

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE LA PIGMENTACIÓN DE LA PIEL EN POLLOS
PARRILLEROS LINEA COBB 500 CON DOS NIVELES DE ACHIOTE (*Bixa
orellana* L.) EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ PROVINCIA CARANA VI**

UNIV. NAGONIA PALLARICO SIRPA

LA PAZ – BOLIVIA

2022

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DE LA PIGMENTACIÓN DE LA PIEL EN POLLOS
PARRILLEROS LINEA COBB 500 CON DOS NIVELES DE ACHIOTE (*Bixa
orellana* L.) EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ PROVINCIA CARANA VI**

*Tesis de Grado presentando como
requisito parcial para obtener el título de
Licenciada en M.V.Z.*

NAGONIA PALLARICO SIRPA

ASESORES:

Ing. M.Sc. Rubén Tallacagua Terrazas

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

M.V.Z. M.Sc. Carla Rosario Ruíz Hurtado

TRIBUNAL EXAMINADOR

Ing. Angel Fernando Jira Hernández

Ing. Limbert Telésforo Laura Huanca

Ing. Wilson Saúl Segura Ramírez

APROBADA

Presidente del Tribunal Examinador

2022

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis está enteramente dedicado con todo cariño a mis padres: Hernán Pallarico y Angela Sirpa quienes son la base de mi vida e hicieron todo para que yo pudiera lograr mis sueños profesionales, a quienes les debo lo que soy y llegaré a ser.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios, por darme la oportunidad y el tiempo para formarme como ser humano y profesional.

A los docentes de la casa superior Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Programa Medicina Veterinaria y Zootecnia, por la sabiduría que me ofrecieron durante mi formación profesional.

A la facultad de Agronomía Centro Experimental Chijchipani por haberme brindado sus instalaciones para poder realizar esta investigación.

A mis asesores Ing. M.Sc. Rubén Tallacagua Terrazas, Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas, M.V.Z. Carla Rosario Ruíz Hurtado por el apoyo que me brindaron y la guía para la elaboración de este trabajo de investigación.

A los honorables miembro tribunal Ing. Angel Fernando Jira Hernández, Ing. Limbert Telésforo Laura Huanca e Ing. Wilson Saúl Segura Ramirez, quienes dedicaron paciencia y apoyo en el trabajo realizado.

A la fundación Senda Nueva a cargo de la Lic. Nora Poma y Lic. Nilton Rodríguez, por guiarme en mis estudios, el apoyo moral y económico que me dieron durante mi formación académica.

A mis padres: Hernán Pallarico, Angela Sirpa, por la confianza que me brindaron toda la etapa de mi vida que es moral y económica.

A mis queridas hermanas: Mabel Pallarico, Danitza Pallarico, a mis sobrinos Sebastián y Yordan que me dieron su apoyo y compañía en éxitos y fracasos que se ostentaron en mi vida y a todas las personas que me colaboraron durante la investigación.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	12
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	Objetivo general.....	13
1.1.2	Objetivo específico.....	13
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	Importancia en la industria avícola.....	14
2.2	Datos de producción en la avicultura	14
2.2.1	Avicultura en Sudamérica.....	15
2.2.2	Avicultura en Bolivia	15
2.2.3	Avicultura en La Paz.....	16
2.3	Características de pollos parrilleros	17
2.3.1	Origen de la línea Cobb 500	18
2.3.2	Línea Cobb 500	18
2.3.3	Clasificación taxonomía del pollo parrillero.....	19
2.3.4	Factores que influyen en la producción avícola.....	20
2.3.5	Fisiología digestiva	21
2.4	Densidad en la cría de pollos parrilleros	22
2.5	Pigmento	23
2.5.1	Definición.....	23
2.5.2	Clasificación.....	23
2.5.3	Pigmentos Naturales	24
2.6	Carotenoides.....	25
2.6.1	Propiedades químicas de los carotenoides	26
2.7	Pigmentación en la piel de pollos.....	27
2.8	Factores que afectan a la pigmentación del pollo	27
2.9	Determinación de la pigmentación	28
2.10	Cultivo de achiote en Bolivia	28

2.10.1	Importancia en el cultivo.....	29
2.10.2	Clasificación taxonómica.....	29
2.10.3	Composición química de la semilla de achiote.....	30
2.11	Métodos para determinar la pigmentación.....	31
2.11.1	Método del colorímetro de Roche.....	31
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1	Localización.....	32
3.1.1	Macro localización.....	32
3.2	Materiales.....	33
3.2.1	Material biológico.....	33
3.2.2	Material de construcción.....	34
3.2.3	Material de campo.....	34
3.2.4	Materiales para área de faenado.....	35
3.2.5	Insumos.....	35
3.2.6	Gabinete.....	35
3.3	Metodología.....	36
3.3.1	Procedimiento Experimental.....	36
3.3.2	Toma de datos.....	41
3.4	Análisis estadístico.....	43
3.4.1	Diseño experimental.....	43
3.4.2	Tratamiento.....	44
3.5	Variables de respuesta.....	45
3.5.1	Ganancia de peso.....	45
3.5.2	Ganancia media diaria (G.M.D.).....	45
3.5.3	Consumo de alimento (C.A.).....	46
3.5.4	Determinación de la pigmentación.....	46
3.5.5	Peso a la canal.....	46
3.5.6	Beneficio y costo.....	47
4	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	48
4.1	Ganancia de peso.....	48
4.2	Ganancia media diaria (G.M.D.).....	50

4.3	Consumo de alimento (C.A.).....	51
4.4	Grados de pigmentación	53
4.5	Peso a la canal.....	55
4.6	Análisis económico	57
4.7	Beneficio y costo	57
5	CONCLUSIONES	59
6	RECOMENDACIONES	61
7	BIBLIOGRAFÍA	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Consumo de carne de pollo en Sudamérica.	15
Cuadro 2.	Producción total de aves parrilleras por departamento según, años 2016 – 2021 (En unidades).	16
Cuadro 3.	Granjas y producción de aves en el departamento de La Paz por municipios según el censo 2008.	17
Cuadro 4.	Taxonomía del pollo.....	19
Cuadro 5.	Fuentes naturales de carotenoides.....	26
Cuadro 6.	Taxonomía del achiote.....	30
Cuadro 7.	Composición química del achiote.	30
Cuadro 8.	Niveles experimentales de harina de achiote.	40
Cuadro 9.	Cantidad de alimentó para 162 pollos por semana.....	41
Cuadro 10.	Esquema del experimento.	44
Cuadro 11.	Distribución de unidades experimentales.	45
Cuadro 12.	Análisis de variancia de ganancia de peso.	48
Cuadro 13.	Análisis de variancia de Ganancia media diaria.....	50
Cuadro 14.	Análisis de variancia de Consumo de alimento.....	51
Cuadro 15.	Análisis de variancia de grado de Pigmentación de la piel.	53
Cuadro 16.	Análisis de variancia de peso a la canal.	56
Cuadro 17.	Detalle de costo de producción por tratamiento (162 pollos).	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Línea Cobb 500.....	19
Figura 2. Factores que limitan el crecimiento.	20
Figura 3. Aparato digestivo.....	21
Figura 4. Semilla de achiote.	29
Figura 5. Ubicación geográfica de la Estación Experimental Chijchipani.	33
Figura 6. Instalaciones del galpón.	36
Figura 7. Desinfección.	37
Figura 8. La cama para los pollitos.....	38
Figura 9. Preparación y adaptación del círculo de crianza.	38
Figura 10. Llegada de pollitos parrilleros BB de la línea Cobb 500.	39
Figura 11. Acondicionamiento de unidades experimentales.....	39
Figura 12. Distribución en las unidades experimentales.	40
Figura 13. Toma de datos de peso.....	41
Figura 14. Pollos faenados.....	43
Figura 15. Promedio de ganancia de peso.....	49
Figura 16. Promedio de la ganancia media diaria.	50
Figura 17. Consumo de alimento.....	52
Figura 18. Promedio de grado de pigmentación de piel.	54
Figura 19. Promedio de peso a la canal.	56

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de inicio	70
Anexo 2. Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de crecimiento	70
Anexo 3. Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de engorde	70
Anexo 4. Preparado de galpón para los pollitos	71
Anexo 5. Desinfecciones del galpón.....	71
Anexo 6. Armado de la división de la unidad experimental	71
Anexo 7. Llegada y recepción de los pollitos.....	72
Anexo 8. Inicio de la investigación.....	72
Anexo 9. Pollos parrilleros con respectiva alimentación	72
Anexo 10. Toma de datos.....	73
Anexo 11. Colorímetro de Roche	73
Anexo 12. Medición de la pigmentación en la etapa de final	73
Anexo 13. Mortalidad durante la investigación	74
Anexo 14. Consumo de alimento durante la investigación	74
Anexo 15 Datos de ganancia de peso, ganancia media diaria, peso a la canal Repetición 1	75
Anexo 16 Datos de ganancia de peso, ganancia media diaria, peso a la canal Repetición 2	75
Anexo 17 Datos de ganancia de peso, ganancia media diaria, peso a la canal Repetición 3	76
Anexo 18 Datos tomados de pigmentación de piel con el colorímetro de Rocher....	76
Anexo 19 Detalle de costo de producción por tratamiento	77

RESUMEN

La investigación sobre el pigmento en el pollo, es implementar a su alimento la semilla de achiote durante la etapa de engorde, determinando si es necesario para que las aves obtengan la tonalidad que exigen actualmente en el mercado y sea una herramienta para los avicultores sobre el beneficio de este producto natural en la producción avícola. El objetivo de este estudio fue evaluar la pigmentación de piel en la crianza de pollos parrilleros línea Cobb 500 con dos niveles de achiote (*Bixa orellana* L.) Departamento de La Paz provincia Caranavi.

La investigación se realizó en el Centro Experimental Entre Ríos de Chijchipani, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, que se encuentra ubicado en el kilómetro 20 camino Alto Beni de la provincia Caranavi del departamento de La Paz. Se evaluaron los niveles de achiote T1 (4 %) y T2 (6%) en la reacción comercial de pollos parrilleros de la línea Cobb 500.

El diseño empleado en la investigación fue diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo en estudio a 162 pollos parrilleros entre hembras y machos en 9 unidades experimentales con una densidad de 18 aves por unidad experimental. Se tomó en consideración las variables: consumo de alimento, ganancia de peso, ganancia media diaria, determinación de la pigmentación, peso a la canal y beneficio costo.

En los resultados obtenidos se demostró que, si existe diferencia significativa en las variables de consumo de alimento en el tratamiento 2 con 3129,7g, en la ganancia de peso el tratamiento 2 con 1946,73 g, la ganancia media diaria el tratamiento 2 con 139,9 g, incrementando semilla de achiote en su ración.

El nivel de pigmentación se obtuvo como resultado de 7,83 del T2 (6%) registro mayor de pigmentación de piel de pollo en la etapa de engorde.

En cuanto al beneficio y costo, la adición de la semilla de achiote obtuvo mayor rentabilidad con B/C de 1,26 expresando que por cada boliviano invertido tiene una ganancia de Bs 0,26.

SUMMARY

The research on pigment in chickens is to implement annatto seed in their feed during the fattening stage, determining if it is necessary for the birds to obtain the color that is currently demanded in the market and to be a tool for poultry farmers on the benefit of this natural product in poultry production. The objective of this research work was to evaluate skin pigmentation in Cobb 500 broiler chickens raised with two levels of annatto (*Bixa orellana* L.) in the Department of La Paz, Caranavi province.

The research was carried out at the Entre Ríos de Chijchipani Experimental Center, under the Faculty of Agronomy of the Universidad Mayor de San Andrés, located at kilometer 20 on the Alto Beni road in the Caranavi province of the department of La Paz. The levels of annatto T1 (4%) and T2 (6%) were evaluated in the commercial reaction of broiler chickens of the Cobb 500 line.

The design used in the research was a completely randomized design with three treatments and three replications, with 162 broilers between females and males in nine experimental units with a density of 18 birds per experimental unit. The following variables were taken into consideration: feed consumption, weight gain, average daily gain, pigmentation determination, carcass weight, mortality percentage and cost benefit.

The results obtained showed that there is a significant difference in the variables of feed consumption in treatment 2 with 3129.7 g, in weight gain in treatment 2 with 1946.73 g, and average daily gain in treatment 2 with 139.9 g, increasing annatto seed in the ration.

The pigmentation level was obtained as a result of 7.83 of T2 (6%) higher record of pigmentation of chicken skin in the fattening stage.

In terms of profit and cost, the addition of annatto seed was more profitable with a B/C of 1.26, which means that for each Boliviano invested, there is a profit of Bs 0.26.

1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años la globalización se ha extendido a todos los países del mundo de tal forma que hoy en día un producto que se vende al otro lado del mundo puede afectar al nuestro. La producción pecuaria también está siendo incluida en este plan con estrategias de alta producción y la necesidad de agradar al consumidor.

