimentaria como en la de cosméticos y la farmacéutica en el mercado nacional e internacional. El achiote es también muy conocido como annatto siendo esta la denominación que se le da al extracto crudo, la Bixina es la parte liposoluble del colorante y la Norbixina es la parte hidrosoluble (Manual técnico del achiote, s.f)

### **Descripción botánica**

El achiote es una planta que se caracteriza por su rápido crecimiento, también presenta un aspecto robusto el cual contiene flores muy visibles y de un color blanco o rosado según sea su variedad Huamán (2018) presenta las siguientes características

- Raíz: tiene una raíz principal que se caracteriza por ser pivotante la cual puede penetrar a gran profundidad si el suelo es apropiado, son leñosas también cilíndricas y ramificadas.



- El tallo se caracteriza por ser redondo su corteza es fisurada y en su base puede presentar hasta 20 y 30 cm de diámetro
- Las hojas son grandes, cordiformes con un color verde pardo y presenta algunas vetas de color rojizo, su borde es totalmente liso.
- Sus flores son hermafroditas, se caracterizan por ser muy vistosas de color blanco o rosado las cuales se agrupan en panículas al final de cada rama.
- Sus Frutos y semillas presentan una capsula ya sea ovoide o cónica la cual tiene dos valvas hemisféricas, también está cubierta de espinas o pelos, son de color pardo rojizo o un amarillo verdoso, el fruto contiene de 30 a 45 semillas aproximadamente son largas y en forma de pirámides, el color rojizo o anaranjado es principalmente por su contenido de bixina.

### **Distribución y cultivo**

El achiote se puede encontrar en toda la región neo tropical desde México hasta Perú y Brasil también en la zona de África y Asia, se cultiva en climas tropicales y también subtropicales, los suelos deben ser con abundante materia orgánica deben ser permeables con aireación, cabe resaltar que también es una planta que se puede adaptar a suelos de baja fertilidad. Por otra parte requiere suelos bien drenados, esta planta se propaga por medio de semillas y su siembra se recomienda al inicio de las temporadas lluviosas (Huamán, 2018).

## **Carotenoides**

Los carotenoides se caracterizan por ser los principales responsables de los colores amarillos, anaranjados y también rojos que se encuentran presentes en los alimentos de origen vegetal, se dividen en dos tipos como lo son los carotenos que son hidrocarburos y la xantofilas (Rojas, 2016).

Por otra parte desde el punto de vista químico los carotenoides pertenecen a la familia de los terpenos es decir se encuentran formados por unidades de isopreno y su síntesis se produce a partir de isopentenil pirofosfato. Los rasgos más evidentes de los carotenoides son la presencia de muchos dobles enlaces y también de un gran número de ramificaciones de metilo. Se conocen alrededor de 600 compuestos de esta familia (Calvo, 2001).

En los pollos de engorde, los carotenoides se depositan principalmente en la piel, grasa subcutánea y en los tarsos, para obtener una pigmentación deseada las condiciones de matanza y desplume son de gran importancia. Los principales carotenoides usados para la pigmentación de la piel de las aves son la cantaxantina la cual es la de la base roja y el apo-ester y la luteína/zeaxantina para la base amarilla. Los carotenoides cumplen además varios papeles metabólicos entre los cuales se encuentran comunicadores visuales, precursores de Vitamina A, inmunomoduladores y anti-oxidantes (Cisneros, 2012).

### **La pigmentación y su importancia en la industria avícola**

Cuando se dio inicio a la industria avícola como una actividad productiva se encontraban conversiones alimenticias muy pobres teniendo como ejemplo que para alcanzar un peso corporal de 2,4kg las aves tenían que consumir alrededor de 7kg de alimento, comparando este valor con el valor actual donde ese mismo peso corporal se alcanza con solo 4.8kg de alimento.

Por otra parte las aves se criaban en un sistema de semipastoreo, por lo cual se encontraban libres y tenían acceso al consumo de plantas nativas las cuales tienen un gran contenido de pigmentos que se conocen como carotenoides, es por esto que las aves obtenían pigmentación característica en su piel o en el caso de las aves de postura en la yema del huevo, bajo esas condiciones, si el ave no depositaba el color característico en la piel o yema se podía indicar que el ave se encontraba enferma, es por esto que los consumidores atribuyen una piel o una yema pigmentada a un producto que proviene de animales sanos. En la actualidad las aves consumen entre 40 y 50% menos alimento y al no encontrarse en semipastoreo no tiene acceso a fuentes naturales de pigmentación, debido a esto y a la gran competencia por mercados los productores han comenzado a agregar pigmentos en la alimentación de las aves y de esta forma satisfacer al consumidor final entregándoles un producto con la pigmentación requerida la cual ellos asocian a la frescura del producto, un ave sana y un sabor agradable (Fernández, 2014)

### **Generalidades línea Cobb 500**

Pollo Cobb 500: Esta línea genética es considerada la más eficiente, la cual posee una alta conversión alimenticia, la mejor tasa de crecimiento y viabilidad con una alimentación de baja densidad y a un menor costo, dándole a esta línea una mayor ventaja competitiva por su costo más bajo por kilogramo de peso vivo (Morris, 2015).

### **Marco Legal.**

Ley 29 de 1990, Dicta disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y dispone que le corresponda al Estado promover y orientar el adelanto científico.

Artículo 27 de la Constitución Política de 1991. El Estado garantiza las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra. Que según el artículo 70 de la Carta Magna, el Estado promoverá la investigación, la ciencia, el desarrollo y la difusión de los valores culturales de la Nación.

Artículo 69. Se garantiza la autonomía universitaria. Las universidades podrán darse sus directivas y regirse por sus propios estatutos, de acuerdo con la ley. La ley establecerá un régimen especial para las universidades del Estado.

Artículo 65. La producción de alimentos gozará de la especial protección del estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras. De igual manera, el estado promoverá la investigación y la transferencia de tecnología para la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario, con el propósito de incrementar la productividad.

Ley 1774 de 2016. Por medio de la cual se modifican el código civil, la ley 84 de 1989, el código penal, el código de procedimiento penal y se dictan otras disposiciones.

