

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DE TRES NIVELES DE HARINA DE ACHIOTE (*Bixa orellana* L.)
EN LA PIGMENTACIÓN DE PIEL EN POLLOS PARRILLEROS ROSS 308 EN EL
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

MELISSA SOLANSCH MALDONADO ZAPATA

LA PAZ – BOLIVIA

2015

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACION DE TRES NIVELES DE HARINA DE ACHIOTE (*Bixa orellana* L.)
EN LA PIGMENTACIÓN DE PIEL EN POLLOS PARRILLEROS ROSS 308 EN EL
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

*Tesis de grado presentada como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

MELISSA SOLANSCH MALDONADO ZAPATA

ASESOR (es):

Ing. M.Sc. Victor Castañon Rivera

Ing. M.Sc. Eddy Diego Gutiérrez Gonzales

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. Fanor Nicolás Antezana Loayza

Ing. Zenón Martínez Flores

M.V.Z. M.Sc. Marcelo Adhemar Gantier Pacheco

APROBADA

Presidente Del Tribunal Examinador

2015

Tesis que dedico

A Dios: *Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante la etapa de investigación.*

A mis padres: *Con todo mi cariño y mi amor a mis padres Lic. Dario Gregory Maldonado Vargas y Lic. Julieta Victoria Zapata Torrez que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.*

A mis hermanos: *Dario Scott Maldonado Zapata y Jerry Andy Maldonado Zapata quienes me dieron su apoyo, su compañía en éxitos y fracasos que se ostentaron en mi vida.*

A mi abuela: *Pilar Amalia Torrez Aguilar gracias a su sabiduría influyeron en mi madurez para lograr todos los objetivos en la vida, brindándome su cariño, consejos y apoyo moral en mi vida universitaria.*

A mi tía: *Dra. Ana María Zapata Torrez que siempre estuvo lista para brindarme toda su ayuda, apoyo, confianza y aconsejo en cada etapa de mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecer a Dios por mostrarme su existencia y el camino a seguir para alcanzar el propósito dado.

A mi querida mamá Julieta Victoria Zapata Torrez por el apoyo incondicional en la elaboración de esta tesis.

A la casa superior de estudios Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, carrera Ingeniería agronómica por la formación y apoyo institucional dado para la ejecución de este trabajo.

A mis asesores Ing. M.Sc. Eddy Diego Gutiérrez Gonzales e Ing. M.Sc. Víctor Castañón Rivera, por su apoyo, paciencia y guía en la elaboración de este trabajo de investigación.

A los honorables miembros del tribunal Ing. Fanor Nicolás Antezana Loayza, M.V.Z. Msc. Marcelo Adhemar Gantier Pacheco e Ing. Zenón Martínez Flores quienes dedicaron paciencia y apoyo en el trabajo realizado.

A mis mentores de la carrera de Ingeniería Agronomía quienes formaron mi vida profesional con paciencia, compromiso y entrega pedagógica.

A la Fundación La Paz con el proyecto Sumaj Kausay a cargo de la Lic. Ana María Sarmiento Tavel, quien brindo las instalaciones para el desarrollo del trabajo de investigación.

A mis amigos, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y en la elaboración de este trabajo: Erwin Castillo, Rosmery Mamani, Verónica Condori, Vladimir Choque, Veronica Padilla y otros

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL	5
ÍNDICE DE CUADROS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE ANEXOS	13
RESUMEN	14
SUMMARY	15

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCION	16
1.1. Objetivos.....	17
1.1.1. Objetivo general.....	17
1.1.2. Objetivos específicos.....	17
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. Importancia en la industria avícola	18
2.2. Aporte de la avicultura en el desarrollo socioeconómico	18
2.3. El pollo parrillero Ross - 308	19
2.4. Clasificación taxonómica del pollo parrillero	20
2.5. Situación actual de la avicultura en Bolivia	21
2.6. Factores que limitan el crecimiento y la calidad del pollo de engorde	22
2.7. Factores que afectan a la producción avícola	23
2.8. Fisiología digestiva	23

2.9. Pigmento	25
2.9.1. Definición	25
2.9.2. Clasificación	25
2.10. Carotenoides	27
2.10.1. Propiedades químicas de los carotenoides	28
2.10.2. Fuentes de carotenoides	28
2.11. Pigmentación en la piel de los pollos	29
2.12. Factores que afectan en la pigmentación del pollo parrillero	29
2.12.1. La raza	29
2.12.2. Sexo	29
2.12.3. Manejo	30
2.12.4. Alimentación	30
2.12.5. Planta procesadora	31
2.13. Determinación de la pigmentación	31
2.14. Alimentos para obtener una buena pigmentación	32
2.15. Cultivo de achiote en Bolivia	32
2.15.1. Importancia del cultivo	33
2.15.2. Clasificación taxonómica	33
2.15.3. Composición química de la semilla de achiote	34
2.16. Métodos para determinar la pigmentación	35
2.16.1. Método del colorímetro de roche	35
2.17. Síndrome ascítico	36
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39

3.1. Localización	39
3.1.1. Ubicación geográfica	39
3.1.2. Características climáticas	40
3.2. Materiales	40
3.2.1. Material biológico	40
3.2.2. Material de campo	40
3.2.3. Insumos	40
3.3. Metodología	41
3.3.1. Procedimiento experimental	41
3.3.2. Análisis estadístico	48
3.3.3. Variables de respuesta	49
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	53
4.1. Consumo de alimento	53
4.1.1. Consumo de alimento en la etapa de crecimiento	53
4.1.2. Consumo de alimento en la etapa de finalización	56
4.2. Ganancia de peso	57
4.2.1. Ganancia de peso en la etapa de crecimiento	57
4.2.2. Ganancia de peso en la etapa de finalización	59
4.3. Ganancia media diaria	61
4.3.1. Ganancia media diaria etapa de crecimiento	61
4.3.2. Ganancia media diaria etapa de finalización	62
4.4. Conversión alimenticia	64
4.4.1. Conversión alimenticia en la etapa de crecimiento	64

4.4.2. Conversión alimenticia en la etapa de finalización	66
4.5. Peso a la canal	68
4.6. Grado de pigmentación	69
4.7. Porcentaje de mortalidad	72
4.8. Análisis económico	73
4.8.1. Beneficio costo	73
5. CONCLUSIONES	75
6. RECOMENDACIONES	77
7. BIBLIOGRAFIA	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Taxonomía del pollo.....	20
Cuadro 2	Producción de pollo parrillero (Expresado en millones de pollos año: 2009 - 2014).....	22
Cuadro 3	Fuentes naturales de Carotenoides.....	28
Cuadro 4	Taxonomía del achiote.....	34
Cuadro 5	Composición química del achiote.....	34
Cuadro 6	Factores causantes del síndrome ascítico.....	37
Cuadro 7	Niveles de achiote experimental.....	45
Cuadro 8	Esquema del experimento.....	49
Cuadro 9	Análisis de varianza, consumo de alimento, etapa de crecimiento.....	54
Cuadro 10	Prueba Duncan para el consumo de alimento, etapa de crecimiento.....	55
Cuadro 11	Análisis de varianza para el consumo de alimento, etapa de finalización.....	56
Cuadro 12	Análisis de varianza para la ganancia de peso, etapa de crecimiento.....	58
Cuadro 13	Análisis de varianza para la ganancia de peso, etapa de finalización.....	60
Cuadro 14	Análisis de varianza para la ganancia media diaria, etapa de crecimiento.....	61
Cuadro 15	Análisis de varianza para la ganancia media diaria, etapa de finalización.....	63
Cuadro 16	Análisis de varianza para la conversión alimenticia, etapa de crecimiento.....	65
	...	