La línea Cobb es la más antigua del mundo, comenzando con Robert Cobb en 1916 siendo el más eficiente del mundo con la mayor tasa de crecimiento, conversión alimenticia, dietas de bajo costo y adaptación a cambios climáticos, cuya característica principal es de plumaje blanco y algunos casos de manchas negras, siendo la línea más explotada del Perú con un 66% a nivel nacional siendo el pollo más exitoso del mundo (Suzaño, 2014).

El pigmento es un colorante que se puede observar a simple vista, estando presente en todo el organismo de las plantas teniendo un rol de obtener un tinte natural con un alto poder de pigmentar.

Una de las características más importantes de la carne de pollo es la apariencia visual especialmente en el color que se impone en la piel el cual determina la elección o rechazo de la carne de pollo por el consumidor.

Esto ocurre los productores avícolas en los cuales el color de la piel juega un rol fundamental para la comercialización, adaptación del producto avicultura de antaño no tuvo esta necesidad ya que el color deseado era suministrado con el alimento que incluye una adecuada cantidad de maíz amarillo a los alimentos (Alcivar, 2014).

El presente trabajo de investigación propone reemplazar el colorante de uso sintético con el colorante de uso orgánico además de ver el comportamiento en los pollos parrilleros con la implementación del achiote en el alimento, con el fin de pigmentar la piel de pollo proporcionando características estéticas al consumidor permitiendo

generar mayores ingresos económicos al productor para la venta de los pollos, considerando que la coloración natural está interpretada como un signo de salud y frescura por lo contrario los colores pálidos poco apetitosos muestran sinónimo de enfermedad y descomposición rápida.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar la pigmentación de piel en la crianza de pollos parrilleros línea Cobb 500 con dos niveles de achiote (*Bixa orellana* L.) Departamento de La Paz Provincia Caranavi.

1.1.2 Objetivo específico

- Determinar el efecto de la aplicación de achiote en la pigmentación de la piel de los pollos Cobb 500 en la etapa de faena.
- Evaluar la ganancia de peso con la aplicación de dos niveles de achiote.
- Evaluar el consumo de alimento con la aplicación de dos niveles de achiote.
- Establecer los costos en la producción entre niveles de achiote.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importancia en la industria avícola

Cervantes (2000), señala que actualmente la globalización de la economía es caracterizada por las aperturas del comercio donde se observa que existe inversiones e innovaciones tecnológicas promoviendo la competitividad de los sectores económicos, con un fin de que los productos puedan ser ubicados en mejores precios y calidad en el mercado, demostrando, en contexto que la avicultura durante los últimos años tomo un papel relevante en la generación de empleos de riqueza así mismo garantizando la seguridad alimentaria.

La ganadería es fundamental para las subsistencias de alrededor de mil millones de las personas más pobres del mundo, las aves de corral en el mundo rural en particular, son esenciales para la subsistencia de muchos agricultores de escasos recursos, puestos que a menudo es el único activo que poseen (Farrell, 2013).

Según A.D.A (2012), señala que es importante la participación del rubro avícola en la economía Nacional reflejando un valor bruto que genera, principalmente en los Departamentos de Cochabamba y Santa Cruz alcanzando el 95% de la producción Nacional.

El mismo autor mencionado indica que el consumo de la carne de pollo, se elevó en los últimos años de 17.89 kg/hab. (2009), a 37.0 Kg/hab. (2012). y 33 Kg/hab. (2015).

2.2 Datos de producción en la avicultura

El progreso de la industria avícola fue en el inicio del siglo XX, se descubrieron una evolución de producir pollos, después de la segunda guerra mundial llegaron a ver muchas investigaciones tanto en el área de mejoramiento genético como en la nutrición animal con el propósito de ayudar el problema del hambre en el mundo que se llega a tener (Villacorta, 2005).

2.2.1 Avicultura en Sudamérica

En base a datos de empresas avícolas más importantes en Sudamérica 5 de las más grandes empresas de pollos de engorde pertenecen a Brasil, dos en Chile, una Argentina, Perú y Venezuela. Las líneas más utilizadas en pollos parrilleros en los países sudamericanos son Cobb, Ross, Arbor Acres, Hubbard y Hybro. En el cuadro 1 se puede observar el consumo de carne en Sudamérica durante el 2015 (Bueno, 2017).

Cuadro 1. Consumo de carne de pollo en Sudamérica.

País	Números de pollos (millones)	Consumo de pollos (kg/persona)
Argentina	880	45
Bolivia	179,9	33
Chile	240	30
Brasil	6.050	43
Colombia	730	30
Ecuador	230	35
Paraguay	70	17
Perú	673	43,5
Uruguay	28	24,5
Venezuela	351	46

Fuente. Bueno 2017.

2.2.2 Avicultura en Bolivia

La avicultura en nuestro país, es uno de los rubros más importantes para la economía y el desarrollo, ya que genera 1.4 % del producto interno bruto, 76 % es producción en pollos parrilleros, 20 % producción de huevo comercial y el 4 % son subproductos y productos de descarte. Genera 14.000 empleos directos y 16.000 empleos indirectos con la producción donde se podrá observar en el cuadro 2 (Machicado, 2005).

Cuadro 2. Producción total de aves parrilleras por departamento según, años
2016 – 2021 (En unidades).

AÑO	2016 (p)	2017(p)	2018(p)	2019(p)	2020(p)
CHUQUISACA	5.636.716	6.288.694	6.004.537	5.940.703	5.972.300
LA PAZ	4.095.050	4.836.339	4.717.785	4.568.716	4.593.015
COCHABAMBA	76.846.785	80.939.698	73.963.480	76.460.822	76.867.499
POTOSI	1.044.566	1.193.351	1.274.829	1.127.316	1.133.312
TARIJA	12.074.922	14.329.895	15.112.688	13.536.936	13.608.936
SANTA CRUZ	118.915.703	134.092.523	127.827.880	126.672.384	127.346.124
BENI	351.200	351.903	355.736	332.430	334.198
PANDO	21.680	26.626	28.890	25.153	25.286
TOTAL	218986622	242059029	229285825	228664460	229880670

Fuente: INE 2021.

2.2.3 Avicultura en La Paz

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras determinó que el 2010 hubo una producción anual de 304.194 toneladas de carne de pollo, y dado que el peso promedio de cada pollo comercial es de 2,4 kilos, se tiene que para el 2009 la población de pollo de granja aproximadamente fue de 126,7 millones esta cifra es incrementada en el año 2011 a 134,3 millones de pollos de granja, pues se producirán 322.445 toneladas métricas de carne de pollo, según el sistema de información de la producción y precios en los mercados dependiente del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras en el cuadro 3 se observa el número de granjas avícolas que se encuentra en los municipios y cuanto fue su producción en el año 2008 en el departamento de La Paz (Cortez, 2011).

Cuadro 3. Granjas y producción de aves en el departamento de La Paz por municipios según el censo 2008.

Municipios	N.º de granjas	Producción de pollos (Unidades)
Caranavi	112	114.345
Coroico	46	77.742
Palos Blancos	19	12.994
Chulumani	10	9.900
Irupana	9	7.942
Guanay	10	7.942
Coripata	3	6.000
Mapiri	9	6.000
Mecapaca	6	5.496
La Paz	11	4.724
Yanacachi	9	4.350
Teoponte	12	3.000
La Asunta	12	1.920
TOTAL	248	266.413

Fuente: Cortez, 2011.

2.3 Características de pollos parrilleros

Las características esenciales del pollo parrillero en la rapidez y la intensidad de crecimiento y cualidades de naturaleza hereditaria derivada de una severa selección genética que se basa en patrones de productividad y vigor organiza que se consume con gran importancia económica aprovechando al máximo la reacción alimenticia para proveer el organismo los componentes nutritivos que necesita para cumplir su ciclo biológico, cómo también procura disminuir el tiempo de permanencia en el galpón, siendo también que los últimos años se ha seleccionado la genética en pollo incrementando los rendimientos exitosamente a una velocidad de crecimiento de masa muscular con ellos se redujo el tiempo de al mercado el pollo es un ejemplar que generalmente no excede de 8 semanas su carne es blanda y tierna y jugosa y la piel es flexible y suave con una pigmentación natural que se da (Poma, 2018).

2.3.1 Origen de la línea Cobb 500

Fonseca (2018), indica que en 1980 en Estados Unidos se introdujo la raza o línea por muchos motivos todavía la biología helada tiene que aclimatarse a comienzo de la década de 1980 se creía que era una aclimatación física solamente quizás un problema de cambio de temperatura o de acostumbrarse a una nueva reacción nuevo manejo lo que sus subestimó en ese momento fue la aclimatación genética hoy en día se usa el término epigenoma para describir los cambios de lectura. El genoma como resultado de esa diferencia en esa época se tuvo desempeños muy malos durante casi dos años, pero a medida que las aves se adaptaron su sistema genético.

Poma (2018), señala que se mostró que en Estados Unidos a continuado con el avance de aves en 1983 comenzó a introducir las aves Cobb 500 comparando con la compañía Cobb se dio la oportunidad de convertirse en una raza de pollos de engorde más popular del mundo.

Cobb-Vantress (2013), indica que las principales razas para obtener la línea Cobb, fueron Cornish macho (producción de pechuga), Plymouth Rock (producción de huevo), y también New Hampshire hembra (producción de huevo), obteniendo el pollo Cobb también indican que la línea Cobb 500 es el producto de la combinación de las líneas aviar y Rhoss, mejorándolo a la que tiene la mejor uniformidad en el mercado.

2.3.2 Línea Cobb 500

La línea Cobb- es de alto rendimiento de carne, y de rápido crecimiento con una baja conversión de alimento, alta rusticidad en manejo de fácil adopción a cambio climático cuya característica principal es de plumajes blancos en algunos casos de mancha negra, actualmente esta línea es la más explotada en Perú predominando en un 66% a nivel nacional es recomendable para productividad en carne. (Colque, 2014).

Cobb-Vantress (2018), han demostrado que la proteína y aminoácidos pueden incrementar en un 8%, al igual que la carne, con ayuda de raciones bien elaboradas que aceleran el crecimiento y mejoran el rendimiento, distinguiéndose así una buena conversión alimenticia y una excelente tasa de crecimiento a menor costo, esta línea combina ambas características siendo el pollo más exitoso del mundo.

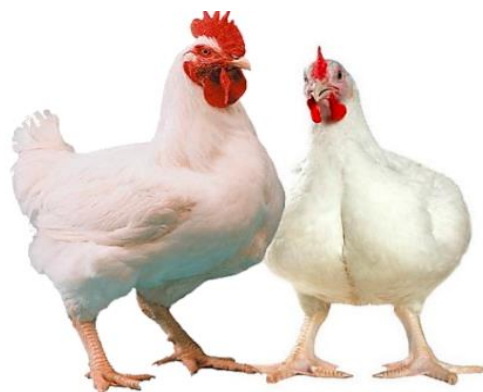


Figura 1. Línea Cobb 500.

Fuente: Cobb-Vantress (2018).

2.3.3 Clasificación taxonomía del pollo parrillero

Maldonado (2015), cita la clasificación de este tipo de aves

Cuadro 4. Taxonomía del pollo.

Reino	Animal
Sub – reino	Metazoos
Tipo	Vertebrado
Clase	Ovíparo
Orden	Galiniformes
Familia	Phasiánidae
Genero	Gallus
Especie	Gallus, gallus
Nombre común	Pollo, Gallo, Gallina

Fuente: Maldonado (2015).

2.3.4 Factores que influyen en la producción avícola

Todos somos conscientes de que cada día las aves que creamos zonas productivas y sensibles a determinados factores, donde el objetivo es obtener mayor rendimiento y más eficiente en términos productiva en valor nutricional y alimento en consumos son dos factores donde tendrían que expresar su potencial genético y poder obtener una mayor producción y calidad al mínimo costo (Fuentes, 2020).

Acres (2009), señaló que todos los factores son interdependientes por lo que si cualquiera de ellos no está su nivel óptimo afectará adversamente el rendimiento general cuales son:

- Genética, tomar en cuenta líneas adecuadas para el sector de cría.
- Alimentación, proporcionar alimentación balanceada según requerimiento nutricional.
- Bioseguridad estricta, realizar controles sanitarios como preventivos y curativos.
- Manejo, para adecuar la crianza al potencial genético de pollos parrilleros.