El congreso de Colombia decreta:

Artículo 1. Objeto. Los animales como seres sintientes no son cosas, recibirán especial protección contra el sufrimiento y el dolor, en especial, el causado directa o indirectamente por

los humanos, por lo cual en la presente ley se tipifican como punibles algunas conductas relacionadas con el maltrato a los animales, y se establece un procedimiento sancionatorio de carácter policivo y judicial.

Artículo 2. Modifíquese el artículo 655 del Código Civil, así:

Artículo 655. Muebles. Muebles son las que pueden transportarse de un lugar a otro, sea moviéndose ellas a sí mismas como los animales (que por eso se llaman semovientes), sea que sólo se muevan por una fuerza externa, como las cosas inanimadas. Exceptúense las que siendo muebles por naturaleza se reputan inmuebles por su destino, según el artículo 658. Parágrafo. Reconózcase la calidad de seres sintientes a los animales.

Artículo 3. Principios.

a) Protección al animal. El trato a los animales se basa en el respeto, la solidaridad, la compasión, la ética, la justicia, el cuidado, la prevención del sufrimiento, la erradicación del cautiverio y el abandono, así como de cualquier forma de abuso, maltrato, violencia, y trato cruel;

b) Bienestar animal. En el cuidado de los animales, el responsable o tenedor de ellos asegurará como mínimo:

1. Que no sufran hambre ni sed,
2. Que no sufran injustificadamente malestar físico ni dolor;
3. Que no les sean provocadas enfermedades por negligencia o descuido:
4. Que no sean sometidos a condiciones de miedo ni estrés;
5. Que puedan manifestar su comportamiento natural;

c) Solidaridad social. El Estado, la sociedad y sus miembros tienen la obligación de asistir y proteger a los animales con acciones diligentes ante situaciones que pongan en peligro su vida, su salud o su integridad física.

Asimismo, tienen la responsabilidad de tomar parte activa en la prevención y eliminación del maltrato, crueldad y violencia contra los animales; también es su deber abstenerse de cualquier acto injustificado de violencia o maltrato contra estos y denunciar aquellos infractores de las conductas señaladas de los que se tenga conocimiento.

Artículo 4. El artículo 10 de la Ley 84 de 1989 quedará así:

Artículo 10. Los actos dañinos y de crueldad contra los animales descritos en la presente ley que I no causen la muerte o lesiones que menoscaben gravemente su salud o integridad física de conformidad con lo establecido en el título XI-A del Código Penal, serán sancionados con multa de cinco (5) a cincuenta (50) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

Artículo 5. Adiciónese al Código Penal el siguiente título:

Título XI·A: De los delitos contra los animales

Capítulo único

Delitos contra la vida, la integridad física y emocional de los animales

Artículo 339A. El que, por cualquier medio o procedimiento maltrate a un animal doméstico, amansado, silvestre vertebrado o exótico vertebrado, causándole la muerte o lesiones que menoscaben gravemente su salud o integridad física, incurrirá en pena de prisión de doce (12) a treinta y seis (36) meses, e inhabilidad especial de uno (1) a tres (3) años para el ejercicio de profesión, oficio, comercio o tenencia que tenga relación con los animales y multa de cinco (5) a sesenta (60) salarios mínimos mensuales

Legales vigentes. Artículo 339B. Circunstancias de agravación punitiva. Las penas contempladas en el artículo anterior se aumentarán de la mitad a tres cuartas partes, si la conducta se cometiere: a) Con sevicia; b) Cuando una o varias de las conductas mencionadas se perpetren en vía o sitio público; c) Valiéndose de inimputables o de menores de edad o en presencia de aquellos; d) Cuando se cometan actos sexuales con los animales; e) Cuando alguno de los delitos previstos en los artículos anteriores se cometiere por servidor público o quien ejerza funciones públicas.

Parágrafo 1. Quedan exceptuadas de las penas previstas en esta ley, las prácticas, en el marco de las normas vigentes, de buen manejo de los animales que tengan como objetivo el cuidado, reproducción, cría, adiestramiento, mantenimiento; las de beneficio y procesamiento relacionadas con la producción de alimentos; y las actividades de entrenamiento para competencias legalmente aceptadas.

Parágrafo 2. Quienes adelanten acciones de salubridad pública tendientes a controlar brotes epidémicos, o transmisión de enfermedades zoonóticas, no serán objeto de las penas previstas en la presente ley.

Parágrafo 3. Quienes adelanten las conductas descritas en el artículo 7° de la Ley 84 de 1989 no serán objeto de las penas previstas en la presente ley.

Artículo 6. Adiciónese el artículo 37 del Código de Procedimiento Penal con un numeral del siguiente tenor:

Artículo 37. De los Jueces Penales Municipales. Los Jueces Penales Municipales conocen: (...)

7. De los delitos contra los animales.

Artículo 7. Competencia y Procedimiento. El artículo 46 de la ley 84 de 1989 quedará así:

Artículo 46. Corresponde a los alcaldes, a los inspectores de policía que hagan sus veces, y en el Distrito Capital de Bogotá a los inspectores de policía, conocer de las contravenciones de que trata la presente ley. Para el cumplimiento de los fines del Estado y el objeto de la presente ley, las alcaldías e inspecciones contarán con la colaboración armónica de las siguientes entidades, quienes además pondrán a disposición los medios y/o recursos que sean necesarios en los términos previstos en la Constitución Política, la Ley 99 de 1993 y en la Ley 1333 del 2009: El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, las Unidades Ambientales de los grandes centros urbanos a los que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, los establecimientos públicos de que trata el artículo 13 de la Ley 768 de 2002 y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

Parágrafo. Los dineros recaudados por conceptos de multas por la respectiva entidad territorial se I destinarán de manera exclusiva a la formulación, divulgación, ejecución y seguimiento de políticas de protección a los animales, campañas de sensibilización y educación ciudadana y constitución de fondos de protección animal, vinculando de manera activa a las organizaciones animalistas y juntas defensoras de animales o quien haga sus veces para el cumplimiento de este objetivo.