Cuadro 17	Análisis de varianza para la conversión alimenticia, etapa de finalización.....	67
Cuadro 18	Análisis de varianza para el peso a la canal.....	69
Cuadro 19	Análisis de varianza para el grado de pigmentación.....	70
Cuadro 20	Prueba de comparaciones duncan para el grado de pigmentación....	71
Cuadro 21	Detalle de costo de producción por tratamiento.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Pollo parrillero Ross – 308.....	20
Figura 2	Semilla de achiote (<i>Bixa orellana</i> L.).....	33
Figura 3	Ubicación del área de estudio.....	39
Figura 4	Desinfección del ambiente	41
Figura 5	Preparación y adaptación del círculo de crianza.....	43
Figura 6	Llegada de pollitos parrilleros BB de la línea Ross – 308.....	43
Figura 7	Acondicionamiento de unidades experimentales.....	44
Figura 8	Distribución de pollos parrilleros en las unidades experimentales.....	45
Figura 9	Registro de datos.....	46
Figura 10	Pollos faeneados.....	47
Figura 11	Medición de la pigmentación en la etapa de finalización.....	47
Figura 12	Promedio de consumo de alimento en la etapa de crecimiento.....	52
Figura 13	Consumo de alimento en la etapa de finalización.....	56
Figura 14	Promedio de ganancia de peso en la etapa de crecimiento.....	58
Figura 15	Promedio de ganancia de peso en la etapa de finalización.....	59
Figura 16	Ganancia media diaria en la etapa de crecimiento.....	61

Figura 17	Promedio de la ganancia media diaria en la etapa de finalización.....	63
Figura 18	Promedio de la conversión alimenticia en la etapa de crecimiento.....	65
Figura 19	Promedio de conversión alimenticia en la etapa de finalización.....	66
Figura 20	Promedio de peso a la canal en la etapa de finalización.....	68
Figura 21	Promedio de grado de pigmentación en etapa de finalización.....	69
Figura 22	Porcentaje de mortalidad.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de inicio.....	85
Anexo 2	Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de crecimiento..	85
Anexo 3	Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de finalización..	86
Anexo 4	Anexo 4 División unidades experimentales.....	86
Anexo 5	Anexo 5 Llegada y recepción de pollitos BB.....	87
Anexo 6	Anexo 6 Inicio de la investigación (etapa de crecimiento).....	87
Anexo 7	Pollos parrilleros con respectiva alimentación, etapa de finalización...	88
Anexo 8	Detección de síndrome ascítico.....	88
Anexo 9	Diseción de pollo muerto.....	89
Anexo 10	Colorímetro de Roche.....	89
Anexo 11	Consumo de alimento durante la investigación.....	90
Anexo 12	Mortalidad durante la investigación.....	90

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la granja privada dependiente de la “Fundación La Paz”, proyecto Sumaj Kausay. Donde 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. Se tomó en consideración las variables: Consumo de alimento, ganancia de peso, ganancia media diaria, conversión alimenticia, peso a la canal, mortalidad, grado de pigmentación y beneficio costo.

Los datos obtenidos fueron sometidos al paquete estadístico SAS ajustado a un diseño completo al azar, los cuales expresaron resultados con alto grado de significancia ($p < 0.01$) en la variable pigmentación, donde el tratamiento 3 obtuvo el valor 7 en el colorímetro de roche obteniendo la mejor pigmentación en la piel de los pollos. En cuanto a los índices zootécnicos, no se presentaron diferencias significativas ($p > 0.01$), la incorporación de harina de achiote.

El porcentaje de mortalidad en la investigación fue de 9%, donde el testigo presento el porcentaje más alto con 5%.

El beneficio costo, presento resultados satisfactorios con la implementación de harina de achiote, donde el tratamiento 3 alcanzo 1,33 demostrando que por cada boliviano invertido de tiene una ganancia de bs 0,33.

SUMMARY

The research was conducted in the dependent private farm "Peace Foundation" Sumaj Kausay project. Where three levels of annatto flour (1%, 3% and 5%) was evaluated in commercial broiler ration of 308 Ross line.

The research design was used in the DCA (completely randomized design) with 4 treatments and 3 repetitions, having studied 96 broilers distributed between males and females in 12 experimental units. It took into consideration the variables: feed intake, weight gain, average daily gain, feed conversion, carcass weight, mortality, degree of pigmentation and cost benefit.

The data obtained were subjected to statistical package SAS set to a complete randomized design, which expressed results with a high degree of significance ($p < 0.01$) in pigmentation variable, where treatment 3 received the value 7 in the colorimeter roche getting the best skin pigmentation in chickens. As for the zootechnical indexes, no significant differences ($p > 0.01$) appeared, incorporating flour annatto.

The mortality rate in the study was 9%, where the witness had the highest percentage of 5%.

The cost benefit, presented satisfactory results with the implementation of achiote flour, where treatment 3 reached 1.33 per demonstrating that Bolivia has reversed a gain of Bs 0.33.

1. INTRODUCCION

A nivel nacional, la reducción de la demanda agregada debido a la disminución del poder adquisitivo de los consumidores y la elevación de precios en los insumos, puso en situación crítica a la actividad avícola.

Una de las fases más importantes dentro de la crianza del pollo es la alimentación, ya que constituye mínimamente el 70 % del costo de producción y por ende es el factor primordial a considerar (Avipunta, 2010).

Por lo cual se han desarrollado diversas tecnologías en la crianza de pollos, con el fin de incrementar el peso, bajar los costos de producción y ofrecer productos de buena calidad al consumidor.

Dentro los parámetros de calidad, mencionamos la pigmentación de la piel del pollo, factor determinado por el maíz (*Zea mays* L.), que contiene carotenos y xantofilas que ayudan a la pigmentación.

Los productos actualmente utilizados para la pigmentación de la piel del pollo pueden ser de procedencia sintética y natural, cuyas tecnologías son aplicadas por empresas avícolas y productores para proporcionar un color amarillo – naranja - dorado, llegando ser ofertado al mercado.

Una de las características más importantes de la carne de pollo es la apariencia visual, especialmente el color que se impone en la piel, el cual determina la elección o el rechazo de la carne de pollo por el consumidor. Esto ocurre en los productos avícolas, en los cuales el color de la piel juega un rol fundamental para la comercialización y aceptación del producto. La avicultura de antaño no tuvo esta necesidad, ya que el color deseado era suministrado en los alimentos que incluía una adecuada cantidad de maíz amarillo en los alimentos. La selección genética de estirpes de rápido crecimiento, ha conducido a un menor tiempo de crianza, y consecuentemente existe mayor dependencia en la adición de pigmentos o xantofilas en las dietas, estas sustancias son liposolubles (Zeballos 2008).

Por lo tanto el presente trabajo de investigación propone reemplazar colorantes de uso sintético orgánicos. Además de ver el comportamiento de los pollos parrilleros con el implementación de harina de achiote en el alimento, con el fin de pigmentar la piel del pollo, proporcionando características estéticas y sensoriales al consumidor, permitiendo generar mayores ingresos económicos al productor por la venta de los pollos parrilleros, considerando que la coloración natural está interpretada como signo de salud y frescura; por lo contrario, los colores pálidos, poco apetitosos, muestran sinónimo de enfermedad y descomposición.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluación de tres niveles de harina de achiote (*Bixa orellana* L.) en la pigmentación de piel en pollos parrilleros de la línea ROSS 308.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la aplicación de harina de achiote en la pigmentación de la piel del pollo parrillero.
- Evaluar los índices zootécnicos con la aplicación de tres niveles de harina de achiote en pollos parrilleros ROSS 308.
- Determinar los costos parciales de producción por tratamiento en estudio.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importancia en la industria avícola

En la industria avícola, el color determina la elección o rechazo del producto por el consumidor, la preferencia por una totalidad de color difiere tanto como las culturas de distintos países.

En la actualidad, la globalización de la economía, caracterizada por la apertura comercial, la ampliación de las inversiones e innovaciones tecnológicas promueven la competitividad de todos los sectores económicos, a fin de que los productos puedan ser ubicados en mejores condiciones de precios y calidad en el mercado mundial; en este contexto el desarrollo de la avicultura durante los últimos años fue notorio, jugando así un papel relevante en la generación de empleo, de riqueza, garantizado así la seguridad alimentaria de los pueblos, constituyéndose en un rubro importante del PIB (Producto Interno Bruto) agropecuario, a pesar de los problemas ocasionados por la crisis económica y la presencia de fenómenos naturales adversos, (Cervantes, 2000).

2.2. Aporte de la avicultura en el desarrollo socioeconómico

En general, en Bolivia la avicultura fue hasta hace pocos años una actividad marginal, puesto que solo se desarrollaba a nivel rústico y doméstico, de un tiempo a esta parte, la avicultura ha ido creciendo en el país y desenvolviéndose dentro de los niveles técnicos que exige la industria avícola mundial, convirtiéndose por ello en una de las más importantes que tiene la economía nacional.

La importancia de la avicultura se acentúa más en cuanto a la generación de empleo directo e indirecto, ya que entre 20000 a 35000 personas dependen de esta actividad, cifra que sin lugar a duda es muy significativa. Además, un segmento de los recursos humanos ocupados en la avicultura constituyen los profesionales veterinarios y/o zootecnistas, como también técnicos medios y superiores dedicados a esta actividad. El sector avícola propicia un desarrollo económico y genera

beneficios no solamente económicos sino también sociales, ya que su producción es parte de la dieta alimentaria de los bolivianos y la mayor parte de su producción está destinada para atender preferiblemente el mercado interno (A.D.A. 1999).

Una de las estrategias de la industria avícola ha sido la de considerar a esta actividad como un complejo agroindustrial, que involucra a varias fases productivas, con enfoque de cadena, partiendo desde la producción de las materias primas agrícolas, su transformación, el abastecimiento de las industrias avícolas, la producción y comercialización de productos terminados (De Antón, 1984).

2.3. El pollo parrillero Ross - 308

Ross 308 es un pollo de engorde robusto, de crecimiento rápido y fácil alimentación con buen rendimiento de carne. Está diseñado para satisfacer las exigencias de los clientes que necesitan consistencia de rendimiento y versatilidad para cumplir una amplia gama de requerimientos del producto final. Un costo efectivo de producción de carne de pollo depende de alcanzar un buen rendimiento del ave, (Aviagen 2007).