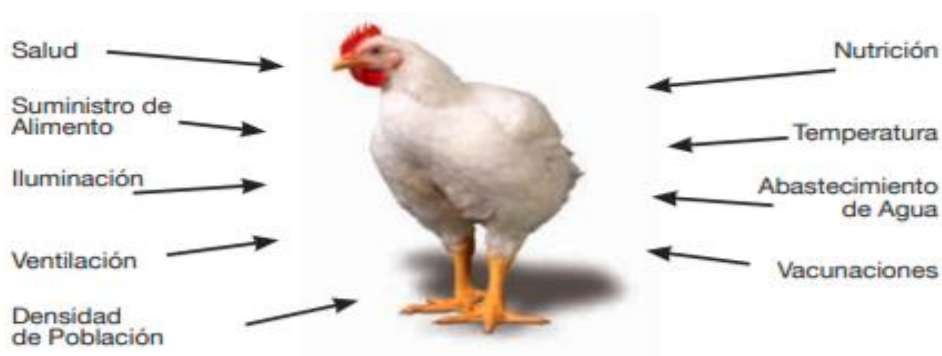


Figura 2. Factores que limitan el crecimiento.

Fuente: Acres (2009).

2.3.5 Fisiología digestiva

Los pollos al instante de la eclosión, poseen todos sus sistemas enteros a partir de la posición anatómica, no obstante, a partir de la perspectiva histológica y servible, varios de dichos sistemas permanecen inmaduros y tienen que concluir de madurar en diferentes fases vitales. Dichas fases permanecen determinadas, en la naturaleza, por los ciclos climáticos y disponibilidad de alimentos, empero en la crianza industrial se hace primordial hacerlos madurar velozmente para lograr una expresión máxima del potencial genético de incremento. (Rodríguez, 2011).

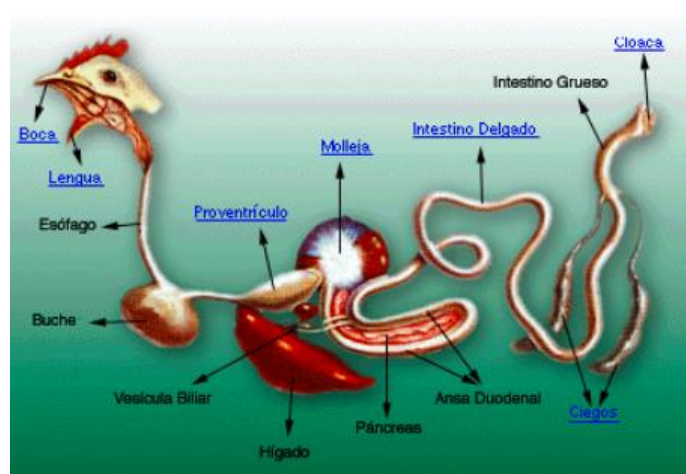


Figura 3. Aparato digestivo.

Fuente: Zelada (2019).

Zelada (2019), explica que las principales estructuras que componen al sistema digestivo:

- El pico humedece los alimentos con saliva la comida no es masticada.
- El esófago lleva los alimentos hasta el cultivo de almacenamiento, después de que un pollo haya comido, el cultivo se sentirá lleno y abultado.
- Los alimentos almacenados en el cultivo pasaran lentamente hacia el proventrículo.
- El proventrículo mezcla los alimentos con ácidos y enzimas digestivas.

- Luego se pasa la comida a la molleja donde se acumula el grano insoluble (pedernal).
- La comida es molida por una fuerte acción muscular en la molleja.
- Desde la molleja, los alimentos pasan al intestino delgado y se reducen aún más con las enzimas del páncreas.
- La bilis producida por el hígado y almacenada en la vesícula biliar ayuda a descomponer la grasa.
- Los intestinos digieren la comida, extrayendo nutrientes de ella.
- El agua y el resto de los alimentos no digeridos se absorben en el intestino grueso.
- Los caeca o ciegos son un par de tubos que permiten la fermentación de alimentos no digeridos. Esto se vacía cada 24 horas aproximadamente y es una espuma de color marrón claro (color mostaza). Esto a menudo puede ser confundido como diarrea por el principiante.
- La cloaca / ventilación pasa una combinación de heces y orina, junto con los huevos del oviducto.

2.4 Densidad en la cría de pollos parrilleros

Cobb-Vantress (2018), indica que la densidad poblacional, es la cantidad de pollos que puede criarse en un m² siendo una unidad métrica de superficie. Para implementar una densidad adecuada se debe tener en cuenta factores tales como el clima, tipo de galpón y normas de bien estar. Una densidad inapropiada, aumenta los problemas de patas, raspaduras, posible grado de mortalidad.

El mismo autor mencionado señala que la densidad óptima depende del peso final que queremos obtener en nuestro lote. En la época calurosa deberá bajarse la densidad, el hacinamiento reducirá la uniformidad del lote, y por ende se obtendrá eficiencias más bajas. Normalmente se calcula 10 pollos mixtos por m² en época de clima templado y 8 pollos mixtos por m² en época calurosa, esto para galpones abiertos.

2.5 Pigmento

Maldonado (2015), indica que los pigmentos generalmente son colores que se pueden observar durante toda la vida que están presentes en todos los organismos del mundo, siendo las plantas los principales productores.

2.5.1 Definición

Según el Diccionario de la Lengua Española, el pigmento se define como sustancia colorante disuelta o en forma de gránulos, se encuentra en el citoplasma de muchas células vegetales y animales.

Reol (2003), indica que la energía solar se convierte en energía química mediante los organismos fotosintéticos no se usa de igual manera las longitudes de ondas en la luz del sol ya que los órganos fotosintéticos contienen moléculas llamadas pigmentos, que absorben solo longitudes de la onda de la luz visible mientras que se reflejan en otra, estas ondas son un conjunto que absorben el pigmento que se conoce como espectro de absorción.

El mismo autor citado observó tres tipos de pigmentos importantes en la fotosíntesis: clorofila a, clorofila b y β - caroteno. Este conjunto es un conjunto de longitudes que un pigmento no absorbe se refleja y la luz reflejada es lo que vemos como color. Ejemplo percibimos las plantas de color verde por su gran contenido de moléculas de clorofila A y B que refleja luz verde.

2.5.2 Clasificación

Martínez Silva (2010), indica que los pigmentos pueden ser clasificados tomando en cuenta alguna de las características como origen (naturales, sintéticos o inorgánicos), la estructura del cromóforo (pueden tener sistemas conjugados como los carotenoides, las antocianinas y las betalainas), estructura de los pigmentos naturales (como los

derivados del tetrapirrol, derivados de los isoprenoides, etc.) y como aditivos alimentarios (pueden ser certificados y no certificados, según la FDA).

2.5.3 Pigmentos Naturales

Martínez Silva (2010), señala que hoy en día, las ventajas de los pigmentos naturales sobre los sintéticos han aumentado debido a las propiedades biológicas de los pigmentos naturales que se han ido descubriendo. Además, algunos productos tienen un gran valor en el mercado solo la utilización de tintes naturales.

El mismo autor mencionado indica que es necesario señalar que las ventajas de los colorantes sintéticos son muy conocidas como el alto poder de pigmentación, estabilidad, el almacenamiento, la facilidad del proceso de obtención, además son más económicos, están disponibles en cantidades ilimitadas.

Rivera (2005), hizo referencia sobre el uso de pigmentos naturales.

- Maíz amarillo (*Gluten*).
- Harina de alfalfa.
- Cempasúchil.
- Chiles (*Capsicum*).
- Microalgas (*Haematococcus pluviales*).
- Crustaceos.
- Guaje (*Leucaena leucocephala*).
- Achiote (*Bixa orellana* L.)
- Harina de camarón.
- Zanahoria (*Daucus carota* L.).

Martínez Silva (2010), indica que cuatro grupos principales de pigmentos son responsables de la coloración en mamíferos, aves, peces e invertebrados de importancia económica, como:

Porfirinas: son los pigmentos de la cascara de huevo que se derivan de la desintegración de los eritrocitos en la capa mucosa glandular. (Salvador Tasayco & Tarazona, 2019).

Piridinas: Son responsables por mucho de los amarillos y rojos brillantes en peces, anfibios y reptiles (Martínez Silva, A.S, 2010).

Melaninas: Son biopolímeros de estructura química compleja y son el principal pigmento responsable del color normal de piel y cabello (Marín & Pozo, 2004).

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 (Calvo, 2006).

2.6 Carotenoides

Los carotenoides es una familia de pigmentos naturales sintetizados por las plantas y algunos hongos y bacterias, estos compuestos son responsables del atractivo color de muchas frutas y verduras, generando una amplia gama de colores que varían del amarillo del maíz, hasta el rojo del tomate, sandía y pimiento, o el naranja de la zanahoria, calabaza, naranja y mandarina, las frutas y verduras verdes como el aguacate, kiwi y espinacas también contienen niveles significativos de carotenoides, pero su color se ve enmascarado por el verde intenso de las clorofilas (Zacarías, 2020).

Los carotenoides son pigmentos naturales responsables de los colores amarillo, naranja y rojo en muchos alimentos tales como frutas, verduras, yema de huevo y algunos pescados como el salmón, trucha y mariscos en el impacto visual dado por la coloración de su carne (Mena, 1994).

Primo (1995), determina que los carotenos son colorantes rojos y amarillos dónde se obtienen de la zanahoria también en las hojas y frutos tejidos animales también presentan en la grasa de los animales leche mantequilla y suero sanguíneo, es importante para los humanos como pro-vitamina A, dónde se puede convertir en vitamina A, en alguna función biológica son:

Proteger a las células del cuerpo de influencias ambientales perjudiciales. (Por ejemplo, los "radicales libres").

- Mejorar el rendimiento del sistema inmune.
- Apoyar las funciones de desintoxicación.
- Están involucrados en el proceso por el cual vemos.
- Proteger la piel del daño por la luz ultravioleta.
- Aumentar la fertilidad de los animales.

2.6.1 Propiedades químicas de los carotenoides

Britton (1995), menciona que los carotenoides en su mayoría son compuestos de tetraterpenoides formados por ocho unidades isoprenoides, siendo el esqueleto de la molécula de un largo sistema central de enlaces dobles alternados.

Cuadro 5. Fuentes naturales de carotenoides.

Fuente	(mg/Kg)
Harina de flor de cempasúchil (<i>Tagetes erecta</i>)	6000 – 10000
Harina de chile (<i>Capsicum ssp.</i>)	500 – 10000
Microalga (<i>Chlorella sp.</i>)	4000
Harina de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	400 – 500
Harina de gluten de maíz (<i>Zea mays</i>)	330
Paprika española (<i>Capsicum annuum</i>)	274
Achiote (<i>Bixa orellana</i>)	265
Maíz amarillo (<i>Zea mays</i>)	10 – 25

Fuente: Maldonado (2017).

2.7 Pigmentación en la piel de pollos

Fernández (2015), señalo que para el pollo de engorda, el único pigmento rojo que se deposita cuantitativamente en la piel, es la cantaxantina, la xantofila disponible comercialmente es de síntesis química.

Maldonado (2015), también indica que la coloración del pollo parrillero en el mercado ha ido evolucionando pasando del pollo amarillo, preferido hasta los años 90, a un pollo mayormente blanco (pollo que es más barato de producir dado que en su alimentación requiere menos maíz y sobre todo menos pigmentante).

2.8 Factores que afectan a la pigmentación del pollo

Fernández (2015), explico que el querer lograr una pigmentación adecuada en el pollo de engorde no depende únicamente de una concentración de pigmentos en la dieta de hecho se puede decir que el éxito o fracaso de cualquier estrategia implementada hacia la pigmentación es resultado de una interacción de muchos factores cuales son:

a) Tipo de carotenoide ofrecido a las aves. Es necesario conocer las diferentes eficiencias de pigmentante de los caracteres disponibles y comerciantes para poder elaborar fórmulas eficientes también tenemos que ver su capacidad queda en los tejidos también la deficiencia de depósito en los tejidos es mayor que las xantofilas.

b) Genética de la parvada. No todas las líneas de pollo presentan la misma eficiencia para la fijar pigmento en la piel de hecho, existen líneas genéticas de pollo que no fijan carotenoides en la piel.

c) Estado de salud. Todo tipo de enfermedades que disminuya el consumo de alimento va a provocar una ingesta menor de caracteres anulando a esta situación cualquier tipo de daño sobre integridad en la mucosa intestinal va a disminuir la absorción de xantofila dietarías.

d) Tipo de dieta. Las xantofilas son lípidos terpenoides, por lo tanto, se digieren y absorben como cualquier otra molécula no polar. Los niveles de grasa en la dieta afectan directamente la absorción de los carotenoides.

e) Instalaciones y manejo. El efecto es variable no requiere ilustración ya que sabe que los animales sometidos al manejo inadecuado mostraran al menor una baja de consumo de alimento o como consecuencia una pigmentación deficiente.

f) Planta procesadora. Es un factor muy importante a tomar cuenta cuando se está produciendo pollo pigmentado para obtener un desplumado óptimo del pollo se necesita una temperatura de agua adecuada para el des plumaje sin causar la remoción de pigmento dérmico tiene que ser de 52° - 53° la cantidad de carotenoides en la piel disminuye drásticamente.