Artículo 8. Adicionar a la Ley 84 de 1989 un nuevo artículo del siguiente tenor: Artículo 46A. Aprehensión material preventiva. Retención Preventiva. Cuando se tenga conocimiento o indicio de la realización de conductas que constituyan maltrato contra un animal, o que de manera vulneren su bienestar físico, la Policía Nacional y las autoridades policivas competentes



podrán aprehender preventivamente en forma inmediata y sin que medie orden judicial o administrativa previa, a cualquier animal. Toda denuncia deberá ser atendida como máximo en las siguientes veinticuatro (24) horas.

Parágrafo. Cuando se entregue en custodia el animal doméstico a las entidades de protección animal el responsable, cuidador o tenedor estará en la obligación de garantizar los gastos de manutención y alimentación del animal sin perjuicio de las obligaciones legales que le corresponden a los entes territoriales. En caso de no cancelarse las expensas respectivas dentro de un plazo de quince (15) días calendario, la entidad de protección podrá disponer definitivamente para entregar en adopción el animal.

Artículo 9. Las multas a las que se refieren los artículos 11, 12 Y 13 se aumentarán en el mismo nivel de las establecidas en el artículo anterior, así:

Artículo 11. Multas de siete (7) a cincuenta (50) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

Artículo 12. Multas de diez (10) a cincuenta (50) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

Artículo 13. Multas de nueve (9) a cincuenta (50) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

Parágrafo. Las sanciones establecidas en el presente artículo se impondrán sin perjuicio de las sanciones penales que esta u otra ley establezca.

Artículo 10. El Ministerio de Ambiente en coordinación con las entidades competentes podrá desarrollar campañas pedagógicas para cambiar las prácticas de manejo animal y buscar establecer aquellas más adecuadas al bienestar de los animales.

Artículo 11. Vigencia y derogatorias. La presente ley rige a partir de la fecha de su promulgación y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

Resolución 1698 del 2000. Por la cual se dictan disposiciones sobre productores de alimentos para animales con destino al autoconsumo.

## Capítulo I

### Definiciones

Para efecto de la presente resolución se establece las siguientes definiciones:

1. Productor para autoconsumo. Toda persona natural o jurídica que contando con planta de producción y los procesos pertinentes, dedique a la fabricación de alimentos completos y concentrados, con destino exclusivo a la alimentación de sus animales.

2. Alimentos para animales. Son mezclas de nutrientes elaborados en forma tal que respondan a requerimientos de cada especie, edad y tipo de explotación a que se destine el animal.

3. Alimento completo. Producto balanceado o mezcla de ingredientes que se administra a un animal, como única fuente de alimento, destinado a suplir sus necesidades nutricionales.

4. alimento concentrado. Es aquel, rico en varios principios nutritivos y se usa como complemento de forrajes, ensilados, henos, granos o subproductos de estos.

5. Control de calidad. Conjunto de operaciones destinadas a garantizar en todo momento la producción uniforme de lotes de productos que satisfagan las normas de identidad, actividad, pureza, integridad e inocuidad.

## **Materiales y Métodos**

### **Lugar de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo en el municipio de Cúcuta, Departamento Norte de Santander. Este municipio tiene una altitud de 309 msnm, cuenta con una temperatura media anual de 27,1 °C y una precipitación promedio de 860mm al año.

### **Material animal**

Se emplearon 96 pollos de la línea Cobb500 con un promedio de peso inicial de 50g. Se dividieron en 4 tratamientos cada uno con 3 réplicas conformadas por 8 aves cada una.

### **Alimentación y manejo**

El manejo con los pollos se inició desde 1 día de edad, los cuales se alojaron todos en el galpón durante 15 días con los cuidados pertinentes que debían tener. El día 17 se dividió los pollos al azar en los 4 tratamientos y las 3 repeticiones de cada uno de los tratamientos teniendo en total 12 divisiones.

A los pollos se les suministró alimento balanceado desarrollado en 3 etapas, Pre-inicio (día 1 al día 10), inicio (día 11 al día 25), engorde (día 26 al día 45). Dentro de la etapa de inicio específicamente desde el día 17 se inició con un periodo de acostumbramiento con harina de achiote (*Bixa Orellana*) según las formulaciones establecidas para cada tratamiento hasta el día 21 y a partir del día 22 hasta el día 42 se dio inicio al registro de los datos correspondientes.

Se realizó la molienda de la semilla de achiote la cual desde el periodo de acostumbramiento se suministró en harina y de acuerdo al crecimiento de los pollos se fue adaptando el tamaño de la partícula. Finalmente en la etapa de engorde se suministró la semilla entera teniendo en cuenta que en esta etapa los animales consumen una partícula de un mayor tamaño para evitar pérdidas por no consumo.

Se manejaron 4 tratamientos, en los cuales se sustituyó de manera parcial el alimento balanceado comercial con harina de achiote o semilla de achiote (según la etapa en la que se encontraban los animales) de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 1**  
*Porcentajes de inclusión en la dieta de cada tratamiento*

	% Inclusión			
	Control	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Alimento balanceado	100	98	96	94
Achiote ( <i>Bixa orellana</i> )	0	2	4	6

### **Toma de datos**

El consumo de alimento se registró diariamente, se pesaba el alimento que se les suministraba y al siguiente día se pesaba el alimento sobrante para obtener de esta manera el consumo de alimento diario. Los datos correspondientes a ganancia de peso se tomaban todos los domingos, pesando la totalidad de los animales. Finalizando la etapa de producción se evaluó el peso en canal, la relación costo-beneficio y nivel de pigmentación como se muestra a continuación:

### **Ganancia de peso**

Resultado de la diferencia entre el peso final y el peso inicial. Carvajal et al., (2017)

Se calculó semanalmente y se registraron en gramos, utilizando la siguiente fórmula:

$$GP = PF (g) - PI (g)$$

### ***Consumo de alimento***

Alimento suministrado menos el sobrante de alimento. Esta es una variable de tipo cuantitativa (Sánchez, 2018).

AC= Alimento suministrado-alimento sobrante

Este valor se registró en gramos diariamente.

### ***Índice de conversión alimenticia***

Cantidad de alimento consumido por unidad de producto obtenido.

Según la fórmula: Alimento consumido / Peso vivo (Gonzales et al., 2013).