Todos los pollos Ross tienen crecimiento rápido, eficiencia en la conversión del alimento y excelente viabilidad. Estos pollos de engorde se han seleccionado por vigorosos, por sus piernas poderosas y su potente aparato cardiovascular. En el matadero, los pollos de engorde Ross están diseñados para lograr un alto rendimiento de la carcasa, una alta producción de carne y un bajo número de carcasas de segunda (Aviagen, 2001).

La línea Ross es una línea precoz de buena conversión alimenticia, pero son pollos con menor velocidad de crecimiento que la Cobb; también se caracteriza por tener alta rusticidad y adaptabilidad a diferentes climas (Ministerio de Desarrollo Económico, 2003).



Figura 1 Pollo parrillero Ross - 308

2.4. Clasificación taxonómica del pollo parrillero

Fernández (2003), cita la clasificación taxonómica de este tipo de aves:

Cuadro 1 Taxonomía del pollo

Reino	Animal
Sub - reino	Metazoos
Tipo	Vertebrados
Clase	Ovíparo
Orden	Galiniformes
Familia	Phasiánidae
Género	Gállus
Especie	Gállus, gállus
Nombre común	Pollo, Gallo, Gallina

2.5. Situación actual de la avicultura en Bolivia

El sector avícola, propicia un desarrollo económico y genera beneficios económicos y sociales, viendo que su producción es parte de la dieta alimentaria de los bolivianos y la mayor parte de su producción es para atender preferiblemente el mercado interno (Infoagro, 2002).

El pollo parrillero de la línea Ross - 308 es una perfecta máquina de transformar granos en carne, en menos de 40 días se completa el ciclo de producción, no hay muchos rubros que tengan un retorno económico en tan poco tiempo, (AIESRP 2014).

Mismos autores indican que la actividad avícola de pollos parrilleros, tiene un fuerte efecto multiplicador en la economía nacional, por cuanto la cadena productiva comienza con la siembra de los granos en el campo como el maíz y soja, que son considerados materias primas y fundamentales para la elaboración de alimento balanceado, siguiendo con las granjas integradas, plantas de alimentos, faena, frigoríficos y toda la cadena de comercialización, para llegar con los productos a todos los rincones de País.

En el departamento de La Paz, el crecimiento del consumo per cápita de la carne de pollo es 22,44 Kg de pollo por año, el mismo está dado por dos factores fundamentales; En primer lugar se da por el incremento del precio en la carne vacuna, seguido por el cambio de hábitos alimentarios de la población, observando que la población prefiere alimentos proteicos para su consumo, presentando entre ellos la carne de pollo parrillero en sus distintas variantes.

Económicamente la avicultura nacional genera más de 260 millones de dólares al año que representa un 2.45% del PIB nacional, consume 831.976 TM de productos agrícolas, 494.054 TM entre maíz, sorgo y 337.922 TM entre soya y otros, y moviliza 100 camiones de 20 TM diariamente. En este contexto, la actividad avícola ha tenido un franco desarrollo desde sus inicios en la década del año 50 como respuesta directa a la demanda en el aspecto económico, social y nutricional de la población.

Genera 318.406 TM de alimento anualmente que equivale al 30% de la proteína para el consumo nacional. Generando más de 45.000 empleos directos (A.D.A. 2006)

Cuadro 2 Producción de pollo parrillero (Expresado en millones de pollos año: 2009 - 2014)

Año	L.P.	CBBA.	SCZ.
2009	2,22	81,79	57,42
2010	2,25	92,89	63,25
2011	2,28	93,98	63,92
2012	2,24	102,66	59,31
2013	2,26	108,01	62,45
2014	2,25	116,25	69,86

Fuente: A.D.A Cbba (2009 - 1014)

2.6. Factores que limitan el crecimiento y la calidad del pollo de engorde

Aviagen (2001), menciona que el logro del potencial genético en cualquier especie doméstica depende de lo siguiente:

- El genotipo sea capaz de alcanzar el rendimiento requerido
- El ambiente se maneje para proporcionar a las aves todos sus requerimientos de temperatura, calidad de aire y otros
- El alimento debe aportar suficientes nutrientes y en las proporciones correctas
- El estado inmune sea apropiado y que se controlen las enfermedades

Todos estos factores son interdependientes, por lo que si cualquiera de ellos está a niveles por debajo de lo óptimo, afectará adversamente el rendimiento del pollo.

2.7. Factores que afectan a la producción avícola

La producción del rubro avícola muestra una clara tendencia al alza, esta razón obedece entre otras, a la eficiencia de la industria del pollo parrillero así como a la productividad de este en comparación con otros animales esto explica la eficiencia de conversión alimenticia.

Quintana (1999), indica que todos los seres vivos tienen necesidades que deben ser satisfechas debidamente. Una vez cubiertas estas, un buen manejo permitirá obtener el máximo de producción a un costo mínimo. Dicho manejo de las aves abarca los aspectos siguientes:

- a) Promover el alojamiento adecuado a fin de lograr un micro clima como para las aves
- b) Mantener una estricta bioseguridad
- c) Proporcionar alimentación balanceada
- d) Adecuar el manejo al potencial genético de las aves

Blanco (2002), indica que los factores más importantes son los siguientes:

- Calidad de los pollitos bebe
- Recepción de los pollitos
- Sistemas de crianza
- Densidad
- Cama
- Temperaturas recomendadas
- Agua
- Alimentación.

2.8. Fisiología digestiva

APINCO (2000) explica que las principales estructuras que componen al sistema digestivo son:

- a) Boca y faringe son: el pico, lengua, coana e infundíbulo. El tamaño del pico parece ser un factor importante en la regulación de la ingestión. Mostró que las aves tienen dificultades para consumir partículas que son mayor o menor a la dimensión anatómica del pico, este es un factor importante, que influye en la preferencia por el tamaño de la partícula.
- b) El esófago es un segmento relativamente largo, que posee un divertículo, el buche, que separa las porciones superior e inferior del esófago. Presenta glándulas mucosas que tienen la función de lubricación.
- c) El proventrículo es una estructura localizada entre el esófago inferior y la molleja, recubierta por una mucosa glandular con función secretora (glándulas gástricas secretoras). A pesar que el proventrículo actúa primordialmente en la producción y liberación de secreciones gástricas.
- d) La molleja posee características específicas: Macizo desenvolvimiento muscular, derivado, primordialmente, de una camada de muscular lisa circular. La camada interna de la molleja presenta una submucosa firme, una camada glandular y un revestimiento resistente y abrasivo, constituido por un complejo proteína polisacárido.
- e) El intestino delgado mide aproximadamente 1,5 m de largo en un pollo adulto, la cual con forma de “U” envuelve al páncreas y se denomina duodeno. Los segmentos siguientes no tienen división nítida, así que la porción del duodeno se denomina yeyuno, y el segmento anterior a la unión del ciego se llama íleon. En esta región del tracto gastrointestinal existe la desembocadura de los ductos pancreáticos y biliar, entrando el duodeno debajo de la unión duodeno-molleja.
- f) El intestino grueso es relativamente corto y sin demarcaciones definidas, en la unión del intestino delgado y grueso están los ciegos, que en las aves son un par, al contrario de los mamíferos. El colon es un tubo corto y estrecho, que se extiende desde la unión íleo - cecólica hasta la cloaca. La cloaca es un compartimiento común de los sistemas digestivos, urinario y reproductivo, siendo dividido en tres partes:
 - Coprodeum, siendo el mayor compartimiento, actuando como reservorio de las heces.

- Urodeum, siendo la terminación del tracto urinario y reproductivo.
- Proctodeum se abre externamente a través del ano.

2.9. Pigmento

Martínez, (2010), indica que los pigmentos generalmente son colores que se pueden observar durante toda la vida. Están presentes en todos los organismos del mundo, siendo las plantas los principales productores.

2.9.1. Definición

Según el diccionario de la lengua española, pigmento se define como materia colorante que se encuentra en las células vegetales y animales.

Delgado, *et al*, (2000), citado por Martínez (2010), indica que los pigmentos son compuestos químicos que absorben luz en el intervalo de la longitud de onda de la región visible. La producción del color se debe a la estructura específica del compuesto (cromoforo), esta estructura capta la energía y la excitación que es producida por un electrón de una órbita exterior a una órbita mayor, la energía no absorbida es reflejada y/o refractada para ser capturada por el ojo, y los impulsos neuronales generados serán transmitidos al cerebro, donde pueden ser interpretados como color.

2.9.2. Clasificación

Martínez (2010), indica que los pigmentos pueden ser clasificados tomando en cuenta alguna de las características como origen (naturales, sintéticos o inorgánicos), la estructura del cromoforo (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).