2.9 Determinación de la pigmentación

Muñoz *et al.* (2000), citado por Maldonado (2015), menciona que los métodos comúnmente usados para determinar el grado de pigmentación de la carne se dividen en dos grupos, análisis químico para cuantificación de los pigmentos de la piel y métodos basados al color, para estimar el color existen dos tipos de métodos, uno es basado en la comparación del color con la carta de colores o con el abanico colorímetro de Roche, el otro está basado en la medición de la intensidad del color usando métodos instrumentales.

2.10 Cultivo de achiote en Bolivia

Sánchez (1965), citado por Maldonado (2015), menciona que la pequeña familia de las Bixáceas comprende un solo género, *Bixa* con una especie cultivada en lugares silvestres en la cuenca amazónica el achiote (*Bixa orellana* L.) era cultivada en épocas precolombinas, desde Brasil y Bolivia.

Quiroga (2012), señala que en Bolivia el achiote se produce principalmente en las zonas subtropicales de La Paz (Caranavi) y Cochabamba (Chimoré) y en menor escala, en los valles mesotérmicos.



Figura 4. Semilla de achiote.

Fuente: Maldonado (2015).

2.10.1 Importancia en el cultivo

Choquehuanca (2011), menciona que el colorante natural es el cultivo en la actualidad una posibilidad económica muy rentable más aún en las zonas aptas para un cultivo como en Caranavi el norte del departamento de La Paz, es utilizado en diversos segmentos de la industria, la semilla se extrae de la Bixina uno de los colorantes naturales más caros y alcanza una importancia debido que el mercado se encuentra saturado de colorante nocivos para la salud para el consumo humano es importante para la aplicación de la piel por lo que puede reemplazar de la manera más sana a los colorantes sintéticos siendo así una ventaja competitiva y única.

2.10.2 Clasificación taxonómica

Cita la clasificación taxonómica del cultivo de achiote en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Taxonomía del achiote.

Nombre Científico:	
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Malvales
Familia:	Bixaceae
Género:	Bixa
Especie:	Bixa orellana

Fuente: Casa (2018).

2.10.3 Composición química de la semilla de achiote

Se tiene la composición química de la semilla de achiote mostrando el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Composición química del achiote.

Composición química (g/100)	
Humedad	11.81%
Proteína	12.13%
Fibra Cruda	8.84
Pectina	0.23%
Almidones	11.45
Carbohidratos	39.91%
Carotenoides totales	2.30%
Pentosa	14.97%
Grasa	0.3 g

Fuente: Choquecallata (2008).

2.11 Métodos para determinar la pigmentación

2.11.1 Método del colorímetro de Roche

Muñoz et al. (2000), señalan que el ojo humano tiene una capacitación para distinguir diferencias en el color de la carne y concentraciones superiores con el colorímetro de roche.

Se debe mencionar que la medición de la intensidad de pigmentación es realizada de acuerdo a la apreciación visual del individuo. Esta medición tiene la facilidad de ser rápida y sencilla, pero al mismo tiempo conlleva a un factor de error, por lo que es necesario capacitar al personal en la utilización del abanico, colocándolo para ello sobre la misma área de observación y bajo similar intensidad de luz, evitando de esta manera los errores en la toma de datos de pigmentación en pollos de carne (Caiña *et al.* 2001, citado por Choque, 2008).

Muñoz et al. (2000), señalan que este método es comúnmente usado en las industrias la principal razón es su costo comparado con métodos instrumentales y lo fácil de usar el punto importante a consideración cuándo se usa este método es la estandarización de las condiciones bajo las cuales se compara el color por la carta o el abanico en el medio ambiente, se puede modificar la percepción del color. Para evitar esto se ha diseñado "cajas de luz", las cuales tienen una dimensión de color y una intensidad de luz determinada.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

La investigación se realizó en el Centro Experimental de Entre Ríos Chijchipani dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, se encuentra ubicado en kilómetro 20 hacia el camino de Alto Beni de la Provincia Caranavi del Departamento de La Paz.

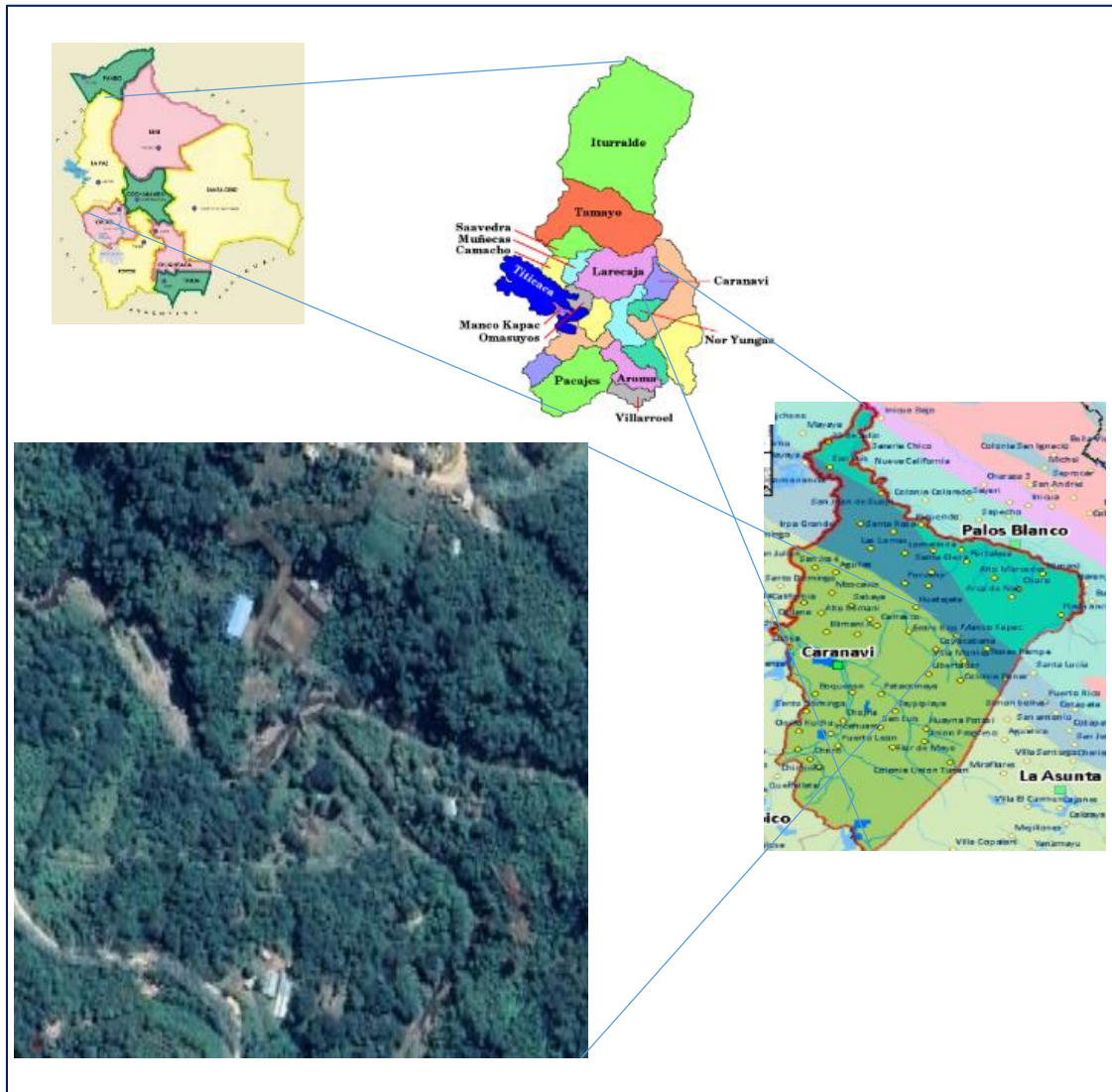
3.1.1 Macro localización

Caranavi es la primera y única sección de la Provincia del mismo nombre se encuentra en los valles subandinos en el sector conocido como faja de los yungas de la rama Oriental y Cordilleras de los Andes, ubicada en el norte del Departamento de La Paz teniendo 23 cantones y 460 Colonias entre las cuales se encuentra el Cantón Rosario Entre Ríos (Choronta), ubicado en el este a 27 km y la Comunidad de Chijchipani en el sud, capital de la Provincia de Caranavi (PDM, 2018).

PDM (2018), el Municipio de Caranavi se encuentra ubicado, entre las coordenadas: 68° 0` y 67°, 37` de longitud oeste y 15° 15` y 16° 15` de latitud sur.

Choque (2008), con alturas que oscilan entre los 350 y los 1.450 msnm. Su clima es cálido húmedo, con una temperatura media que varía entre los 20°C y 32°C y una precipitación media de 600 a 2.000 mm.

Figura 5. Ubicación geográfica de la Estación Experimental Chijchipani.



Fuente: UDAPE (2006), Google Earth (2018).

3.2 Materiales

En el desarrollo de la investigación, se utilizó los siguientes materiales:

3.2.1 Material biológico

Para la investigación se utilizaron 162 pollitos parrilleros BB entre machos y hembras de la línea Cobb 500.

3.2.2 Material de construcción

- ✓ 2 brochas grandes
- ✓ 1 cinta métrica de 50 m
- ✓ 2 rollo de alambre de amarre 1 kg
- ✓ 24 callapos
- ✓ Alambre tejido
- ✓ 2 bolsas de clavo
- ✓ Dos cajas de grampas de ½ pulgadas
- ✓ 1 alicate
- ✓ 1 martillo
- ✓ 1 sierra metálica
- ✓ 50 yutes
- ✓ 1 soplete
- ✓ 1 carretilla
- ✓ Cal 50 kg
- ✓ Cuerda 100 m

3.2.3 Material de campo

Los materiales utilizados, fueron todo lo necesario para la cría intensiva del pollo parrillero a continuación se detallará:

- ✓ 1 campana criadora capacidad para 400 pollitos
- ✓ 2 bebederos de inicio PVC de 5L para pollito BB
- ✓ 2 comederos para inicio
- ✓ 9 comederos tolva de 15kg
- ✓ 9 bebederos manuales PVC de 5L
- ✓ 1 termómetro de máximas y mínimas
- ✓ 1 redondel de 4 metros
- ✓ 1 balanza digital con una capacidad de 5 kg
- ✓ 1 romana digital, de 50Kg de capacidad

- ✓ 10 sacos de cascara de arroz
- ✓ 2 tanques de agua de 900 L y 300 L
- ✓ 1 abanico de Roche.
- ✓ 5 garrafas de gas licuado de petróleo.

3.2.4 Materiales para área de faenado

- ✓ 2 bandejas
- ✓ 2 turril
- ✓ 1 hornilla
- ✓ 1 garrafa de gas licuado de petróleo
- ✓ 3 cuchillos
- ✓ 1 olla de 50lt

3.2.5 Insumos

- ✓ 2 qq de alimento balanceado de inicio
- ✓ 6 qq de alimento balanceado de crecimiento
- ✓ 12 qq de alimento balanceado de finalización
- ✓ 12 kg de achiote
- ✓ Complejo vitamínico

3.2.6 Gabinete

- ✓ Calculadora
- ✓ Ordenador personal
- ✓ Material de escritorio
- ✓ Planillas de datos
- ✓ Cámara fotográfica

3.3 Metodología

3.3.1 Procedimiento Experimental

En base de recomendaciones técnicas y experiencias locales en el presente trabajo se obtuvo las siguientes etapas experimentales siguiendo los siguientes pasos:

3.3.1.1 Adecuación y preparación del ambiente experimental

- a) El trabajo se inició con la instalación de la malla de alambre en el galpón, sistema eléctrico y cortinas, además de implementar una puerta para tener un mejor acceso.
- b) La preparación de galpón fue realizada durante 30 días antes de la llegada de los pollitos parrilleros BB Cobb 500, donde se tomaron las medidas de bioseguridad como prevención y de esta manera obtener un ambiente apto para la crianza de pollos parrilleros.



Figura 6. Instalaciones del galpón.

Fuente: Elaboración propia (2022).

3.3.1.2 Desinfección

Para la desinfección, se tomó cuatro etapas:

- Para el lavado del ambiente se utilizó una solución de agua clorada, el lavado interior del ambiente se realizó 3 veces debido a la existencia anterior de crianza de pollos parrilleros.
- Para eliminar patógenos se desinfecto toda la infraestructura utilizando un lanza llamas (flameado a gas) luego se esperó 48 horas, para volver a realizar otra desinfección utilizando cal viva como desinfectante de amplio espectro y acción rápido.
- Una vez efectuado todas las medidas de bioseguridad, se realizó el vacío sanitario, teniendo un lapso de 15 días.



Figura 7. Desinfección.

Fuente: Elaboración propia (2022).