$CA=AC/GP$

### ***Eficiencia alimenticia (EA)***

Conde (2011), mencionar que la eficiencia a del alimento es el valor inverso de la conversión alimenticia y se calcula de la siguiente forma:

$EA=GP/CA*100$

Donde:

EA = Eficiencia alimentaría

GP = Ganancia de peso (Kg)

AC= Alimento consumido (kg)

### ***Rendimiento en canal***

Es la relación que existe entre el peso en canal y el peso vivo expresándose en porcentaje.

Limpiamos el interior del ave sacando sus vísceras con excepción de la molleja, hígado y corazón y registramos este dato, sacamos las patas, cabeza y cuello y pesamos la canal y registramos. Esta variable es de tipo cuantitativo (Sánchez, 2018).

### ***Pigmentación***

El grado de pigmentación se verifico después del sacrificado y arreglado el pollo, se tomó sobre la canal específicamente en la zona de la pechuga con la ayuda del abanico colorimétrico Basf así se comprobó la absorción de carotenos de las aves en cada uno de los tratamientos.

### ***El factor de eficiencia europeo***

Asociación de otros parámetros productivos como peso de los animales, días de engorde, viabilidad e índice de conversión alimenticia (Flórez et al; s.f)

(Viabilidad x peso vivo x 100) / Edad x CA

### ***Índice de productividad***

Eficiencia alimenticia x 100 / conversión alimenticia (Rodríguez et al., 2014)

$$IP = \frac{\%EA \times 100}{\text{Conversión alimenticia}}$$

### ***Análisis económico***

- Se evaluó el costo de producción por tratamiento mediante la siguiente formula.

Costo de alimentación por pollo = Consumo de alimento por pollo (kg) \* costo de kg de alimento (COP\$)

Costo de kg de carne de pollo = Costo de alimentación por pollo (COP\$) / Peso final (kg)

- El Ingreso Neto Parcial por pollo en pie (INPC) se calculará de la siguiente forma:

$$INPC = (Py \times Yi) - (Px \times Xi) / n, \text{ dónde:}$$

Py: precio de un kg de pollo en pie; Y es la cantidad de pollo (kg) al final del experimento.

Px: precio del kg de alimento, X es la cantidad de alimento consumido durante el experimento.

$n$ : es el número de pollo al final del experimento / réplica e  $i$  es el tratamiento experimental.

- El Ingreso Parcial por pollo en Canal (IPCC) se estimará mediante la ecuación:

$$\text{IPCC} = [\text{Py} (\text{Yi} \times \text{Xi})] - \text{INPC} / n, \text{ donde:}$$

$Y$  es la cantidad de pollo (kg) al final del experimento

$X$  es el rendimiento en canal (%)

$n$  es el número de pollos por tratamiento e  $i$  es el tratamiento experimental.

### ***Análisis estadístico***

Los resultados obtenidos serán sujetos ANOVA, adoptando el peso inicial como covariable. Los efectos lineales, cuadrático de los niveles de sustitución del alimento balanceado comercial por harina de achiote (*Bixa orellana*) fueron evaluados por contrastes ortogonales.

Diferencia estadística considerada cuando  $P \leq 0,05$ , y tendencia cuando  $0,05 < P \leq 0,1$ .

Por lo tanto, el experimento fue analizado de acuerdo con el modelo:

$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{(i)j}$  Donde  $Y_{ij}$ : respuesta productiva del pollo al tratamiento;  $\tau_i$ : efecto debido al tratamiento,  $\epsilon_{ij}$ : error experimental.

## Composición nutricional del alimento balanceado y del Achiote (*Bixa Orellana*)

**Tabla 2**  
*Composición nutricional alimento balanceado*

	Pre iniciador	Inicio	Engorde
Proteína	23% min.	20% min.	18% min.
Grasa	5% min.	2.5% min.	2.5% min.
Fibra	6% máx.	5% máx.	5% máx.
Cenizas	8% máx.	8% máx.	8% máx.
Humedad	12.5% máx.	13% máx.	13% máx.

## Bromatológico Achiote (*Bixa Orellana*)

**Tabla 3**  
*Bromatológico Achiote (Bixa orellana)*

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES
HUMEDAD	NTC 1663:2009	<b>11,77</b>	%
PROTEINA	NTC 1556:2008	<b>12,13</b>	%
CENIZAS	NTC 5554:2007	<b>4,68</b>	%
GRASA	NTC 1662:2008	<b>2,71</b>	%
FIBRA	NTC 5554:2007	<b>13,04</b>	%
CARBOHIDRATOS	Cálculo	<b>55,67</b>	%
VALOR CALORICO	Cálculo	<b>296</b>	<b>Kcal/100 g</b>



## Resultados

En el estudio realizado se observa que para los parámetros de PI<sub>2</sub>, RC y Pig se observó diferencia estadística ( $P \leq 0,05$ ) entre el grupo control y los tratamientos. Para los demás parámetros productivos se obtuvo comportamiento similar entre el control y los tratamientos de inclusión de achiote. No se observaron efectos de orden cuadrático (Tabla 2).

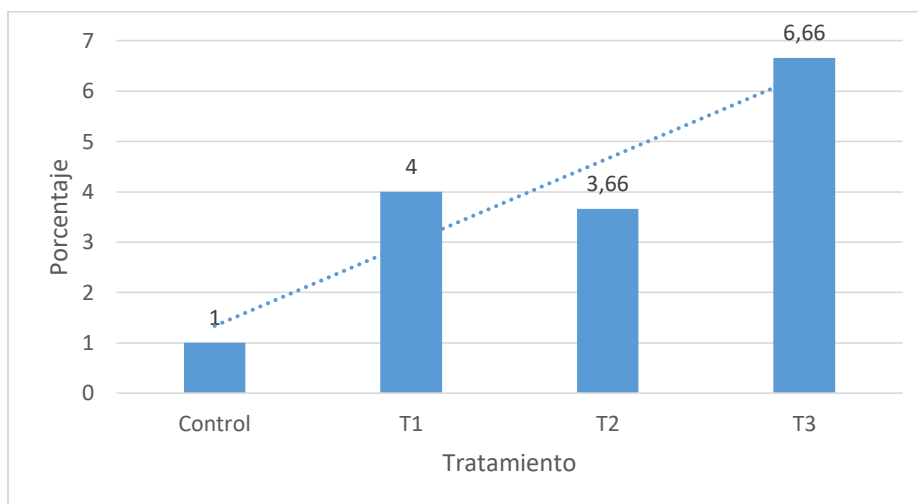
**Tabla 4**  
*Medias ajustadas, error estándar e indicadores de importancia para los parámetros productivos en los diferentes tratamientos.*