2.9.2.1. Pigmentos naturales

Wissgot y Bortlik, (1996), mencionado por Martinez (2010), señala que hoy en día, las ventajas de los pigmentos naturales sobre los sintéticos ha 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. Sin embargo, 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 y, además, son más baratos y están disponibles en cantidades ilimitadas

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

- Maíz amarillo (*Zea mays* L.)
- Harina de alfalfa (*Megicago sativa* L.)
- Cempasuchil.
- Chiles (*Capsicum*).
- Microalgas (*Haemotococcus Pluviales*).
- Crustaceos.
- Leucaena (*Leucocephala*)
- Achiote (*Bixa orellana* L.)
- Harina de camarón
- Zanahoria (*Daucus carota* L.)

El mismo autor indica que carotenos permitidos por la FDA y la OMS son:

Luteína, zeaxantina, cantaxantina, antoxantina, captaxantina.

Hundon (1994), mencionado por Martinez (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 de importancia primordial en la coloración de la cascara de huevo de especies aviares, (Lang *et al.* 1987).
- **Piridinas**, son responsables por mucho de los amarillos y rojos brillantes en peces, anfibios y reptiles, (Nixon, 1985).

- **Melaninas**, dan lugar a los negros, grises y marrones de vertebrados y muchos invertebrados, así como también de sus rojos como sus amarillos. Son polímeros heterogéneos compuestos de metabolitos de tirosina (Hudon, 1994).
- **Carotenoides**, obtenidos de los animales por sus dietas, confieren la mayoría de los brillantes colores rojo, amarillo y naranja, muy apreciados no solo en la acuicultura, sino también en la industria avícola, (Toyomizu et al. 2001).

2.10. Carotenoides

Sotelo (2014), indica que 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.

Primo (1995), revela que los carotenos son colorantes polienicos rojos y amarillos, están extendidos en la naturaleza. Los primeros se obtuvieron de la zanahoria (*Daucus carota* L.), también existen en las hojas, frutos, tejidos animales (yema de huevo, caparazón de langostas y langostinos) también presentes en las grasas de los animales, leche, mantequilla y suero sanguíneo.

El mismo autor indica que alrededor de cincuenta de estos colorantes valiosos son importantes para los seres humanos como pro-vitamina A, lo que significa que se pueden convertir en vitamina A. Algunas de las funciones biológicas de carotenoides 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

2.10.1. Propiedades químicas de los carotenoides

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

2.10.2. Fuentes de carotenoides

El alto costo de los carotenoides sintéticos y la creciente demanda por una pigmentación natural, ha estimulado el uso de fuentes naturales de carotenoides (cuadro 3) con potencial de industrialización. Sin embargo, estos productos participan a la fecha de solo una pequeña fracción del mercado, debido a su limitada producción (Mc Coy, 1999).

Cuadro 3 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 annum</i>)	274
Achiote (<i>Bixa orellana</i>)	265
Maíz amarillo (<i>Zea mays</i>)	10 – 25

Fuente: Cuca *et.al.* (1990)

2.11. Pigmentación en la piel de los pollos

La calidad de carne de pollo parrillero es muy importante para los consumidores, mismos que muestran su preferencia en cuanto a la pigmentación de la piel del pollo parrillero, porque es necesario explotar esta exigencia (Delgado 2004).

Buxade (1995), 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).

2.12. Factores que afectan en la pigmentación del pollo parrillero

Fernández (2014), indica que lograr una pigmentación adecuada en el pollo de engorde no depende únicamente de la concentración de pigmento en la dieta, de hecho, se puede decir que el éxito o fracaso de cualquier estrategia pigmentante es el resultado de la interacción de muchos factores, los cuales se enlistan a continuación.

2.12.1. La raza

López (2000), menciona que las distintas cruzas genéticas que se han desarrollado pueden contribuir a que ciertas parvadas no pigmenten al grado deseable; sin embargo, en la actualidad, la mayoría de las casas vendedoras de pollito para engorda han superado este problema.

Fernández (2014), señala que no todas las líneas de pollo parrillero 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.

2.12.2. Sexo

Las hembras tienen mayor capacidad de pigmentación que los machos, dado que su cantidad de grasa subcutánea es mayor.

Algunos avicultores hacen una separación entre los machos y hembras desde el segundo o tercer día de nacidos. Otros, llevan a cabo esta separación directamente en la parvada entre la tercera o cuarta semana de vida, y otros dejan las parvadas mixtas. Generalmente, las hembras son vendidas para las rosticerías donde el color de la grasa y piel no son significativos por el proceso rostizado (López 2000).

2.12.3. Manejo

Es un factor importante, puesto que la densidad de población correcta debe ser de 8 a 10 pollos por metro cuadrado, pero para nuestro estudio utilizamos un poco más de superficie. Una buena ventilación y temperatura de los galpones es deseada; si estas condiciones cambian a temperaturas más altas, los pollos ingerirán mayores cantidades de agua, dando como consecuencia heces más fluidas que, liberen igualmente, cantidades mayores de amoniaco y humedad en las camas del piso donde crecerán con mayor frecuencia algunos hongos y frecuencias que también son factores despigmentantes (López 2000)

2.12.4. Alimentación

Una fórmula alimenticia mal homogeneizada, dará como consecuencia una pigmentación poco uniforme en la parvada.

Utilización de granos con toxinas, ya que éstas afectarán el funcionamiento del páncreas en la absorción en el primer tercio del intestino de grasas, xantofilas y vitaminas A, E y K.

Fernández (2014), menciona que las xantofilas son lípidos terpenoides, por 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.

- El no aplicar las cantidades correctas de gramos de xantofila por tonelada
- El uso de grasas y aceites rancios (oxidados), puestos que las xantofilas son liposolubles y al combinarse con estos ácidos grasos rancios se oxidan también

- Las costumbres de agregar el pigmento en las premezcla vitamínicas y minerales que permanecen un tiempo antes de usarse en la fórmula final no son adecuadas, dado a que las trazas de hierro y cobre son prooxidantes.
- Fórmula incorrecta y mal balanceada da como resultado que el pollo parrillero no obtenga una conversión y acumulación de grasas correctas, presentando una pigmentación defectuosa

2.12.5. Planta procesadora

Este es un factor muy importante a tomar en cuenta cuando se está produciendo pollo pigmentado, ya que para obtener un desplumado óptimo del pollo, se necesita una temperatura en el agua de 60°C, sin embargo, a esta temperatura se produce separación de la epidermis, arrastrando con esto el pigmento de la piel y produciendo que el pollo pierda coloración. Genéricamente esto se conoce como pollo “tallado” el cual también recibe precios económicos por mala presentación del producto en el mercado público. La temperatura del agua adecuada para desplumar sin causar la remoción del pigmento dérmico es alrededor de 52°C, arriba de 53°C la cantidad de carotenoides en la piel disminuye drásticamente (Fernández 2014).

2.13. Determinación de la pigmentación

Muñoz (2000), indica 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 en la estimación del color.

El mismo indica que para estimar el color existen básicamente dos métodos: Uno está basado en la comparación del color del filete 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.

2.14. Alimentos para obtener una buena pigmentación

Fernández (2014), indica que en la actualidad, debido a los avances en nutrición y genética, las aves consumen entre un 40 a 50% menos alimento y no tienen acceso a fuentes naturales de pigmentación.

Alcosa (2011), indica que para la elaboración de programas de pigmento se deben considerar, tanto las etapas de alimentación como la edad de venta, con que se calcula el consumo real de xantofilas, en miligramos por ave, tomando en cuenta que para lograr niveles óptimos de saturación de pigmento en piel, se debe incluir pigmento en la dieta por lo menos durante los últimos 21 días de vida del pollo parrillero. En caso de que se utilice una parte de "retiro", el pigmento no debe suprimirse antes de 48 horas del sacrificio, ya que los resultados de deposición de pigmento podrían disminuirse al reducir los niveles de carotenoides en sangre.

2.15. Cultivo de achiote en Bolivia

Sánchez (1965), indica que la pequeña familia de las Bixaceas comprende un solo género, *Bixa*, con una especie cultivada y varias silvestres en la cuenca amazónica.

El mismo autor menciona que el achiote (*Bixa Orellana* L.) era cultivada en épocas precolombinas, desde Brasil y Bolivia hasta México. El uso primitivo, según practicado por los indios de las amazonas, es aplicar los pigmentos rojos y amarillos obtenidos de las semillas como tinte para la piel, además de su valor ornamental protege de las picaduras de insectos y ayuda a la cicatrización de heridas. El uso principal, sin embargo, es como colorante de alimentos, a los que da un tono amarillo típico y agrega alimentos nutritivos.



Figura 2 Semilla de achiote (*Bixa orellana* L.)

2.15.1. Importancia del cultivo

Crespín (2009), menciona que el achiote es una especie originaria de la América Tropical que produce un colorante natural llamado bixina utilizado en la fabricación de refrescos, lácteos, embutidos, aceites saborizados, textiles, condimentos, cosméticos, medicamentos y otros productos, para ser completamente inofensivos, según la Organización Mundial de Salud (OMS).