3.3.1.3 Preparación del círculo de crianza o redondel

Para la primera semana de vida se implementó el círculo de crianza utilizando cartón prensado con un diámetro de 4m, se utilizó cama arroz con una altura de 7cm, posteriormente se compacto la cama para dar firmeza, evitando que los platos den la vuelta.



Figura 8. La cama para los pollitos.

Fuentes: Elaboración propia (2022).

Una vez compacta la cama, posteriormente se colocó los comederos y bebedero de forma alterna, se instaló la campana criadora regulando a una temperatura de 31°C, obteniendo un ambiente adecuado para la llegada de los pollitos bebes.



Figura 9. Preparación y adaptación del círculo de crianza.

Fuente: Elaboración propia (2022).

3.3.1.4 Recepción de Pollitos BB

Una vez llegados los pollitos se los traslado al redondel previamente calentado a 31°C, donde ya se encontraba preparado el alimento balanceado y agua con complejo B con el fin de reponer la pérdida energética en el transcurso hasta la Estación. El control se realizó cada 24 horas.



Figura 10. Llegada de pollitos parrilleros BB de la línea Cobb 500.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Se proporcionó a los pollitos, cuidados adecuados de acuerdo al reglamento sin tener en cuenta el sexo, durante un periodo de tiempo de 30 días antes de ser trasladados a las unidades experimentales.

3.3.1.5 Construcción y acondicionamiento de unidades experimentales

Para iniciar la investigación, se procedió a la construcción de las unidades con un área de 2 metro cuadrado obteniendo 18 unidades experimentales, cada tratamiento con un comedero y bebedero.



Figura 11. Acondicionamiento de unidades experimentales.

Fuente: Elaboración propia (2022).

3.3.1.6 Preparación de alimento

Se mezcló la semilla de achiote con el alimento balanceado antes de su distribución en niveles diferentes de aditivo a los pollos en estudio.

La descripción de tratamiento se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Niveles experimentales de harina de achiote.

Tratamiento	(%) de achiote
T0	0%
T1	4%
T2	6%

Las raciones diarias se basaron en proteínas, vitaminas y minerales conteniendo isoenergéticos e isoprotéicos que el pollo parrillero requiere para su desarrollo. La mezcla se realizó cuidadosamente para que las semillas de achiote se distribuyan en el alimento.

3.3.1.7 Distribución de pollitos parrilleros en unidades experimentales

A los 30 días de la llegada de los pollos se instaló en las unidades experimentales, quedando así 18 aves en 2 m² distribuyendo así cada ración previamente elaboradas.



Figura 12. Distribución en las unidades experimentales.

Fuente: Elaboración propia (2022).

3.3.1.8 Alimento

El alimento se proporcionó de acuerdo a la edad y las tablas de rendimiento de la línea Cobb 500 los pollos parrilleros a partir de la etapa inicial hasta la finalización.

Se suministró el alimento y agua de 8am a 6pm, la limpieza de comederos y bebederos se realizó todos los días, con el fin de evitar enfermedades.

Cuadro 9 Cantidad de alimentó para 162 pollos por semana.

Etapa	Semana	Alimento gramos	AchioteT1	AchioteT2
INICIO	1	2.106 g	-	-
	2	6.156 g	-	-
	3	11.502	-	-
CRECIMIENTO	4	19.440	-	-
	5	25.432	4%	6%
ENGORDE	6	32.400	4%	6%

Fuentes: Elaboración propia (2022).

3.3.2 Toma de datos

La toma de datos se registró a partir de los 30 días de vida (etapa de engorde) de los pollos parrilleros, registrando: peso, alimentó consumido y alimentó rechazado.



Figura 13. Toma de datos de peso.

Fuente: Elaboración propia (2022).

3.3.2.1 Faena de pollos parrilleros

Se mantuvo en confinamiento a las aves durante 44 días, viviendo 14 días en etapa de investigación, iniciando con un peso promedio 1.112 g, logrando alcanzar así 2.900g en peso vivo, peso a la canal fue 2650 g.

Se realizó el siguiente procedimiento:

Recolección de aves: Una vez concluido la etapa de investigación de 14 días se seleccionó 5 aves de cada unidad experimental, trasladándolas a las jaulas cumpliendo un ayuno de 12 horas.

Recepción de aves: Las jaulas fueron trasladadas al matadero, se introdujo a las aves al cono de sacrificio hasta que la cabeza y el cuello salgan por el orificio interior del cono para evitar fracturas.

Sacrificio: Se realizó de manera manual, cortando la vena yugular para facilitar el desangre provocando la muerte del ave.

Desangrado: Se obtuvo con un lapso de 1 minutos con un vaciado completo.

Escalado: Posterior al desangrado se procedió al escalado del pollo teniendo por objetivo la dilatación de los folículos de la piel y la extracción de las plumas, se sumergió al agua con una temperatura de 52°C, tiempo de 10 segundos.

Pelado: Saliendo del escalado, se pasó al mesón para eliminar las plumas del cuerpo, las alas, el corvejón y el cuello evitando fracturar y romper la piel.

Eviscerado: Consistió en la extracción de las vísceras de la cavidad gastrointestinal del ave, donde se realizó una apertura en la cavidad intestinal a partir del rajado de la cloaca, se extrajo las vísceras, evitando la ruptura de la bilis.

Lavado: Se realizó el lavado con agua fría por dentro y por fuera de la carcasa eliminando el resto de la sangre, pluma y desechos del eviscerado.

Enfriamiento: Se puso en tachos de agua fría a una temperatura baja para inhibir el crecimiento bacteriano.

Secado: Después del enfriamiento se pasó al mesón para el goteo de 2 a 4 minutos para que eliminé la retención de agua que se obtuvo durante el enfriamiento.

Empaque: Después del secado se pasó a las canastillas para su traslado al mercado.



Figura 14. Pollos faenados.

Fuente: Elaboración propia (2022).

Se realizó la medición de la pigmentación de piel, a través del abanico de Roche, se comparó las aves faenadas de las unidades experimentales para observar la intensidad de color que adquirieron en el transcurso de la investigación.

3.4 Análisis estadístico

Los resultados experimentales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza.
- Prueba de comparación del rango múltiple de Duncan (5%).

3.4.1 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó es diseño completamente al azar (DCA), con un número total de tres tratamientos y tres repeticiones, con una densidad de 18 aves por unidad experimental.

Martínez Solaris (2013), menciona que los diseños completamente aleatorios, son experimentos homogéneos que se utiliza para galpones, corrales, laboratorios, invernaderos.

$$Y_{kn} = \mu + T_k + E_{kn}$$

Dónde:

Y_{kn} = Variable de respuesta

μ = Media global

T_k = Efecto del tratamiento (Diferente porcentaje de achiote)

E_{kn} = Error aleatorio

3.4.2 Tratamiento

En el presente trabajo se contó con tres tratamientos, un testigo con una ración normal, el T1 (4%) y T2 (6%) con el aditivo achiote en el alimento balanceado.

Cuadro 10. Esquema del experimento.

Tratamiento	Repetición	N.º de animales/U. E	Total, de animales/tratamiento
0% de achiote	3	18	54
4% de achiote	3	18	54
6% de achiote	3	18	54
Total			162

Fuentes: *Elaboración propia (2022).*

Cuadro 11 Distribución de unidades experimentales.

T1 Semilla de achiote 4% 2 metros 18 pollos	Pasillo 0.5 x 2m	T0 Solo alimento 2 metros 18 pollos	Pasillo 0.5 x 2m	T2 Semilla de achiote 6% 2 metros 18 pollos	6 m
T0 Solo alimento 2 metros 18 pollos	Pasillo 0.5 x 2m	T2 Semilla de achiote 6% 2 metros 18 pollos	Pasillo 0.5 x 2m	T1 Semilla de achiote 4% 2 metros 18 pollos	
T2 Semilla de achiote 6% 2 metros 18 pollos	Pasillo 0.5 x 2m	T1 Semilla de achiote 4% 2 metros 18 pollos	Pasillo 0.5 x 2m	T0 Solo alimento 2 metros 18 pollos	

7 m

Fuente: Elaboración propia (2022).

3.5 Variables de respuesta

3.5.1 Ganancia de peso

Alcázar (2002), menciona que la ganancia de peso se refiere a la diferencia de peso de un animal que mide desde la etapa de inicio hasta la etapa de finalización del ciclo de la crianza, en una balanza expresada en la siguiente fórmula.

$$GP = Pf - Pi$$

Dónde:

GP= Ganancia de peso

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

3.5.2 Ganancia media diaria (G.M.D.)

Maldonado (2012), indica que la ganancia media diaria es el peso ganado por la unidad de tiempo de crianza esta expresado en la siguiente fórmula:

$$GMD = \frac{Pf - Pi}{t}$$

Dónde:

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

t = Tiempo

3.5.3 Consumo de alimento (C.A.)

Hammeleers (2007), indica que es el alimento proporcionado menos el alimento rechazado:

$$CA = Ao - Ar$$

Dónde:

CA = Consumo de alimento

Ao = Alimento ofrecido

Ar = Alimento rechazado

3.5.4 Determinación de la pigmentación

Para evaluar la determinación de la pigmentación en pollos fue después del faeno se utilizó como referencia la escala de colores “abanico colorimétrico de Roche” con la prueba de puntaje.

3.5.5 Peso a la canal

Villacorta (2005), indica que peso a la canal es expresado en kg expresada en la siguiente formula.

$$PC = \text{peso de animal} - \text{peso de vísceras y pluma}$$

3.5.6 Beneficio y costo

Choque (2008), señala que la relación de beneficio/costo (B/C), nos permite medir la rentabilidad financiera de un proyecto, dividiendo los ingresos brutos actualizados entre los costos actualizados. Mostrando la cantidad de dinero actualizado que se recibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida.

$$B/C = \frac{\textit{ingresos percibidos}}{\textit{egresos totales}}$$

Ucañan (2014), señala que para tener una conclusión acerca de la viabilidad de un proyecto, se debe tener en cuenta la comparación de la relación de beneficio/costo (B/C) hallando una comparación con 1, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

B/C > 1, indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.

B/C = 1, aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costos.

B/C < 1, muestra que los costos son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Ganancia de peso

El análisis de varianza (ANVA), para la ganancia de peso se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 12. Análisis de variancia de ganancia de peso.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	P - Valor	Significancia
Tratamientos	2	195234,04	97617,02	0,0159	*
Error Experimental	6	65517,60	10919,60		
Total	8	260751,64			
Coefficiente de Variabilidad			5,68%		

** : Altamente significativo; * : significativo; NS: no significativo

Fuente: *Elaboración propia (2022).*

El ANVA descrito en el cuadro 12, muestra que el coeficiente de variabilidad para la variable ganancia de peso fue de 5,68%, indicando la confiabilidad de los resultados y en la toma de datos durante el trabajo de investigación.

La fuente de variabilidad nos indica que existe diferencia significativa, siendo que el promedio de los tratamientos es estadísticamente diferente, debido que hubo una mejor absorción de nutrientes.

La figura 17, muestra el promedio de la ganancia de peso vivo, estos datos exponen el comportamiento de los niveles de achiote en relación de la ganancia.



Figura 15. Promedio de ganancia de peso.

Al respecto el T1 (4%) y T2 (6%) presentaron mayor ganancia de peso vivo obteniendo un promedio de 1939,07 g y 1946,73 g respectivamente, al contrario, el T0 (0%) obtuvo menor ganancia de peso con un promedio de 1630,53 g, en la comparación múltiple de Duncan, muestra que existe diferencia significativa en T0 (0%) en comparación a T1 (4%) y T2 (6%) al contrario de los tratamientos T1 y T2 que no obtuvieron diferencia significativa.

Ninahualpa (2018), reporta que la utilización de harina de achiote (*Bixa orellana*) como pigmentante de pollos de engorde a dosis de T1 (0%), T2 (0.1 %), T3 (0.2%), T4 (0.3%), señaló que T3 (0.3%) obtuvo una ganancia de peso de 102,21g, donde si encontró diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo.

Esto no concuerda con lo reportado de Maldonado (2015), quien trabajó con harina de achiote incorporado en su ración, como resultado no obtuvo significancia en la ganancia de peso, indicando que el T4 (Testigo) presentó una ganancia de peso vivo de 1785,9 g y T1 (1%) obtuvo una ganancia de peso de 1773,6 g.

Al respecto López (2000), indica que las aves tienden a consumir suficiente alimento para satisfacer sus necesidades de energía. En consecuencia, la ganancia de peso vivo alcanzara con un mejor desempeño productivo en función al consumo de alimento.

4.2 Ganancia media diaria (G.M.D.)

El análisis de varianza se presenta en el cuadro 13, donde se describen los resultados de las fuentes de variabilidad, descritos a continuación.

Cuadro 13. Análisis de variancia de Ganancia media diaria.