Variable	Nivel de sustitución (%)				Error estándar			
	Control	T1	T2	T3		C vs S	L	Q
PI	44,66	46,33	45,66	48,33	1,24	0,090	0,031	0,586
PI <sub>2</sub>	0,56	0,51	0,57	0,56	0,01	0,021	0,394	0,118
PCF	2,77	2,75	2,76	2,69	0,09	0,834	0,497	0,652
GP	2,20	2,24	2,19	2,13	0,09	0,709	0,410	0,463
Con	4,22	4,01	4,21	2,88	0,15	0,151	0,131	0,579
CA	1,92	1,79	1,92	1,83	0,10	0,505	0,666	0,792
EA	0,52	0,55	0,52	0,55	0,02	0,480	0,658	0,875
FEEP	345,36	367,16	343,14	354,18	28,33	0,828	0,979	0,795
IP	27,45	31,29	27,07	30,40	3,04	0,458	0,645	0,910
RC	78,99	79,75	75,89	69,31	2,67	0,017	0,005	0,088
Pig	1,00	4,00	3,66	6,66	0,33	0,000	0,000	1,000

PI peso inicial, PI<sub>2</sub> peso día 17, PCF peso corporal final, GP ganancia de peso, Con consumo de alimento, CA conversión alimenticia, EA eficiencia alimenticia, FEEP factor de eficiencia europea, IP índice de productividad, RC rendimiento en canal, PIG pigmentación.

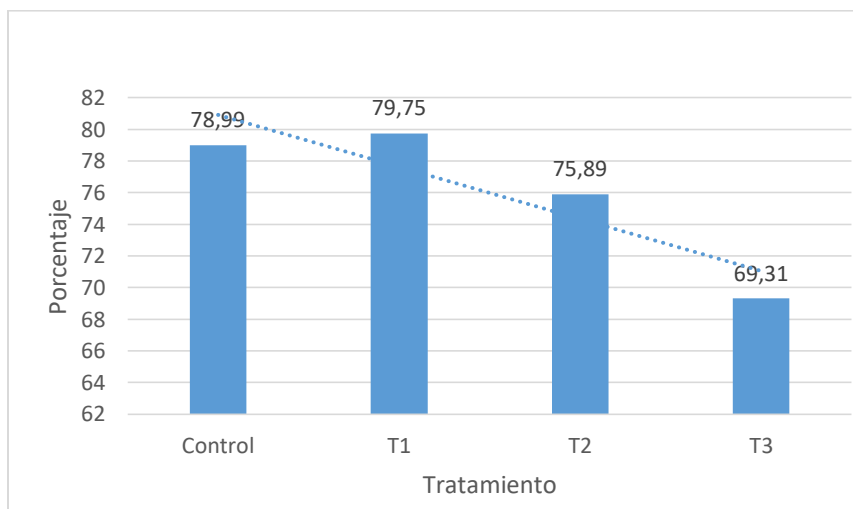
<sup>1/</sup> C vs C control versus suplementación; L, Q y efectos de orden lineal, cuadrático referidos a los niveles de sustitución.

Se presentó efecto de orden lineal positivo para la variable Pig. (Figura 1) mejorando ésta a medida que se incrementa la inclusión de harina de achiote en la dieta.



**Figura 1**  
*Pigmentación en cada uno de los tratamientos*

Para RC se presentó efecto de orden lineal negativo (Figura 2) es decir, a medida que el nivel de harina de achiote aumenta en la ración, éste parámetro productivo disminuye.



**Figura 2**  
*Rendimiento en Canal en cada uno de los tratamientos*

En relación al análisis económico, se tuvo en cuenta el costo del alimento balanceado comercial y del achiote por kilogramo de producto encontrándose en \$ 2.000 y \$ 3.000 respectivamente. Para el costo de producción de un kilogramo de carne de pollo por concepto de alimentación, el tratamiento 1 presentó el valor más económico respecto a los demás tratamientos y el grupo control (Tabla 5).

**Tabla 5**  
*Costo por concepto de alimentación por kilogramo de carne producido*

	<b>Control</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Consumo total ABC (kg)	12,666	12,038	12,637	11,635
Consumo total Achiote (kg)	0,000	0,240	0,505	0,698
COP \$ ABC (kg)	\$ 25.332,00	\$ 24.076,00	\$ 25.274,00	\$ 23.270,00
COP \$ Achiote (kg)	\$ 0,00	\$ 720,00	\$ 1.515,00	\$ 2.094,00
COP \$ total alimentación	\$ 25.332,00	\$ 24.796,00	\$ 26.789,00	\$ 25.364,00
PC (kg)	6,56	6,60	6,31	5,61
<b>COP \$ por kg carne (alimentación)</b>	<b>\$ 3.861,59</b>	<b>\$ 3.756,97</b>	<b>\$ 4.245,48</b>	<b>\$ 4.521,21</b>

Para el Ingreso Neto por Pollo en Pie el tratamiento 2 presentó el valor más elevado en relación a los demás tratamientos mientras que para el Ingreso Neto por Pollo en Canal el tratamiento 1 presentó el mejor valor (Tabla 6).