Manzaneda (2010), indica que la excelente calidad de la bixina y demanda en el mercado de colorantes naturales, el cultivo de achiote presentan, en la actualidad, una posibilidad económica muy rentable más aun en las zonas aptas para su cultivo como es Caranavi, al norte del departamento de la paz.

2.15.2. Clasificación taxonómica

Manzaneda (2010), cita la clasificación taxonómica del cultivo de achiote en el siguiente cuadro.

Cuadro 4 Taxonomía del achiote

División	Spermatophyta
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledones
Orden	Guttiferales
Familia	Bixaceae
Genero	Bixa
Especies	Orellana
N. Científico	Bixa orellana
N. Común	Achiote

Fuente: Manzaneda F. (2010)

2.15.3. Composición química de la semilla de achiote

Según Hernández, Trujillo y Arévalo, citado por Taboada (1993), se tiene la composición química de la semilla del achiote mostrado en el siguiente cuadro:

Cuadro 5 Composición química del achiote

Partes de la semilla	Componentes químicos	Rango (%)	
Cubierta exterior	Celulosa	40	45
	Azucares	3,5	5,2
	Aceites esenciales	0,25	0,85
	Pigmentos	4	5,5

Partes de la semilla	Componentes químicos	Rango (%)	
Piel o cutícula	Celulosa y taninos	20	21
	Resinas	1	1,65
	Aceites esenciales	0	0,5
	Aceites esenciales	1,1	-
Semilla interior	Sustancias carosas	0,3	-
	aceites pesados	8	11
	Cenizas	1,5	1,8
	Alcaloides	Trazas	

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

2.16. Métodos para determinar la pigmentación

2.16.1. Método del colorímetro de roche

El ojo humano tiene una capacidad limitada para distinguir diferencias en el color de la piel con concentraciones superiores presentes en el colorímetro de Roche (Muñoz 2000).

Se debe mencionar que la medición de la intensidad de la 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, 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 de la toma de datos de pigmentación en el pollo parrilleros de carne (Caiña *et al.* 2001).

Muñoz (2000), explica que la estimación del color por este método es comúnmente usado en la industria, la principal razón es su costo, comparado con métodos

instrumentales, y fácil de usar. Un punto importante a considerar cuando se usa este método es la estandarización de las condiciones bajo las cuales se compara el color con la carta o el abanico, porque el medio ambiente puede modificar la percepción del color. Para evitar esto se han diseñado “cajas de luz”, las cuales tienen una dimensión, un color y una intensidad de luz determinada

2.17. Síndrome ascítico

Según el manual de manejo de pollo de engorde Ross - 308 (2002), las principales enfermedades metabólicas del pollo parrillero son la Ascitis, el Síndrome de Muerte Súbita (SDS) y los problemas relacionados con la salud de las aves. La Ascitis conocida también como “agua en el abdomen”, consiste en la acumulación de líquido en la cavidad abdominal, asociada con un aumento en la presión de las arterias pulmonares (síndrome de hipertensión pulmonar). El Síndrome de Muerte Súbita (en el cual muchos pollos mueren inmediatamente después de dar un salto) es causado por fibrilación ventricular. Cada una de estas enfermedades es independiente de las otras y su incidencia se ve influenciada por numeroso factores (véase el Cuadro 6).

Cuando se observa una alta incidencia de Ascitis, es necesario revisar los siguientes parámetros:

- a) Que la tasa de ventilación en las granjas sea suficiente para eliminar los gases de desecho y para aportar suficiente oxígeno.
- b) Que el perfil de temperatura sea apropiado y no muestre fluctuaciones.
- c) Que la suministración de alimento en harina (y no en pellets) durante 7 a 10 días controla un brote de Ascitis.

Si se están presentando problemas crónicos de Ascitis se deberá considerar el uso de un programa de modificación del crecimiento.

El Síndrome Ascítico se presenta en todo tipo de instalaciones avícolas principalmente localizadas arriba de los 2000 msnm. también se produce a nivel del mar e incluye las granjas con mayor tecnificación. Este Síndrome no se puede

atribuir a un solo factor. Muchos aspectos interactúan para que el problema se manifieste.

Cuadro 6 Factores causantes del síndrome ascítico

RESUMEN DE FACTORES CONOCIDOS QUE INFLUENCIAN LA INCIDENCIA DE ASCITIS Y/O SINDROME DE MUERTE SUBITA (SDS)		
FACTOR	COMENTARIO	CONSEJO
Altitud de la incubadora y/ o granjas	Más de 1000 msnm causan un aumento en la incidencia de Ascitis	Usar una estirpe no susceptible
Ventilación	Mala ventilación o mala calidad de aire incrementa la incidencia de Ascitis	Prestar atención a la ventilación mínima durante la crianza
Enfermedad respiratoria	Aspergilosis. Otras infecciones respiratorias (IB2, ART3 y Mycoplasma) pueden incrementar la Ascitis	Controlar las enfermedades respiratorias
Genética	La variación en la susceptibilidad se ha usado para seleccionar líneas resistentes	La selección genética de las líneas Ross produce el mejoramiento continuo en la resistencia a la Ascitis y al SDS
Sexo	Los machos tienen una mayor incidencia de Ascitis y SDS. Por crecer más rápido	Separar los sexos para permitir manejos diferentes en machos y hembras
Temperatura	Temperatura alta >25°C (77°F) Temperatura baja <15°C (59°F) y/o amplias variaciones durante el día	Controlar la temperatura ambiental
Tasa de crecimiento	La alta tasa de crecimiento se asocia con mayor incidencia de Ascitis y SDS	Usar programas de modificación del crecimiento
Alimento peletado	Incrementa la tasa metabólica lo cual se asocia con aumento de incidencia de Ascitis y SDS	Balancear el mejor rendimiento del pollo contra el aumento en la mortalidad

FACTOR	COMENTARIO	CONSEJO
Dietas ricas en energía	Incrementan la tasa metabólica y esta se asocia con mayor incidencia de Ascitis y SDS	Balancear el mejor crecimiento del pollo contra el aumento de la mortalidad
Sal	El exceso puede causar aumento en la incidencia de Ascitis	Revisar los niveles de sodio, potasio, calcio y cloro en las dietas
Estado de vitamina E y selenio	Los niveles bajos se asocian con mayor incidencia de ascitis. La vitamina A, la vitamina C y la calidad de la grasa en la dieta también pueden tener un efecto	Verificar los niveles de vitaminas y minerales e la dieta. Revisar la calidad de la grasa de la ración
Harina de pescado	Niveles altos (>200 ppm) de histamina incrementan la incidencia de ascitis	Controlar la harina de pescado en la dieta
Deficiencia de fosforo	Los niveles marginales de fosforo pueden incrementar la incidencia de ascitis. Por lo general se observa raquitismo y/o cojera	Controlar los niveles de fosforo en la dieta

Fuente: Aviagen 2002

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

La investigación se realizó en la granja privada dependiente de la “Fundación La Paz”, Proyecto Sumaj Kausay, distrito 10, Departamento de La Paz.

3.1.1. Ubicación geográfica

El área experimental utilizada en la práctica está ubicado geográficamente entre los 16°30'00" de Latitud Sur y los 60°08'00' de Longitud Oeste con una altitud de 3680 m.s.n.m. (SENAMHI, 2012).



Figura 3 Ubicación del área de estudio

3.1.2. Características climáticas

Las condiciones agro climáticas son parecidos a la cabecera de valle, donde los veranos son calurosos y la temperatura que alcanza es de 21,5°C, en la época invernal la temperatura puede bajar hasta 2°C la temperatura media es de 18°C con una precipitación media de 488,53 mm (SENAMHI 2012).

3.2. Materiales

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

3.2.1. Material biológico

- Para la investigación se utilizaron 96 pollitos parrilleros BB entre machos y hembras de la línea Ross - 308.

3.2.2. Material de campo

- 1 Campana criadora
- 4 bebederos de inicio para pollito BB
- 2 Comederos de inicio tipo bandejas plásticas
- 12 Comederos
- 12 Bebederos
- 1 Termómetro de máximas y mínimas
- 1 Circulo de crianza (redondel)
- 1 Balanza digital con una capacidad de 20 kg (1 unidad)
- 1 Balanza analítica, de 1Kg de capacidad
- Viruta de madera
- 1 Abanico de Roche

3.2.3. Insumos

- 1 qq de alimento balanceado de inicio
- 3 qq de alimento balanceado de crecimiento

- 7 qq de alimento balanceado de finalización
- 25 lb de harina de achiote
- Complejo vitamínico

3.3. Metodología

3.3.1. Procedimiento experimental

Basado en recomendaciones técnicas, el trabajo de investigación tuvo las siguientes etapas experimentales.

3.3.1.1. Adecuación y preparación del ambiente experimental

La preparación del galpón, fue realizada 25 días antes de la llegada de los pollitos parrilleros BB de la línea Ross – 308, siguiendo los conceptos de bioseguridad cuya adecuación consistió en acondicionar el ambiente, un galpón diseñado técnicamente para tal propósito; El ambiente utilizado en la etapa experimental, tuvo una superficie de 29 m².