Fuente de Variabilidad	de Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	P - Valor	Significancia
Tratamientos	2	996,55	498,27	0,0160	*
Error Experimental	6	336,01	56,00		
Total	8	1332,56			
Coefficiente de Variabilidad			5,70%		

** : Altamente significativo; * : significativo; NS : no significativo

Fuente: *Elaboración propia (2022).*

En el cuadro 13, el análisis de variancia muestra que el coeficiente de variabilidad para la variable ganancia media diaria fue de 5,70% indicándonos confiabilidad de los resultados y en la toma de datos durante el trabajo de investigación.

La figura 18, muestra el promedio de la ganancia media diaria de la etapa de engorde.

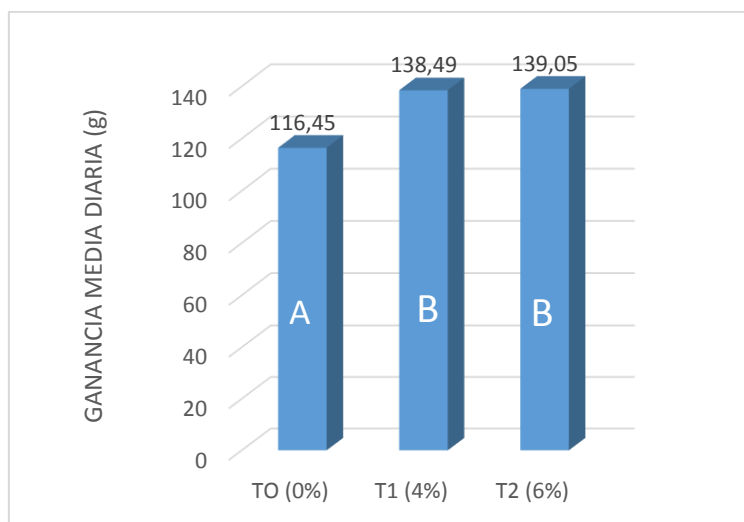


Figura 16. Promedio de la ganancia media diaria.

El coeficiente de variabilidad indica que se obtuvo diferencia significativa, donde el T1 (4%) y T2 (6%) alcanzó un promedio de 138,49 g/día y 139.05 g/día al contrario que el T0 (testigo) obtuvo una ganancia media diaria de 116,47 obteniendo un promedio bajo en comparación de los demás tratamientos, en la prueba de comparación múltiple de Duncan muestra que existe diferencia altamente significativa entre el T0 (0) con T1 (4%) y T2 (6%) al contrario de los tratamientos T1 y T2 que no obtuvieron diferencia significativa.

Maldonado (2015), expresa que no hubo significancia entre los tratamientos con la adición de los diferentes niveles de harina de achiote donde el T4 (Testigo) registra un valor más alto con 77,7 g/día, seguido del T1 (1%) 77.1 presentado un valor más bajo.

Al respecto Choque (2008), no obtuvo significancia en la variable de ganancia media diaria, incorporando cúrcuma y achiote para la pigmentación de piel en pollos en el nivel de 3% obtuvo una ganancia media con un peso de 79.19 g, con relación de los demás niveles de cúrcuma donde el nivel del 1% obtuvo una ganancia media diaria con 76.32 g.

4.3 Consumo de alimento (C.A.)

En el cuadro 14 se observa los resultados del análisis de varianza.

Cuadro 14. Análisis de variancia de Consumo de alimento.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	P- Valor	Significancia
Tratamientos	2	4033,87	2016,93	0,0167	*
Error Experimental	6	1383,43	230,57		
Total	8	5417,30			
Coeficiente de Variabilidad			0,49%		

** : Altamente significativo; * : significativo; NS: no significativo

Fuente: Elaboración propia (2022).

Como se puede observar en el cuadro 14, el análisis de varianza muestra que el coeficiente de variabilidad para la variable de consumo de alimento fue de 0,49% indicándonos confiabilidad de los resultados y en la toma de datos durante el trabajo de investigación.

En la figura 17, muestra el consumo de alimento obtenido con el achiote (T1 y T2) obteniendo un consumo similar en los tratamientos, mostrando que no hubo preferencia ni rechazo por el alimento ofrecido.

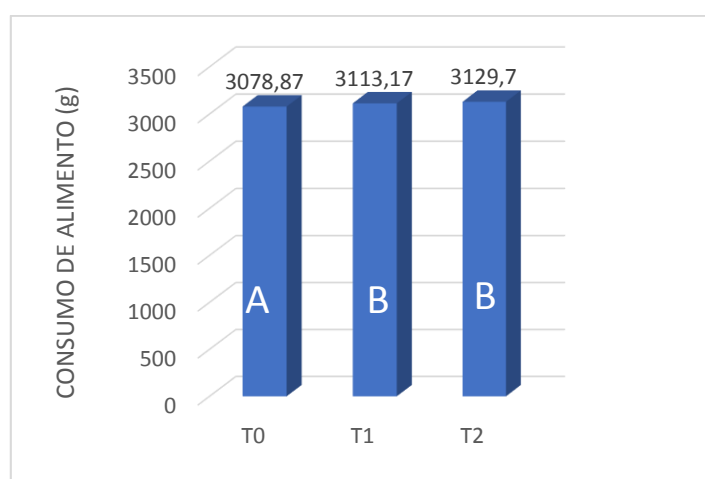


Figura 17. Consumo de alimento.

El análisis de varianza para la variable de consumo de alimento durante la investigación demostró que existe diferencia significativa entre los tratamientos, expresando la incorporación de diferentes niveles semilla de achiote que intervienen en el consumo especificando que T1 (4%) y T2 (6%), obtuvieron un consumo mayor llegando al promedio de 3113,17 g y 3129,7 g, al contrario de T0 (testigo) con un promedio menor de 3078,87 g respectivamente, en la prueba de comparación múltiple de Duncan muestra que existe diferencia altamente significativa entre el T0 (0) con los T1 (4%) y T2 (6%) al contrario de los tratamientos T1 y T2 que no obtuvieron diferencia significativa.

Soria (2014), en su investigación evaluó tres niveles, obtuvo significancia en la variable de consumo de alimento en la etapa de engorde donde incorporo harina de hoja de

yuca para la pigmentación donde el 2% alcanzó un promedio de 4,114 kg, al contrario de 1% obtuvo un consumo máximo de 3,887kg.

Al respecto Maldonado (2015), obtuvo significancia en la variable de consumo de alimento en la etapa de crecimiento al incorporar tres niveles de achiote donde 3% alcanzó el consumo de alimento de 1627,8 g, a diferencia de testigo con 1419,1 g, llegando a ser el tratamiento con menor consumo de alimento, en la etapa de engorde no encontró significancia.

Así mismo Thaxton, (2000), indica que el consumo de alimento puede disminuir proporcionalmente por estrés térmico, en lo cual puede deberse al incremento o disminución brusca de la temperatura.

4.4 Grados de pigmentación

El análisis de varianza se presenta en el cuadro 15, donde se describen los resultados de las fuentes de variabilidad, descritos a continuación.

Cuadro 15. Análisis de variancia de grado de Pigmentación de la piel.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	P- Valor	Significancia
Tratamientos	2	76,41	38,20	0,0001	**
Error Experimental	6	1,31	0,22		
Total	8	77,72			
Coefficiente de Variabilidad		9,68%			

** : Altamente significativo; * : significativo; NS: no significativo

Fuente: *Elaboración propia (2022).*

En el cuadro 15, el coeficiente de variación es de 9,68% indicando que los datos obtenidos se encuentran dentro de un parámetro de confiabilidad.

En el análisis de varianza el grado de pigmentación en la etapa final, obtuvo diferencia altamente significativa entre los distintos niveles de achiote que se le proporcionó en la etapa de engorde en el alimento.

En la figura 18, se presentan los resultados de la pigmentación por tratamiento en la etapa de engorde, para la determinación de esta variable se midió la pigmentación con el colorímetro de Roche obteniendo diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

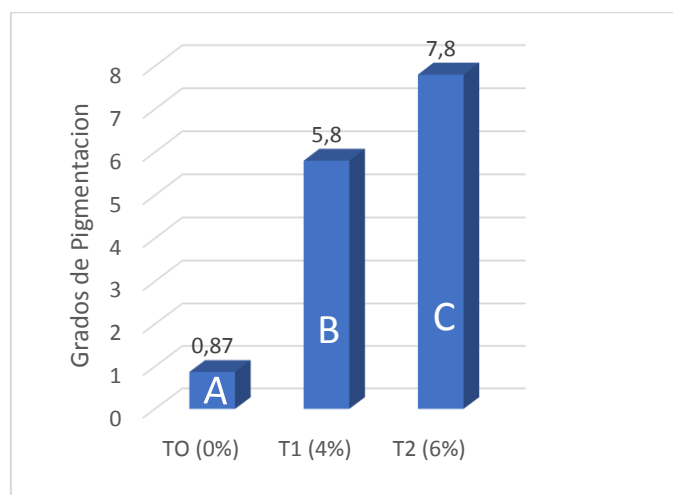


Figura 18. Promedio de grado de pigmentación de piel.

El análisis de varianza determinó una alta significancia entre tratamientos, donde T2 (6%) estadísticamente obtuvo el mejor grado de pigmentación con un promedio de 7,8; respecto a T1 (4%) que alcanzó un promedio de 5,8 y T0 (testigo), alcanzó con un promedio de 0,87, la comparación múltiple Duncan muestra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos T0 (testigo), T1 (4%) y T2 (6%).

Maldonado (2015), determinó que al evaluar 4 niveles (1%, 3%, 5%, 0%,) de harina de achiote en las etapas de crecimiento y engorde sobre la pigmentación en pollos parrilleros Ross 308, existe diferencia significativa entre los tratamientos del T3 (5%) y T2 (3%) con valores similares estadísticamente, obtuvo los mejores grados de pigmentación con un promedio de 6.67 y 6.33.

Yagual (2016), al evaluar con ají de rocoto sobre la pigmentación de piel en pollos parrilleros Cobb 500, dónde trabajo con 0.5% 1% y 1, 5% dónde observó que el

porcentaje mas alto al 1% influye la disminución de grados de pigmentación, el valor más alto que se obtuvo fue 1% y cuando se aplicó el 1.5% obtuvo el mismo nivel que el tratamiento de 0,5%.

Asimismo, Rojas (2016), en el estudio que realizó fue desde la etapa de crecimiento con harina de achiote en pigmentación en piel de pollos parrilleros Cobb 500, según la escala del abanico de colorimétrico de Rocher el mayor valor que se obtuvo T4 (2%) con una media de 7 y T3 (1.5%) con una media de 6.2, T2 (1%) con una media 4.37, T1 (0,5%) con una media 4,50, testigo con 3,63, encontrando diferencia significativa entre los tratamientos.

Así mismo Choque (2008), incorporó dos tipos de aditivos (achiote y cúrcuma) para la pigmentación de la piel de pollos parrilleros, con un valor de 11,9 con el 2% de harina de cúrcuma, achiote donde no encontró diferencia significativa con la combinación de los aditivos.

Al igual que Alcivar (2014), incorporó al 10% de harina de achiote a partir de la cuarta semana de vida en el alimento balanceado en pollos Broilers dónde demostró que con la pigmentación del 10% fue en el nivel de 9.6 y sin pigmentación fue de 2.6, encontrando diferencia altamente significativa.

Así mismo Soria (2014), señala que la intensidad del color amarillo en las aves depende enteramente de la cantidad de pigmento incluida en la dieta y depositada en a la piel. Los insumos naturales pueden ser usados para producir pollos parrilleros con pigmento en la piel.

4.5 Peso a la canal

El análisis de varianza se presenta en el cuadro 16, donde se describen los resultados de las fuentes de variabilidad, descritos a continuación.

Cuadro 16. Análisis de variancia de peso a la canal.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	P- Valor	Significancia
Tratamientos	2	119015,58	59507,79	0,0091	**
Error Experimental	6	31397,49	5232,92		
Total	8	150413,08			

Coefficiente de Variabilidad 2,75%

** : Altamente significativo; * : significativo; NS: no significativo

Fuente: Elaboración propia (2022).

En el cuadro 16, el análisis de variancia muestra el coeficiente de variabilidad para la variable peso a la canal fue de 2,75% indicándonos confiabilidad de los resultados y en la toma de datos obtenidos en el peso a la canal.

El peso a la canal se mide el rendimiento del animal cuando llega a la etapa final de la producción. La figura 19, muestra los resultados de la variable peso a la canal por tratamiento.