**Tabla 6**  
*Ingreso neto por pollo en pie e ingreso neto por pollo en canal*

	<b>Control</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
COP \$ pollo en pie	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00	\$ 7.000,00
Kg pollo en pie	8,31	8,27	8,30	8,08
COP\$ por kg carne	\$ 3.861,59	\$ 3.756,97	\$ 4.245,48	\$ 4.521,21
# pollos vivos	8	8	7,6	7,6
<b>Ingreso Neto Pollo en Pie</b>	<b>\$ 6.788,55</b>	<b>\$ 6.766,63</b>	<b>\$ 7.086,12</b>	<b>\$ 6.847,21</b>
<b>Ingreso Neto Pollo en Canal</b>	<b>\$ 4.891,43</b>	<b>\$ 4.929,17</b>	<b>\$ 4.879,46</b>	<b>\$ 4.216,16</b>

## Análisis de resultados

### Peso corporal final

Con respecto al peso corporal final no se presentaron diferencias estadísticas entre ninguno de los tratamientos. Teniendo en cuenta que el T3 presentó el PCF más bajo con un promedio de 2,69kg en comparación a los tratamientos Control, T1, T2, los cuales obtuvieron peso promedios de 2,77 – 2,75 – 2,76 respectivamente. Esto debido posiblemente a que los niveles de sustitución de alimento balanceado comercial con harina de achiote no fueron suficientes para causar un efecto sobre este parámetro productivo, en donde se puede atribuir esto al nivel de proteína que presenta la harina de achiote siendo este un valor aceptable e incluso mejor que otras alternativas, debido a esto no se presentó ningún efecto en este parámetro. Por su parte Bucardo y Pérez (2015) realizaron la inclusión de la harina de hoja de Marango en tres tratamientos, con porcentajes de inclusión de 0, 5 y 10 %, donde se presentó un comportamiento estadístico similar donde en el parámetro productivo de peso corporal final no se encontraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ), entre los tratamientos (2,332.60g; 2,347.50g y 2,144.50g para T1, T2 y T3 respectivamente).

### Ganancia de peso

De acuerdo con los datos obtenidos de GP promedio, se puede evidenciar que el T1 obtuvo el valor más elevado con un promedio de 2,24 frente a los demás tratamientos en especial frente a los tratamientos T2 y T3, donde se pudo evidenciar que al aumentar el porcentaje de inclusión de harina de achiote (*Bixa Orellana*) disminuye GP. Esto difiere con lo dicho por Ríos (2018) donde se utilizó harina de achiote en porcentajes de T1:2,5 – T2: 5 – T3:7,5 y el tratamiento control obteniendo que el tratamiento tres (7,5 inclusión de harina de achiote) presentó el valor más alto en GP (2,815 kg) en comparación a los tratamientos T1 y T2 los cuales

tenían porcentajes más bajos de inclusión de harina de achiote presentando valores de 2,572 y 2,763 respectivamente, siendo superior a los reportados en la presente investigación.

### **Conversión alimenticia**

En esta variable se puede evidenciar que el T1 obtuvo la mejor CA lo cual quiere decir que dicho tratamiento necesita menos alimento (1,79 kg) para producir un kg de carne de pollo. Respecto a los demás tratamientos el control y el tratamiento dos se puede observar igualdad en la CA.

Por el contrario, Ríos (2018) se observó que el tratamiento con la mejor CA fue el tratamiento tres con un valor de 1,53 siendo este el tratamiento que tenía el mayor porcentaje de inclusión de harina de achiote (7,5 inclusión), siendo el resultado obtenido por Ríos (2018) menor al presentado en la presente investigación.

### **Eficiencia alimenticia**

Para esta variable no se presentan diferencias estadísticas entre el tratamiento control y los demás tratamientos. Siendo la media para este parámetro productivo de 0,53. Resultados similares se obtuvieron en Marín et al., (2003) donde se encontraba una dieta control, otros pollos alimentados con la misma dieta pero diluida con un 10% de follaje de plátano o de Clitoria y un grupo de animales que también consumió la ración control pero cuya ingesta fue restringida, obteniendo como resultado una eficiencia alimenticia similar en los tres tratamientos.

### **Rendimiento en canal**

En esta variable RC se puede evidenciar que el tratamiento que presentó el porcentaje más elevado fue el T1, con un valor de 79,75%. En los demás tratamientos que incluían porcentajes más altos de achiote se pudo observar un efecto de orden lineal negativo, es decir a medida que se aumenta el porcentaje de achiote en la dieta se presentan RC más bajo. Estos valores son similares a los obtenidos por Rojas (2016) donde uno de los mejores porcentajes de rendimiento en canal lo presentó el tratamiento dos (71,65%) el cual incluía un porcentaje de inclusión de harina de achiote del 1%, por otra parte el porcentaje de inclusión de harina de achiote del 2% en esa misma investigación reportó un rendimiento en canal de 71,55%, se destaca que se trabajó un mismo nivel de inclusión en las dos investigaciones el cual es el de 2% y en ambas los valores para RC fueron los más altos, siendo superiores los resultados reportados en la presente investigación.

### **Consumo de alimento**

En esta variable se observó que el tratamiento tres presentó el consumo de alimento más bajo con un total de 2,88 kg mientras que el tratamiento uno fue de 4,01kg. En cuanto al tratamiento control y el tratamiento dos obtuvieron los valores más altos en consumo de alimento recalando además que son valores muy similares de 4,22 kg y 4,21 kg respectivamente. Se puede deducir que en los tratamientos uno y tres se ve afectado el consumo de alimento pero con mayor afectación en el tratamiento tres, estos resultados se pueden atribuir al nivel de fibra presente en la harina de achiote (13,04%) debido a que el alto contenido de fibra en la dieta de las aves hace un efecto de llenado más rápido y por ende las aves dejan de consumir alimento, también se puede evidenciar afectación en otros parámetros como lo son PCF, GP, RC. Estos valores son similares a los obtenidos por Gutiérrez et al.,(2019) donde se

trabajó cuatro niveles de inclusión de harina de botón de oro 0,5,10 y 15 % encontrándose que al incrementar el contenido de *tithonia diversifolia* de 10% a 15% en la dieta, las ganancias de peso disminuyeron significativamente ( $P<0,05$ ); ya que excesos de fibra en la ración pueden causar efectos negativos sobre la productividad en monogástricos jóvenes, relacionado con la palatabilidad, reducción de digestibilidad de los nutrientes y sensación de saciedad.

Los resultados expuestos en esta investigación son muy similares a los obtenidos por Ríos (2018) donde el consumo de alimento más bajo se presentó en el tratamiento que contenía el porcentaje más alto de inclusión en harina de achiote el cual era de 7,5% y en el que se obtuvo un consumo de 4320g.