3.3.1.2. Bioseguridad

Se realizó el lavado del predio con agua e hipoclorito de sodio en una concentración de 1000 cc en 1000 lt de agua obteniendo un ambiente completamente limpio, y listo para la desinfección, para la recepción del pollito BB.



Figura 4 Desinfección del ambiente

3.3.1.3. Desinfección

Para realizar la desinfección, se contó con cuatro etapas: lavado, flameado, encalado y el vacío sanitario:

- Para el lavado del ambiente, se utilizó una solución de agua clorada con una concentración de 1: 20 (1 litro de hipoclorito de sodio en 20 litros de agua), el lavado interior del ambiente se hizo 2 veces debido a la existencia anterior de aves de postura.
- Para el flameado, se hizo el uso de un lanza llamas, que ayudo a la eliminación de agentes patógenos.
- Para una desinfección completa, se hizo el encalado de paredes, piso e infraestructura.
- Una vez limpio, lavado y flameado, se realizó el vacío sanitario, teniendo un lapso de 15 días.

3.3.1.4. Preparación del círculo de crianza o redondel

Se implementó el círculo de crianza con venesta, con un diámetro de 2 m, la cama utilizada fue viruta de madera de una altura de 10 cm, posteriormente se compacto la cama para darle firmeza.

Una vez compactada la cama, se recubrió con papel periódico el área del redondel, para posteriormente colocar los comederos y bebederos de forma alterna además se instaló la campana criadora regulando a una temperatura de 31°C, obteniendo un ambiente adecuado para la llegada de los pollitos parrilleros BB.



Figura 5 Preparación y adaptación del círculo de crianza

3.3.1.5. Recepción de Pollitos BB

Programado la llegada de los pollitos BB, el círculo de crianza se preparo, con el alimento balanceado de inicio, agua disuelta con un complejo vitamínico estar plus 80 para reponer la energía perdida por el transporte del pollo, la temperatura fue de 31°C siendo controlad a cada hora con un termómetro.



Figura 6 Llegada de pollitos parrilleros BB de la línea Ross - 308

Los pollitos BB fueron criados en confinamiento entre machos y hembras, sometidas al mismo cuidado durante 17 días, para pasar posteriormente a las unidades experimentales.

3.3.1.6. Construcción y acondicionamiento de unidades experimentales

Para iniciar la investigación, se procedió a la construcción de las unidades experimentales, los cuales tuvieron un área de 1 m² obteniendo 12 unidades experimentales, cada unidad experimental conto con un comedero, bebedero además de proporcionar firmeza a la cama.



Figura 7 Acondicionamiento de unidades experimentales

3.3.1.7. Preparación de alimento

Para la elaboración de la harina de achiote, se obtuvo la semilla obteniendo el molido correspondiente para la posterior mezcla con el alimento balanceado.

Previo a la distribución de pollitos parrilleros BB, se preparó el alimento implementando los tres niveles de harina de achiote en la ración comercial.

Cuadro 7 Niveles experimentales de harina de achiote

Tratamientos	% de achiote
T ₁	1%
T ₂	3%
T ₃	5%
T ₀	0%

La ración diaria se basó en proteínas, vitaminas y minerales, conteniendo niveles isoenergéticos e isoproteicos que el pollo parrillero requiere para su desarrollo.

La mezcla se hizo cuidadosamente para que la harina de achiote se distribuya de manera uniforme.

3.3.1.8. Distribución de pollitos parrilleros en unidades experimentales

Instalada las unidades experimentales y teniendo listo la ración de cada tratamiento, se distribuyeron a los pollitos parrilleros a partir de los 17 días con una densidad de 8 pollos por m².



Figura 8 Distribución de pollos parrilleros en las unidades experimentales

3.3.1.9. Alimentación

El alimento se proporcionó de acuerdo a la edad y las tablas de rendimiento de la línea Ross – 308 los pollos parrilleros a partir de la etapa inicial hasta la finalización.

El registro de incidencia del síndrome ascítico en la zona de estudio hizo que se optara por medidas preventivas, restringiendo el alimento en tres horarios (8:00 Am, 13:00 Pm y 18:00 Pm) esto con el fin de controlar la mortalidad de los pollos parrilleros en la investigación.

3.3.1.10. Toma de datos

La toma de datos, se registró a partir de los 17 días de vida de los pollitos parrilleros, registrando: Peso, alimento consumido, alimento desperdiciado, muerte de pollos parrilleros.



Figura 9 Registro de datos

3.3.1.11. Faeneo

Los pollos se mantuvieron en confinamiento durante 56 días, viviendo 39 días en etapa de investigación, logrando alcanzar un peso promedio de 2600 g.



Figura 10 Pollos faeneados

Esta etapa fue la más importante puesto que se realizó la medición de la pigmentación de la piel de los pollos a través del abanico de Roche, esta fase consistió en tomar a las aves faeneadas de las diferentes unidades experimentales y comparar el color de la piel del pollo con las diferentes intensidades de color del colorimétrico.

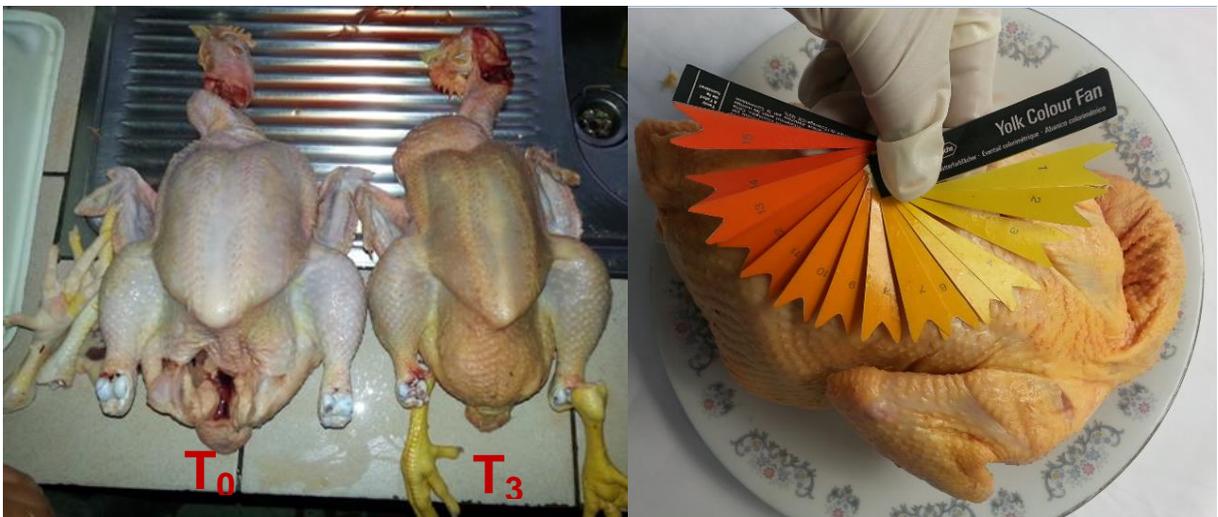


Figura 11 Medición de la pigmentación en la etapa de finalización

3.3.2. Análisis estadístico

Los resultados experimentales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza ANVA
- Prueba de comparación del rango múltiple de Duncan

3.3.2.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado, fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), con un número total de cuatro tratamientos y tres repeticiones, con una densidad de 8 aves por unidad experimental.

Calzada (1982), indica que el Diseño completamente al azar es utilizado en galpones con aves y animales menores que estén en lugares planos sin mucha pendiente y que no tengan diferencia con la estructura del suelo.

3.3.2.2. Modelo lineal aditivo

Ochoa (2009), recomienda el uso del modelo lineal aditivo para el Diseño Completamente al Azar (D.C.A.)

$$X_{ii} = \mu + \alpha_i + \epsilon e_{ii}$$

Dónde:

X_{ij} = Cualquier observación

μ = Media general

α_j = Efecto del j ésimo factor de niveles de harina de achiote

ϵe_{ijk} = Error experimental.

Fuente: Peñafiel (2009)

3.3.2.3. Tratamientos

Se estudió el efecto de tres niveles de harina de achiote (1, 3 y 5%), en la alimentación de los pollos parrilleros, esto comparado con un tratamiento control o testigo (0% de harina de achiote), dando un total de cuatro tratamientos y tres repeticiones, los mismos que se describen en el cuadro 8.