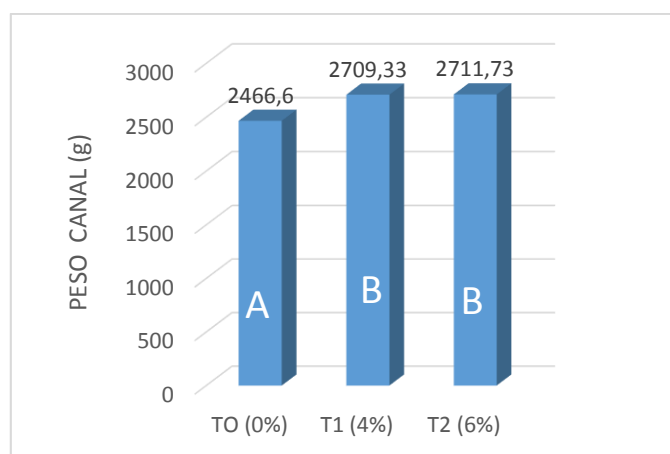


Figura 19. Promedio de peso a la canal.

El análisis de variancia presentó diferencia altamente significativa entre los tratamientos, donde T1 (4%) y T2 (6%) obtuvieron promedios de 2709,33 g y 2711,73g respectivamente T (0) que presentó un promedio de 2466,6 g, en la prueba de comparación múltiple de Duncan muestra que existe diferencia significativa entre el T0

(0%), con T1 (4%) y T2 (6%) al contrario de los tratamientos T1 y T2 que no obtuvieron diferencia significativa.

Al respecto de Soria (2014), indica que al incorporar la harina de hoja de yuca no encontró significancia en los diferentes niveles de T1 (1%) con un peso de 2,96 kg teniendo un peso mayor que T2 (2%) que obtuvo un peso de 2,82 kg y testigo con un 2,81 kg donde no se observó varianza.

Al respecto de Maldonado (2015), indicando que incorporando harina de achiote no encontró significancia entre los niveles donde el T3 (5%) y T2 (3%) obtuvieron los promedios de 2289,20 g y 2265,53 g, al contrario, el T4 (Testigo) y T1 (1%) presentaron los promedios de 2251,70 g y 2240,53 g respectivamente.

4.6 Análisis económico

En la investigación se realizó el análisis económico relacionado con los costos de la producción registrando el peso vivo, el uso de alimento y costo de alimento utilizado durante la fase de investigación.

4.7 Beneficio y costo

El cuadro 17, expresa la relación de beneficio costo de la investigación.

Cuadro 17. Detalle de costo de producción por tratamiento (162 pollos).

Detalle	T0 (0%)	T1 (4%)	T2 (6%)
Costos fijos	1760	1760	1760
Costo variable (achiote)	0	34	51
Total, de costo	1760	1794	1811
Ingreso	2012,8	2099,2	2284,8
Ingreso menos egresos	252,8	305,2	473,8
B/C	1,14	1,17	1,26

En relación a los ingresos y egresos se determinó que el T2 (6% de semilla de achiote) alcanzó una mejor rentabilidad obteniendo beneficio costo de 1,26 expresando que por cada boliviano invertido se obtiene una ganancia de 0,26 Bs; al contrario el T1 (4% de semilla de achiote) alcanzó un beneficio costo de 1,17 indicando que por cada boliviano invertido hay una ganancia de 0,17Bs, el T0 (0% de semilla de achiote) alcanzó un beneficio costo de 1,14 indicando que por cada boliviano invertido hay una ganancia de 0,14 Bs.

Choque (2008), en su investigación obtuvo una diferencia de 1,9 en relación al beneficio costo de los tratamientos T2 (0%) cúrcuma y (1%) achiote.

Así mismo Maldonado (2015), determinó que el T2 (3%) alcanzó una mayor rentabilidad obtenido de 1,33, al contrario de T4 (Testigo) alcanzando un beneficio y costo de 1,24.

5 CONCLUSIONES

Se llegaron las siguientes conclusiones del respectivo trabajo de investigación.

- En la ganancia de peso con la incorporación de harina de achiote hubo un resultado altamente significativo donde el T1 (4%) y el T2 (6%) presentaron mayor ganancia de peso vivo obteniendo un promedio de 1939,07 g y 1946,73 g, al contrario, el T0 (0%) obtuvo una menor ganancia de peso con un promedio de 1630,53 g.
- En cambio, la ganancia media diaria presentó significancia entre los tratamientos 0%, 4%, 6%, de semilla de achiote, el T2 con mayor ganancia media fue de 139,05g.
- En cuanto al consumo de alimento se demostró que existe diferencia altamente significativa, T1 (4%) y T2 (6%) alcanzaron promedio de 3113,17 g y 3129,7 g respectivamente al contrario que el T0 (0%) que obtuvo un promedio menor con 3078,87 g.
- En la pigmentación se pudo evidenciar que suministrar semilla de achiote en raciones comerciales de los pollos parrilleros es efectiva, presentando tonalidades diferentes por la aplicación del pigmento de T2 (6%) obteniendo un mejor grado de pigmentación en la piel con un promedio de 7,80, y T1 (4%) con un promedio 5.8. Al contrario, el T0 (testigo) obtuvo el grado más bajo entre los tratamientos con un valor de 0,87 en la escala del colorímetro de Roche.
- El peso a la canal se obtuvo rendimientos favorables del T2 (6%) y el T1 (4%) obtuvieron los promedios mayores con 2711,73 g y 2709.33 g.
- El análisis económico mostró que el T2 (6%) logro obtener mayor rentabilidad con 1,26 expresando que por cada boliviano invertido se

tiene una ganancia de Bs 0,26, al contrario, el T1 (4%) alcanzó un beneficio costo de 1,17 indicando que por cada boliviano invertido se percibe una ganancia de Bs 0,17 y el T0 (0%) alcanzó un beneficio costo de 1,14 indicando que por cada boliviano invertido se percibe una ganancia de Bs 0,14.

6 RECOMENDACIONES

Según los datos obtenidos en el presente estudio se ofrecen las siguientes recomendaciones.

- Realizar investigaciones con los niveles de 4% y 6% en la comparación de pigmentación de la carne y los órganos del sistema digestivo para ver si existe coloración.
- Realizar un estudio que comprenda el efecto de la adición del pigmentante en agua, semilla o harina con los niveles de 4% y 6%.
- Se recomienda seguir implementando investigaciones con diferentes clases de aditivo de origen natural.

7 BIBLIOGRAFÍA

- A.D.A. (2012). Estadística avícola. Asociación de avicultores de Santa Cruz, Bolivia, 15-16.
- Acres, A. (2009). Guía de manejo de pollo de engorde Aviage, 23p.
- Alcázar, J. (2002). Ecuaciones simultáneas y programación lineal como instrumentos para la formulación de raciones. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. Ed. La Palabra. Editores La Paz – Bolivia, 15.
- Alcivar Alava, D, F. (2014). Evaluación del pigmentante natural harina de achiote (*Bixa orellana* L.) en pollos en pie. Tesis Universidad Católica de Santiago de Guayaquil Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo Carrera de Ingeniería de Agropecuaria. Ed. Repositorio Guayaquil- Ecuador, 14.
- Britton, J (1995). Estructura y propiedades de los carotenoides en relación con la función. Revista Federación de Sociedades Américas de Biología Experimental (FASEB), Vol.1. 15p.
- Bueno, D. J. (2017). Producción de pollos parrilleros en países sudamericanos y planes sanitarios nacionales para el control de Salmonella en dichos animales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Concepción de Uruguay. Publicado engormix, 3.
- Cabrera, O. (2014). El uso de los acidificantes en avicultura. Ed. Agrinews Mataró Barcelona, 6.
- Calvo, M. (2006). Bioquímica de los alimentos. Universidad de Zaragoza. Ed. Milksci. Madrid – España, 5.

- Casa Román, S. (2018). El achiote. Universidad Central del Ecuador Facultad de Filosofía, Letras y Ciencia de la Educación Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología Nutrición Humana. Ed. Slideshare, 3.
- Cervantes, I (2000). Industria Avícola. Latino americana Holanda, 23.
- Choque Yaulu, R. (2008). Evaluación de la adición de cuatro niveles de (*Curcuma longa* L.) y Achiote (*Bixa orellana*), en la ración para la pigmentación de la carne de pollos parrilleros. Tesis de la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. Ed. Repositorio institucional La Paz – Bolivia, 44-72.
- Choque Callata, H. R. (2008). Comercialización del achiote (*Bixa orellana* L.) en el Cantón Rosario-Entre Ríos Provincia Caranavi. Tesis de la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. Ed. Repositorio institucional La Paz – Bolivia, 28- 36.
- Choquehuanca Loza, M. (2011). Producción y exportación de achiote a mercados potenciales (caso Perú). Tesis de Maestría. Universidad Andina Simón Bolívar. Ed. Repositorio Digital Académico, 10 – 12.
- Cobb-Vantress. (2013). Manual de guía de manejo de pollos de engorde. Ed. Revista de Pronavicola, 10p. Disponible en www.cobb-vantress.com.
- Cobb- Vantress. (2018). Manual de Nutrición & Desempeño de Pollos. Ed. Revista de Pronavicola, 15-16p.
- Cortez, J. T. (12 de abril de 2011). Carnicas y derivados. Ed. Revista carne de pollo, 2 – 3.

- Farrell, D. (2013). Revisión del desarrollo avícola. Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 1.
- Fonseca Martínez, D. (2018). Comportamiento productivo del pollo de engorde Cobb 500. Tesis Universidad Nacional de Cajamarca Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnicas. Cujamarca – Peru. Ed. Repositorio digital,19.
- Fuentes, J. R. (2020). Factores que no se deben olvidar en una producción de pollos de engorda. Departamento de Producción Animal, Universidad Autónoma Agraria. Mexico. Ed. Revista Bmeditores, 2-3.
- INE.(2021). Instituto Nacional de Estadística. Producción anual de crianza de pollos parrilleros en Bolivia.
- Google, E. (2018). El globo terráqueo más completo. Earth.
- Hammeleers, A. (2007). Métodos para estimar el consumo voluntariado de forrajes por rumiantes por pastoreo. Ed. Departamento de Producción Animal y Pastura. Facultad de Agronomía. Universidad de la República – Uruguay, 14.
- López C. (2000). Exigencias Nutricionales para pollos de engorda en zonas tropicales Calientes y Zonas templadas Alta. In. – Memorias, Tercer Seminario Internacional en Ciencias Avícolas. Santa Cruz, Bolivia. Pp 52 – 53.
- Maldonado Zapata, M. S. (2015). Evaluación de tres niveles de harina de achiote (*Bixa orellana* L.) en la pigmentación de la piel en pollos Ross 308 en el departamento de La Paz. Tesis de la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. Ed. Repositorio Institucional La Paz – Bolivia, 20.

- Marín, D. & Pozo, A. (2004). Pigmentación de la piel (I). Melaninas: conceptos generales e implicaciones cosméticas. Unidad de Tecnología Farmaceutica. Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona. Ed. Revista elsevire, Vol 24.
- Martinez Silva, A. S. (2010). Evaluación del crecimiento celular y de los pigmentos obtenidos de la microalga cultivada en diferentes medios. Doctorado, Instituto Polémico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Area de Alimento. Mexico – D.F. Ed.tesis, 10.
- Martínez Solaris, F. (2013). Estadística y diseños experimentales aplicados a la educación superior. Ed. Slideshare, 33.
- Mena, G. (1994). Pigmentos carotenoides - rol nutricional en especies salmonideasy fuetes de pigmento de pigmentacion. Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 6 – 7.
- Mendoza, E.V. (2018). Fases de Alimentación en Pollos de Engorda. Tesis, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro División de Ciencia Animal, Departamento de Producción Animal. Ed. Repositorio digital, 18 – 19.
- Muñoz, D. J, Fuente, M. B, Hernández, V. X, Ávila, G. E, (2000). Evaluación de la pigmentación cutánea del pollo de engorda alimentado con diferentes niveles de energía metabolizable. Tesis, Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad Nacional Autónoma de México. México - D.F. 15- 16.
- Ninahualpa Cadena D.C. (2018). Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) sobre la pigmentación a la canal e inmonoglobulinas en pollos de engorde. Tesis Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera

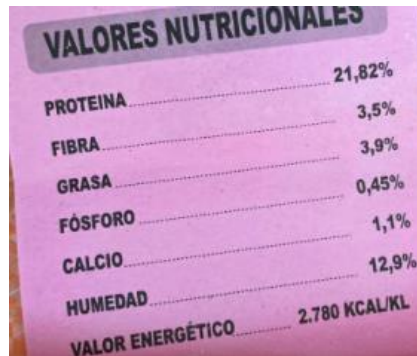
- de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cevallos – Ecuador. Ed. Repositorio Digital, 44 – 46.
- PDM. (2018). Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Caranavi. Banco Mundial, Caranavi – Bolivia, 4.
- Poma, M. A. (2018). Evaluación del efecto de las enzimas fitaza y xilanasas. Tesis de la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. Ed. Repositorio institucional La Paz – Bolivia, 20-21.
- Primo Yufera, E. (1995). Química Orgánica, Química Industrial, Tecnología e Ingeniería, Química Orgánica. Ed. Reverte, 34 – 35.
- Quiroga Ledezma, C. (2012). Producción de polvos concentrados de Bixina (annatto) a partir de semillas de achiote (*Bixa orellana*), mediante un Lecho Fluidizado de Tipo Surtidor (LFTS). Universidad Privada Boliviana. La Paz - Bolivia, 6 - 7.
- Reol, M. (2003). Los pigmentos fotosintéticos. Ed. Ecosistema, 5.
- Rodriguez, E. (2011). Pronutrientes y Aparato Digestivo en Broilers. Revista Veterinaria Digital, 6.
- Rojas Perea, J. (2016). Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana* L.) en la pigmentación de pollos de carne Cobb - 500. Tesis, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología. Ed. Repositorio Digital, 34 – 36.
- Salvador Tasayco, E. & Tarazona, T. (2019). Calidad externa del huevo: factores relacionados al color de cáscara. Ed. Revista avipecuaria, 5.
- Solorzano Castillo, J. V. (2018). Efecto de la Zanahoria (*Daucus carota*) y Alfalfa forrajera (*Medicago sativa*) en la pigmentación y características Organolépticas de la carne de pollo Broiler la Ciudad de Loja. Tesis. De Universidad Nacional

- de Loja Carrera de Ingeniería en Administración y Producción Agropecuaria. Ed. Documents Loja – Ecuador, 45.
- Soria Roman, B. (2014). Efecto de dos niveles de hoja deshidratada de yuca (*Manihot esculenta*) en la pigmentación de pollo de engorde de la línea Ross 308 en la comunidad Apinguela. Tesis de la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. Ed. Repositorio institucional La Paz – Bolivia, 65 – 66.
- Suzaño Colque, V. (2014). Evaluación del efecto de tres niveles de levadura procreatin, en la ración pollos parrilleros de la línea Cobb – 500, en el Municipio de Mecapaca Provincia Murillo del Departamento de La Paz. Tesis de la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. Ed. Repositorio institucional La Paz – Bolivia, 19.
- Thaxton, (2000). Model of Physiology stress in chickens 1. Reponses parameters. Poutry Sciencie 79. Pp.363 – 369.
- Ucañán Leyton, R. (2014). Relación Beneficio Costo (B/C). Ed. Revista gestiopolis, Madrid – España.
- UDAP.(2006). Los limites Departamentales y Municipales. Ed. Unidades de Análisis de Política Sociales y Económica. Disponible: <https://www.udape.gob.bo>.
- Villacorta Machicado, W. G. (2005). Prueba comparativa de rendimiento entre la línea Cobb frente a híbridos Ross – Cobb pollos parrilleros. Tesis de la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. Ed. Repositorio institucional La Paz – Bolivia, 15.
- Yagual Moreno, M. A. (2016). Evaluar la pigmentacion de la piel de pollo de engorde, utilizando tres concentraciones de harina de aji Peruano como aditivo al

- balanceado. Tesis Universidad Técnica Machala, Unidad Académica de Ciencia Agropecuarias, Machala – Ecuador. Ed. Repositorio Digital, 45 – 46.
- Zacarías, J. (2020). Los beneficios de los carotenoides en la salud. Ed. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 3 – 4.
- Zelada Peña, A. A. (2018). Sistema digestivo del pollo de engorde. Ed. Revista Gallinas ponedoras, 4 – 5.

ANEXOS

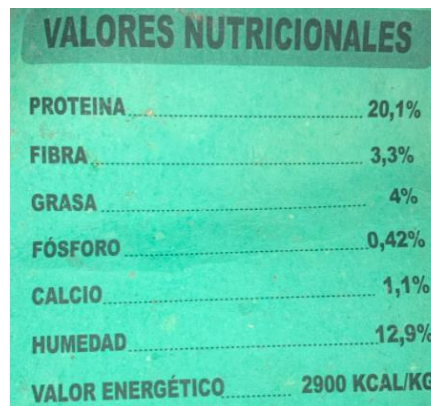
Anexo 1. Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de inicio



A photograph of a pink label with the title 'VALORES NUTRICIONALES' in bold black letters. The label lists seven nutritional components with their respective percentages and energy value.

VALORES NUTRICIONALES	
PROTEINA	21,82%
FIBRA	3,5%
GRASA	3,9%
FÓSFORO	0,45%
CALCIO	1,1%
HUMEDAD	12,9%
VALOR ENERGÉTICO	2.780 KCAL/KL

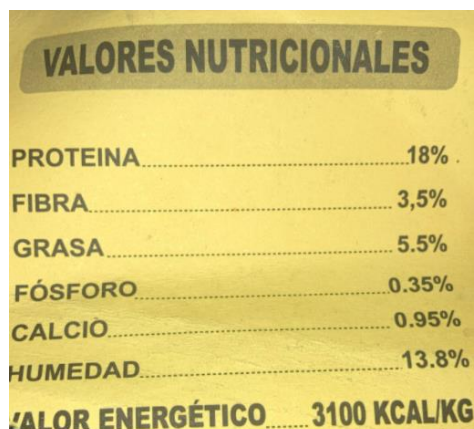
Anexo 2. Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de crecimiento



A photograph of a green label with the title 'VALORES NUTRICIONALES' in bold black letters. The label lists seven nutritional components with their respective percentages and energy value.

VALORES NUTRICIONALES	
PROTEINA	20,1%
FIBRA	3,3%
GRASA	4%
FÓSFORO	0,42%
CALCIO	1,1%
HUMEDAD	12,9%
VALOR ENERGÉTICO	2900 KCAL/KG

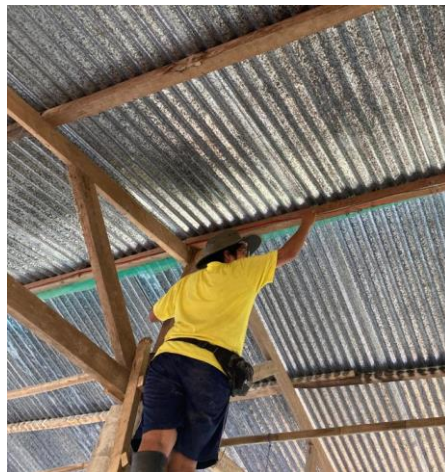
Anexo 3. Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de engorde



A photograph of a yellow label with the title 'VALORES NUTRICIONALES' in bold black letters. The label lists seven nutritional components with their respective percentages and energy value.

VALORES NUTRICIONALES	
PROTEINA	18%
FIBRA	3,5%
GRASA	5.5%
FÓSFORO	0.35%
CALCIO	0.95%
HUMEDAD	13.8%
VALOR ENERGÉTICO	3100 KCAL/KG

Anexo 4. Preparado de galpón para los pollitos



Anexo 5. Desinfecciones del galpón



Anexo 6. Armado de la división de la unidad experimental



Anexo 7. Llegada y recepción de los pollitos



Anexo 8. Inicio de la investigación



Anexo 9. Pollos parrilleros con respectiva alimentación



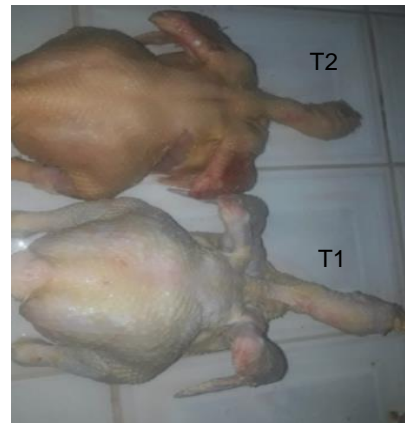
Anexo 10. Toma de datos



Anexo 11. Colorímetro de Roche



Anexo 12. Medición de la pigmentación en la etapa de final



Anexo 13. Mortalidad durante la investigación

Días de la investigación		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Anexo 14. Consumo de alimento durante la investigación

Días		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T0	1	2739	2517	2662	2730	2697	2812	2802	3426	3411	3344	3555	3502	3565	3546
	2	2628	2427	2786	2492	2762	2754	2817	3346	3430	3386	3402	3492	3535	3570
	3	2628	2719	2662	2730	2757	2762	2775	3369	3468	3451	3393	3395	3522	3546
T1	1	2649	2719	2717	2739	2782	2628	2739	3366	3455	3572	3570	3550	3533	3590
	2	2628	2657	2739	2699	2816	2862	2819	3369	3466	3590	3520	3555	3600	3505
	3	2562	2653	2717	2686	2852	2828	2784	3250	3400	3441	3466	3600	3502	3560
T2	1	2462	2517	2528	2722	2722	2797	2742	3492	3544	3530	3590	3600	3590	3600
	2	2612	2682	2628	2742	2706	2852	3480	3485	3550	3520	3544	3540	2817	3570
	3	2616	2706	2754	2817	2812	2662	2712	3540	3466	3471	3425	3600	3560	3565

Anexo 15 Datos de ganancia de peso, ganancia media diaria, peso a la canal
Repetición 1

Tratamiento	Ganancia de Peso	Ganancia media diaria	Peso Canal
T0	1479	105,6	2194
T0	1747	124,8	2374
T0	1676	119,7	2545
T0	1626	116,1	2440
T0	1549	110,6	2584
T1	1919	137,1	2630
T1	1935	138,2	2600
T1	1816	129,7	2630
T1	1773	126,6	2740
T1	1707	121,9	2706
T2	1891	135,1	2490
T2	1995	142,5	2560
T2	1923	137,4	2620
T2	1827	130,5	2690
T2	2177	155,5	2995

Anexo 16 Datos de ganancia de peso, ganancia media diaria, peso a la canal
Repetición 2

Tratamiento	Ganancia de Peso	Ganancia media diaria	Peso Canal
T0	1844	131,7	2245
T0	1735	123,9	2435
T0	1583	113,1	2756
T0	1940	138,6	2756
T0	1563	111,6	2664
T1	1585	113,2	2270
T1	1955	139,6	2694
T1	2212	158,0	2956
T1	2150	153,6	3005
T1	2108	150,6	3025
T2	1954	139,6	2344
T2	2131	152,2	2845
T2	2001	142,9	2775
T2	2122	151,6	2950
T2	2086	149,0	2915

Anexo 17 Datos de ganancia de peso, ganancia media diaria, peso a la canal
Repetición 3

Tratamiento	Ganancia de Peso	Ganancia media diaria	Peso Canal
T0	1485	106,1	2132
T0	1399	99,9	2264
T0	1302	93,0	2532
T0	1606	114,7	2343
T0	1924	137,4	2735
T1	2585	184,6	2410
T1	1718	122,7	2530
T1	1809	129,2	2730
T1	1939	138,5	2844
T1	1875	133,9	2870
T2	1403	100,2	2275
T2	1582	113,0	2515
T2	1950	139,3	2827
T2	2046	146,1	2900
T2	2113	150,9	2975

Anexo 18 Datos tomados de pigmentación de piel con el colorímetro de
Rocher

REPETICIÓN 1		REPETICIÓN 2		REPETICIÓN 3	
Tratamiento	Pigmentación	Tratamiento	Pigmentación	Tratamiento	Pigmentación
T0	0	T0	0	T0	1
T0	0	T0	0	T0	1
T0	1	T0	1	T0	1
T0	1	T0	1	T0	1
T0	2	T0	1	T0	2
T1	4	T1	5	T1	5
T1	5	T1	5	T1	6
T1	5	T1	6	T1	6
T1	6	T1	7	T1	7
T1	6	T1	7	T1	7
T2	7	T2	6	T2	8
T2	7	T2	8	T2	8
T2	8	T2	6	T2	8
T2	8	T2	9	T2	9
T2	8	T2	8	T2	9

Anexo 19 Detalle de costo de producción por tratamiento

Detalles	Unidades	Cantidad Por tratamiento	Semilla de achiote (%)		
			T0 (0%)	T1 (4%)	T2 (6%)
I Egresos					
Cascar de arroz	Sacos	3	12	12	12
Pollitos	Unidad	54	243	243	243
Alimento de Inicio	Quintales (qq)	2	85	85	85
Alimento de Crecimiento	Quintales (qq)	4	246	246	246
Alimento de Engorde	Quintales (qq)	11	492	492	492
Eritrocitos	Sobre de 100g	1	12	12	12
Achiote	Quintales (qq)	1	0	34	51
Transporte	Viaje	20	200	200	200
Faeneo	Gastos generales	-	270	270	270
Mano de obra	-	-	200	200	200
TOTAL			1760	1794	1811
II Ingresos					
Cantidad de carcasa	Kilo	-	125,8	131,2	142,8
Precio de venta	Bs	-	16	16	16
Total de venta	Bs	-	2012,8	2099,2	2284,8
Total de ingreso	Bs	-	2012,8	2099,2	2284,8
III Ingreso menos egresos	BS	-	252,8	305,2	473,8
B/C			1,14	1,17	1,26