### **Pigmentación**

Analizando los resultados obtenidos en la variable de pigmentación se puede observar un efecto de orden lineal positivo, siendo el tratamiento control el de la pigmentación más baja, dicha pigmentación va aumentando a medida que se suministran porcentajes más altos de achiote en la dieta, llegando a obtener en el tratamiento tres la mejor pigmentación. Este resultado obtenido es debido a los carotenos presentes en la harina de achiote principalmente la Bixina y la Norbixina siendo los encargados de proporcionar la pigmentación deseada en las aves. Resultados similares fueron obtenidos Monsalve, Lizarazo (2020) donde se trabajó con harina de pimentón en porcentajes de inclusión de 2, 4 y 6% y el resultado en pigmentación también presentó un efecto de orden lineal positivo en el cual el tratamiento con 6% de inclusión de harina de pimentón obtuvo el valor más alto en pigmentación.



### **Factor de eficiencia Europea**

En este parámetro productivo se relacionan a su vez otros parámetros como lo son viabilidad, peso del ave, días de engorde y conversión alimenticia dando como resultado cuál de los tratamientos tuvo un mejor desempeño de manera global. En esta investigación no se presentaron diferencias estadísticas entre el tratamiento control y los demás tratamientos, el tratamiento uno presentó un valor de 367.16, el tratamiento control, tratamiento dos y el tres estuvieron por debajo de este valor con resultados de 345,36 – 343,14 – 354,18 respectivamente, lo cual quiere decir que los porcentajes de inclusión de la harina de achiote no afectaron este parámetro, presentando de manera global un desempeño similar entre tratamientos.

Por el contrario López et al; (2012) evaluó el efecto de la harina de Bore en porcentajes de 0, 5, 10 y 15 % de inclusión en la dieta de las aves obteniendo un FEEP de 171.5 - 178.3 - 150.5 - 130.9 respectivamente, siendo superiores los resultados reportados en la presente investigación.

### **Índice de productividad**

En esta variable no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos y el control, lo cual quiere decir que los porcentajes de inclusión de harina de achiote como remplazo parcial del alimento balanceado comercial no lograron afectar este parámetro presentándose comportamiento similar tanto en el grupo control como en los tratamientos T1, T2 y T3 obteniendo resultados de 27,45 – 31,29 – 27,07 – 30,40 respectivamente.

Por el contrario Castro et al, (2016) evaluó la alcachofa en niveles de 0 – 1,5 – 2,5 – 4% en pollos de engorde donde en el parámetro productivo de IP se encontraron valores por encima del 60% en los tratamientos T4, T3 y T2 respectivamente, siendo estos resultados superiores a los reportados en la presente investigación.

### **Análisis económico**

En el análisis económico se pudo determinar que el tratamiento que presentó el valor más económico de alimentación por kilogramo de carne producido fue el tratamiento uno en el cual se incluyó el 2% de achiote (*Bixa Orellana*) en la dieta. El costo de producción por kilogramo de carne del tratamiento uno fue de \$3.756,97 siendo el de menor valor en comparación a los demás tratamientos y el tratamiento control.

En cuanto a los resultados de Ingreso Neto por Pollo en Pie el tratamiento que presento el valor más alto es el tratamiento dos el cual tenía el 4% de achiote (*Bixa Orellana*) en la dieta y su ingreso neto fue de \$7.086,12.

Por otra parte en el Ingreso Neto por Pollo en Canal se obtuvieron valores muy cercanos entre sí, pero el tratamiento que presento el mejor valor fue el tratamiento uno el cual el ingreso fue de \$4.929,17 debido a que fue este el tratamiento que a su vez presento el menor costo de alimentación por kilogramo de carne. En cuanto al tratamiento que presento el menor ingreso, fue el tratamiento tres siendo este el tratamiento en el que se tenía el porcentaje más alto de inclusión de achiote (*Bixa Orellana*) en la dieta y por ende a su vez también este mismo tratamiento fue el que presento el mayor costo de alimentación por kilogramo de carne debido al incremento en el costo de achiote.

## Conclusiones

Finalizando esta investigación en cual el objetivo principal fue evaluar la harina de Achiote (*Bixa Orellana*) como alternativa de alimentación en pollos de engorde se puede concluir lo siguiente:

Para los parámetros de GP, CA y RC el T1 (2% de inclusión de harina de achiote (*Bixa Orellana*)) presentó el mejor comportamiento respecto a los demás tratamiento con medias de 2,24 – 1,79 – 79,75 respectivamente.

Para los parámetros de PCF y EA no se evidenció efecto alguno de los niveles de inclusión de harina de achiote (*Bixa Orellana*) en la dieta de las aves.

El consumo de alimento presentó el valor más bajo en el tratamiento 3 (6% de inclusión de harina de achiote) en relación a los demás tratamientos debido al alto contenido de fibra lo que conlleva a una disminución del consumo diario de alimento por parte del ave.

En cuanto a la pigmentación de la carne de pollo se presentaron diferencias entre cada uno de los tratamientos obteniendo una mayor pigmentación a medida que se aumentaba en porcentaje de harina de Achiote en las dietas, en este sentido el T3 presento la mejor media con 6,66.

El costo de alimentación por kilogramo de carne producido el valor más bajo fue en el T1 con una media de \$3.756,97 y el ingreso neto por pollo en canal fue más elevado en el T1 con una media de \$4.929,17.

Se puede concluir que la harina de Achiote *Bixa Orellana* se puede utilizar como una alternativa de alimentación en pollos de engorde con un 2% de inclusión en las dietas obteniendo así buenos resultados económicos y a su vez sin afectación en los parámetros productivos y por ende una pigmentación aceptable por el consumidor.

### **Recomendaciones**

Con base a los resultados obtenidos en la investigación y con el fin de que se siga implementado esta alternativa de alimentación en los animales se recomienda:

La inclusión de harina de achiote *Bixa Orellana* al 2% en la dieta de los pollos debido a que no afecta los parámetros productivos y a su vez es rentable económicamente en comparación al precio que se puede conseguir un alimento balanceado que contenga algún tipo de pigmentante sintético.

Se recomienda seguir investigando este tipo de semilla en diferentes porcentajes de inclusión, pasando la semilla por un proceso de tostado antes de molerla para observar que resultados se pueden obtener adicionándola de esa manera.