Cuadro 8 Esquema del experimento

Tratamiento (T)	Repetición	Nº de animales/U.E	Total de animales/tratamiento
0% harina de achiote	3	8	24
1% harina de achiote	3	8	24
3% harina de achiote	3	8	24
5% harina de achiote	3	8	24
Total de aves			96

3.3.3. Variables de respuesta

3.3.3.1. Consumo de alimento (C.A.)

Alcázar (2002), indica que el consumo de alimento se refiere a la cantidad de alimento proporcionado menos la cantidad de alimento rechazado, expresado en la siguiente formula:

$$CA = Ao - Ar$$

Dónde:

CA = Consumo de alimento

Ao = Alimento ofrecido

Ar = Alimento rechazado

3.3.3.2. Ganancia de peso

Alcázar (2002), menciona que la ganancia de peso se refiere a la diferencias de pesos de un animal, que se lo mide desde el inicio hasta la finalización de todo el ciclo, en una balanza, expresada en la siguiente formula:

$$GP = Pf - Pi$$

Dónde:

GP= Ganancia de peso

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

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

CAICYT (2007), indica que la ganancia media diaria es el peso ganado por la unidad de tiempo, y esta expresado en la siguiente formula:

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

Dónde:

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

t = Tiempo

3.3.3.4. Conversión alimenticia (C.A.)

Antezana (2005), indica que la conversión alimenticia es producto de la decisión del total de kilogramos de alimento consumido entre el total de kilogramos de pollo vivo producido.

$$CA = \frac{\text{Kg de alimento consumido}}{\text{Kg de pollo vivo}}$$

3.3.3.5. Determinación de la pigmentación

Para la determinación de pigmentación en los pollos parrilleros luego del faeneo se usó como referencia la escala de colores “Abanico colorimétrico de Roche”

Se debe mencionar que la medición de la intensidad de la pigmentación fue realizada de acuerdo a la apreciación visual. Esta medición tiene la facilidad de ser rápida y sencilla, para este método se debe realizar sobre la misma área de observación y bajo similar intensidad de luz, evitando de esta manera los errores de la toma de datos de pigmentación en pollos parrilleros (Caiña *et al.* 2001).

3.3.3.6. Peso a la canal

Alcazar (1997), menciona que la producción del pollo parrillero, concluye con el sacrificio de los mismos. Antes de ser enviados al matadero, los pollos entran en ayunas durante al menos de 8 a 14 horas, con el fin de vaciar al máximo el conducto gastrointestinal.

$$PC = \textit{peso de animal} - \textit{peso de viseras y plumas}$$

3.3.3.7. Porcentaje de mortalidad

Alcázar (2002), indica que la mortalidad es un fenómeno natural que es expresado en porcentaje sobre el total de animales criados inicialmente.

$$\%Mortalidad = \frac{N^{\circ} \textit{ de aves muertas}}{N^{\circ} \textit{ de aves criados}} * 100$$

3.3.3.8. Beneficio costo

La relación beneficio/costo, es el análisis económico de la investigación realizada, donde se podrá ver el costo de producción (Alcázar 2002).

$$B/C = \frac{\textit{Ingresos percibidos}}{\textit{Egresos totales}}$$

Estos datos son útiles para analizar la producción, el cual está relacionado con los ingresos (beneficios) con respecto a la venta de los pollos parrilleros a los cuales se les resta los gastos incurridos para la obtención del producto animal costos de producción (CIMMYT, 1988)

Para su aplicación es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros de medición:

B/C > 1, existe beneficio

B/C = 1, no existe beneficio ni pérdida

B/C < 1, no existe beneficio

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de alimento

4.1.1. Consumo de alimento en la etapa de crecimiento

Para la determinación del consumo de alimento en la etapa de crecimiento, se tomó en cuenta registros diarios de alimento ofrecido y rechazado las mismas fueron obtenidos en función a número de pollos parrilleros por tratamiento.

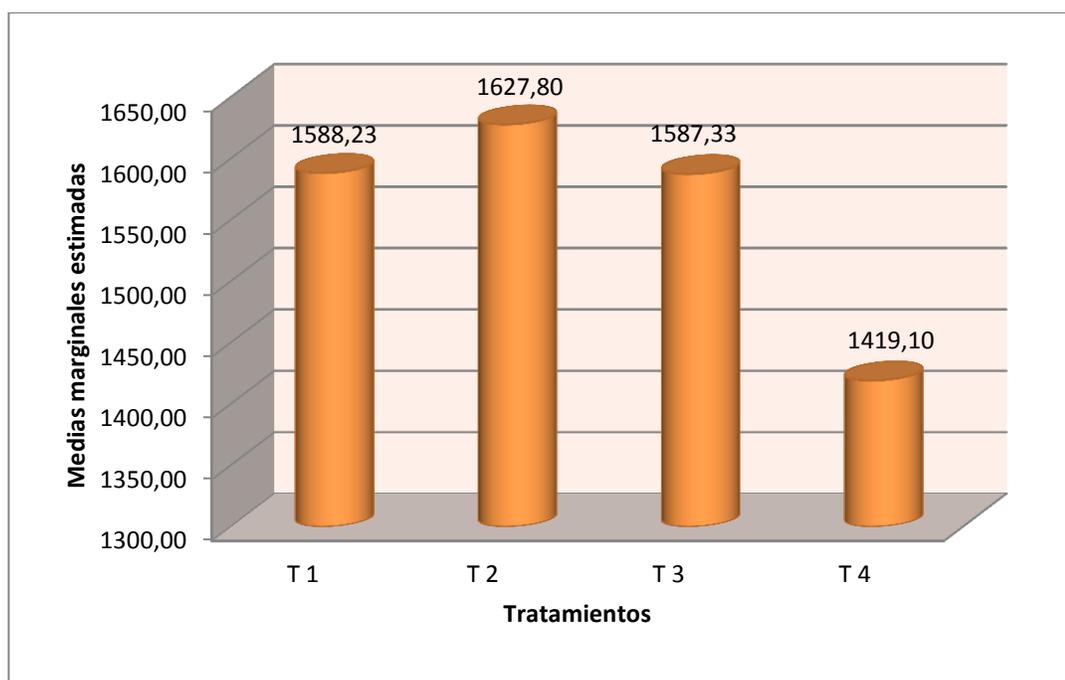


Figura 12 Promedio de consumo de alimento en la etapa de crecimiento

De acuerdo al análisis de varianza sobre el consumo de alimento en la fase de crecimiento, se determinó que existen diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre las cantidades de alimento consumido por efecto de los niveles de harina de achiote empleados.

Cuadro 9 Análisis de varianza para consumo de alimento, etapa de crecimiento

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Nivel achioté	3	77751,08	25917,03	16,639 **	0,001
Error E.	8	12460,97	1557,622		
Total	11	90212,06			
C.V.	2,54%				

El coeficiente de variación es de 2,54% y se encuentra dentro los parámetros de confiabilidad en los datos obtenidos.

El cuadro 9 muestra el análisis de varianza, donde se determinó que existen diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos de estudio, indicando que al incorporar tres niveles diferentes de achioté en la ración existe variación entre el consumo de alimento por tratamiento. Especificando, el T2 (3%) obtuvo el mayor consumo de alimento, alcanzando un promedio de 1627,8 g, al contrario del T4 (testigo), obtuvo un promedio de 1419,1 g llegando a ser el tratamiento con un menor consumo de alimento. Tal efecto de debido a la incorporación del aditivo ya que tuvo un grado aceptable de palatabilidad.

Al respecto Alcázar (1996) mencionado por Chambilla (2012), indica que un problema frecuente para todo tipo de alimento nuevo es la palatabilidad de los ingredientes que puede o no afectar la producción. Puesto que es un insumo nuevo en raciones para aves. Por tanto se puede explicar que en condiciones crudas y a niveles mayores de 20% de la ración no son palatables.

También, Altamirano (2005) incorporo diferentes niveles de harina de alfalfa, el tratamiento que alcanzó el mayor consumo de alimento fue el T1 (Balanceado + alfalfa) con un promedio de 1693,42 g contrariamente el T0 (Testigo) obtuvo el menor promedio con 1692,67 g, lo que indica que la incorporación de diferentes niveles de harina de alfalfa no tuvo efecto en el consumo de alimento.

Así mismo Thaxton (2000), menciona que el consumo de alimento puede disminuir proporcionalmente por estrés térmico, en el cual puede deberse al incremento o disminución brusca de la temperatura, en estos cuadros de estrés el consumo de alimento presenta un comportamiento irregular (incrementos iniciales con descensos posteriores).

En el cuadro 10, se presenta la prueba de comparación de los resultados obtenidos por la prueba Duncan.

Cuadro 10 Prueba Duncan para el consumo de alimento, etapa de crecimiento

Tratamientos	Promedios	E.E.	Duncan
4	1419,10	22,78	a
3	1587,33	22,78	b
1	1588,23	22,78	b
2	1627,80	22,78	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El cuadro 10 muestra que el T2 (3%), T1 (1%) y T3 (5 %) obtuvieron consumos de alimento similares, alcanzando un promedio de 1627,80 g, 1588,23 g y 1587,33 g respectivamente, al contrario el T4 (Testigo), que obtuvo el más bajo consumo de alimento alcanzando un promedio de 1419,10 g.

Así mismo Jaramillo (2011), menciona que la mezcla de pigmentos y prebióticos en el alimento balanceado presentan registros de pesos mayores 1955,10 g y 1946,41 g respectivamente con diferencias significativas, aludiendo que la palatabilidad de los insumos son factores esenciales para el consumo de alimento.