## Bibliografía

Argueta Sánchez, A. B. (2013). Uso de harina de coqueta roja (*Eisenia foetida*) como suplemento proteico en dietas para pollos de engorde (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).

Boada Monsalve, J. Lizarazo, C. (2020) Efecto de la inclusión de harina de pimentón (*Capsicum annum* L) sobre los parámetros productivos en pollo de engorde. Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Zootecnia 2020.

Bucardo Cabezas, E. R, Pérez Solórzano J.M. (2015). Inclusión de harina de hoja de Marango (*Moringa oleifera*) en la alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA) FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL (FACA) DEPARTAMENTO SISTEMAS INTEGRALES PRODUCCION ANIMAL. Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/3243/1/tnl02b918.pdf>

Canchila-Asencio, E. R., Rodríguez-Galvis, J. C., Corredor-Barrios, R., & Navarro-Contreras, U. (2018). Harinas de forrajeras leñosas y fruto de palma en la dieta de pollos de engorde. *Pastos y Forrajes*, 41(4), 287-291.

Cisneros, F. (2012) Desarrollos tecnológicos en la pigmentación de huevo y pollo. Mexico. <https://www.elsitioavicola.com/articles/2398/desarrollos-tecnologicos-en-la-pigmentacion-de-huevo-y-pollo/>

Connolly Juárez, D. S. (2017). Inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (*Manihot esculenta crantz*), en la alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).

Custodio Vejarano, R. E. (2017). Efecto de la inclusión de harina de papa (*Solanum tuberosum*) en dietas de pollos de engorde sobre los parámetros productivos y económicos.

Calvo M. (2001). Carotenoides. Retrieved from

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/carotenoides.html>

Carvajal Tapia, J., Martínez Mamian, C., Vivas-Quila, N. (2017). Evaluación de parámetros productivos y pigmentación en pollos alimentados con harina zapallo (*Cucurbita moschata*). Fundación Universitaria de Popayán, Administración de empresas agropecuarias, Ginpas. Magister en Ciencias Agrarias. Popayán, Colombia.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612017000200011&lng=e](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612017000200011&lng=e)

Conde Ramírez, S.B (2011). Evaluación del rendimiento productivo de las líneas de pollos parrilleros Ross y Cobb en las etapas de crecimiento y engorde en el municipio de Coroico. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMÍA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/12485/TD-1553.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castro, M. Fandiño de Rubio, C. Poveda, C. (2016) Comportamiento productivo en pollos de engorde alimentados con niveles crecientes de alcachofa (*Cynara scolymus*). Revista Colombiana de Ciencia Animal, Vol. 9, No. 1.

<http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/1224/941>

FAO. Aves de corral y la nutrición y los alimentos. Roma: FAO.

[http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/poultry/AP\\_nutrition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/poultry/AP_nutrition.html). [12/05/2016], 2014.

FAO. (2014). Producción pecuaria en América Latina y el Caribe | Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Fernández, S. (2014) Pigmentación en pollo de engorde. Seminario Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde, AMEVEA, Bogotá, Colombia.

<https://www.elsitioavicola.com/articles/2658/pigmentacion-en-pollo-de-engorde/>

Fierro, M. M. T., González, E. Á., García, M. C., & Soria, H. N. (2005). Efecto de la incorporación de harina de pescado con distinto grado de cocción a dietas para pollos de engorda formuladas a un perfil de aminoácidos digestibles. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 43(3), 297-308.

Flórez Delgado, D. F., & Arias, Y. Z. R. (2018). Evaluación de dos niveles de inclusión de harina de morera (*Morus alba*) sobre los parámetros productivos de pollo de engorde. *Mundo FESC*, 8(16), 55-62.

Flórez Delgado, D.F., Capacho Mogollón, A.E., Peña Castro, R. Evaluación del desempeño productivo de pollos de engorde alimentados con harina de *Gliricidia sepium*. Programa de Zootecnia, Colombia, Universidad de Pamplona.

Gutiérrez-Castro, L. L., & Hurtado-Nery, V. L. (2019). Uso de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde. *Orinoquia*, 23(2), 56-62.

Huamán hurtado, V. (2018). EL ACHIOTE (*Bixa Orellana*) PRODUCCIÓN, OBTENCIÓN DEL COLORANTE, APLICACIÓN EN LOS ALIMENTOS. UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN Enrique Guzmán y Valle Alma Máter del Magisterio Nacional Perú. <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/3384/MONOGRAF%C3%8DA%20-%20HUAM%C3%81N%20HURTADO.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

López, F., Caicedo, A., Alegría, G. (2012). Evaluación de tres dietas con harina de hoja de bore (*Alocasia macrorrhiza*) en pollos de engorde. Universidad Del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Popayán - Colombia.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682012000300020](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682012000300020)

Maldonado, M. (2015). Evaluación de tres niveles de harina de achiote (*Bixa orellana l.*) en la pigmentación de piel en pollos parrilleros Ross 308. Universidad mayor de san Andrés facultad de agronomía. La Paz – Bolivia

Mendoza Riva deneira, F. A., Vargas Zambra no, P. A., Vivas Arturo, W. F., Valencia Llanos, N. F., Verduga López, C. D., & Dueñas Riva deneira, A. A. (2020). Sustitución parcial de maíz por harina integral de *Cucurbita moschata* y su efecto sobre las variables productivas de pollos Cobb 500. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(2), e1298. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num2\\_art:1298](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1298)

Marín A, Carías D, Cioccia A.M, Hevia P. (2003). VALOR NUTRICIONAL DE LOS FOLLAJES DE *Musa paradisiaca* Y *Clitoria ternatea* COMO DILUYENTES DE RACIONES PARA POLLOS DE ENGORDE. Caracas.

Ninahualpa, D. (2018). Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) sobre la pigmentación a la canal e inmunoglobulinas en pollos de engorde. Universidad técnica de Ambato facultad de ciencias agropecuarias, Cevallos – Ecuador.

Rojas Perea, J. (2016). Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) en la pigmentación de pollos de carne cobb-500. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Ríos Bermeo, S, N. (2018) “evaluación del pigmentante natural *Bixa orellana i.* (achiote) en la dieta de pollos de engorde en el cantón morona”. Escuela superior politécnica de Chimborazo facultad de ciencias pecuarias. Macas-Ecuador.