Al respecto Gonzales (1990), menciona que los aditivos alimenticios no fueron indispensables en el sentido que no son nutrimentos, y por tanto no son parte esencial del organismo ni participan en procesos metabólicos al sustituir a los nutrimentos tradicionales, pero son necesarios para conservar la calidad original de la carne de pollo.

4.1.2. Consumo de alimento en la etapa de finalización

La figura 13 muestra que el consumo de alimento obtenido con la inclusión de harina de achiote alcanzo un consumo similar entre los tratamientos, mostrando que no hubo preferencia ni rechazo por el alimento ofrecido.

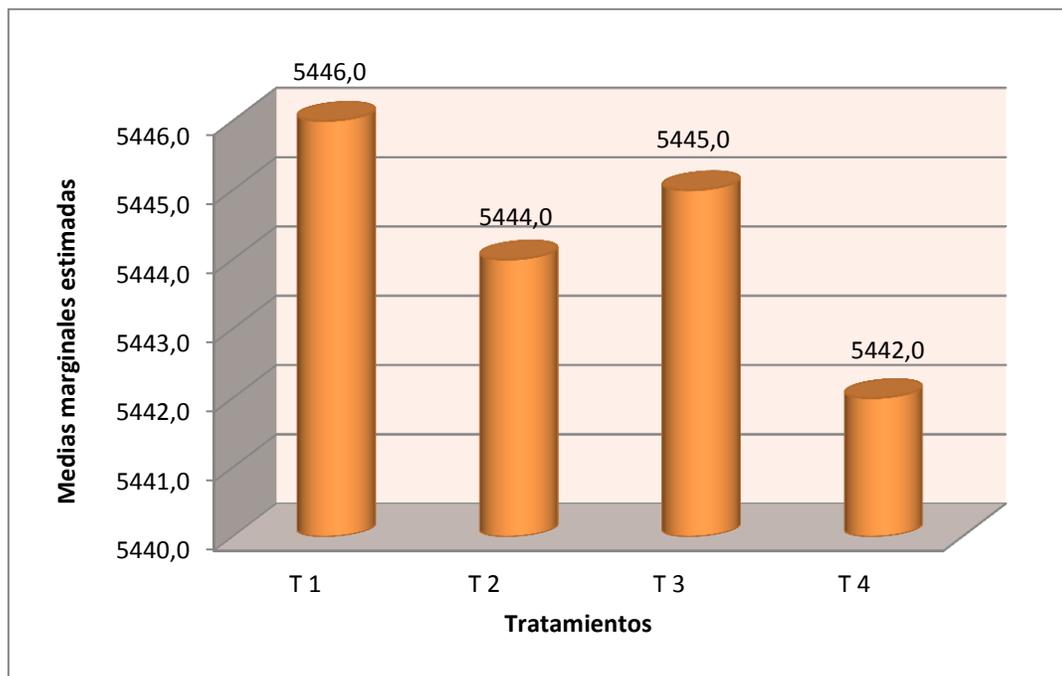


Figura 13 Consumo de alimento en la etapa de finalización

Conforme a datos obtenidos en campo sobre el consumo de alimento en la etapa de finalización, se obtuvo el cuadro de análisis de varianza.

Cuadro 11 Análisis de varianza para consumo de alimento, etapa de finalización

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Nivel achiote	3	26.250	8.750	0.05	0.9856
Error	8	1494.00	186.750		
Total	11	1520.25			
C.V.	0, 25 %				

El análisis estadístico reveló 0,25% de coeficiente de variación, fue un valor aceptable y confiable en el experimento.

El análisis de varianza para la variable consumo de alimento en la etapa de finalización, expuso que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.01$), expresando que la incorporación de diferentes niveles de harina de achiote no intervienen en el consumo de alimento con respecto al T4 (Testigo), especificando el T1 (1%) y T3 (5 %) obtuvieron el mayor consumo de alimento, llegando a un promedio de 5446,0 g y 5445,0 g respectivamente. Al contrario del T2 (3%) y T4 (Testigo) obtuvieron promedios menores con 5444,0 g y 5442,0 g respectivamente.

Al respecto Soria (2014), obtuvo significancia en la variable consumo de alimento en la etapa de finalización, el cual incorporo harina de hoja de yuca para la pigmentación de la piel del pollo parrillero, donde el T2 (2%) alcanzo un promedio de consumo de alimento 4,114 kg, al contrario el T1 (1%) tuvo un consumo máximo de 3,887 kg.

4.2. Ganancia de peso

4.2.1. Ganancia de peso en la etapa de crecimiento

La figura 14 muestra los promedios de la ganancia de peso en la etapa de crecimiento, datos que fueron transmitidos de los registros de peso vivo de la etapa de crecimiento, obtenidos con intervalo de 7 días de registro de datos.

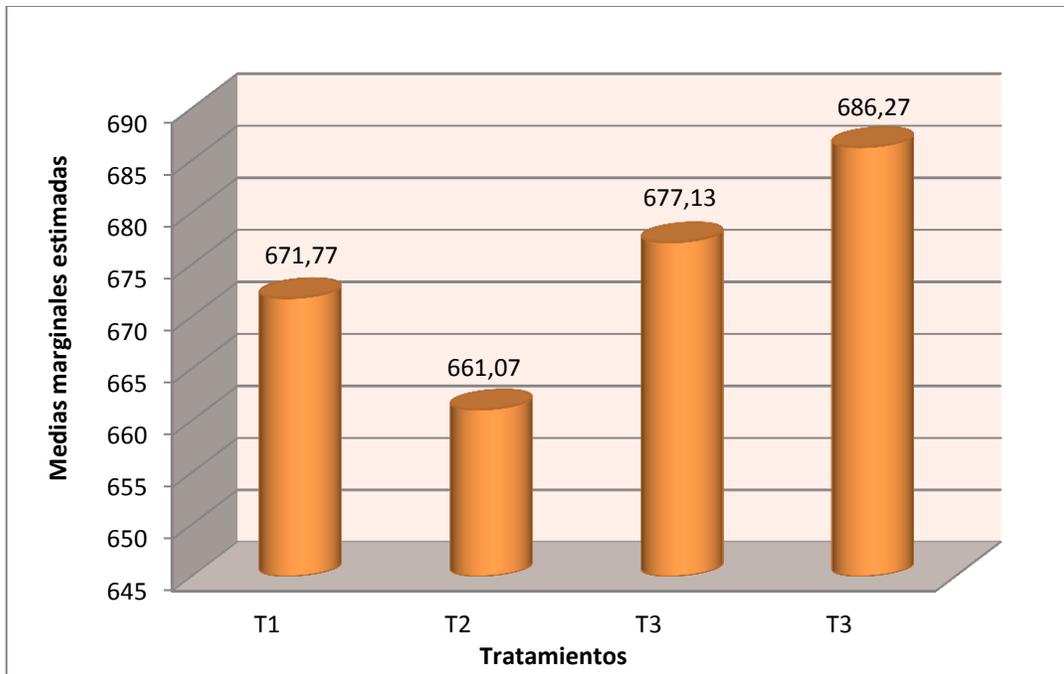


Figura 14 Promedio de ganancia de peso en la etapa de crecimiento

El cuadro 12 muestra el análisis de varianza de la ganancia de peso, exponiendo los siguientes resultados:

Cuadro 12 Análisis de varianza para la ganancia de peso etapa de crecimiento

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Nivel achiote	3	997,603	332,534	0,082 ^{NS}	0,968
Error	8	32548,187	4068,523		
Total	11	33545,789			
C.V.	9.46%				

El coeficiente de variación fue de 9.46%, nos indica que los datos obtenidos para esta variable fueron confiables.

De acuerdo al análisis de varianza, la etapa de crecimiento no tuvo efectos significativos en la ganancia de peso ($p > 0.01$). Esto se debe a que no hubo rechazo del alimento con la incorporación diferentes niveles de harina de achiote, obteniendo ganancias de pesos similares entre los tratamientos.

Sin embargo, el T4 (Testigo) y T3 (5%) presentaron una mejor ganancia de peso vivo, llegando a un promedio de 686,27 g y 677,13 g respectivamente, sin intervalos lejanos el T1 (1%) y T2 (3%) que alcanzaron promedios de 671,77 g y 661,07 g respectivamente.

Al respecto López (1997), revela que la cantidad de alimento consumido es el principal factor que afecta a la ganancia de peso, además menciona que existe diferencias entre machos y hembras en la curvas de crecimiento. Sin embargo no es el único factor de palatabilidad que influye sobre el consumo de alimento, sino también las fluctuaciones de temperatura entre otros factores a considerar.

4.2.2. Ganancia de peso en la etapa de finalización

La figura 15 muestra el promedio de la ganancia de peso vivo en la etapa de finalización, estos datos exponen el comportamiento de los niveles de harina de achiote en relación a la ganancia de peso en la etapa de finalización.

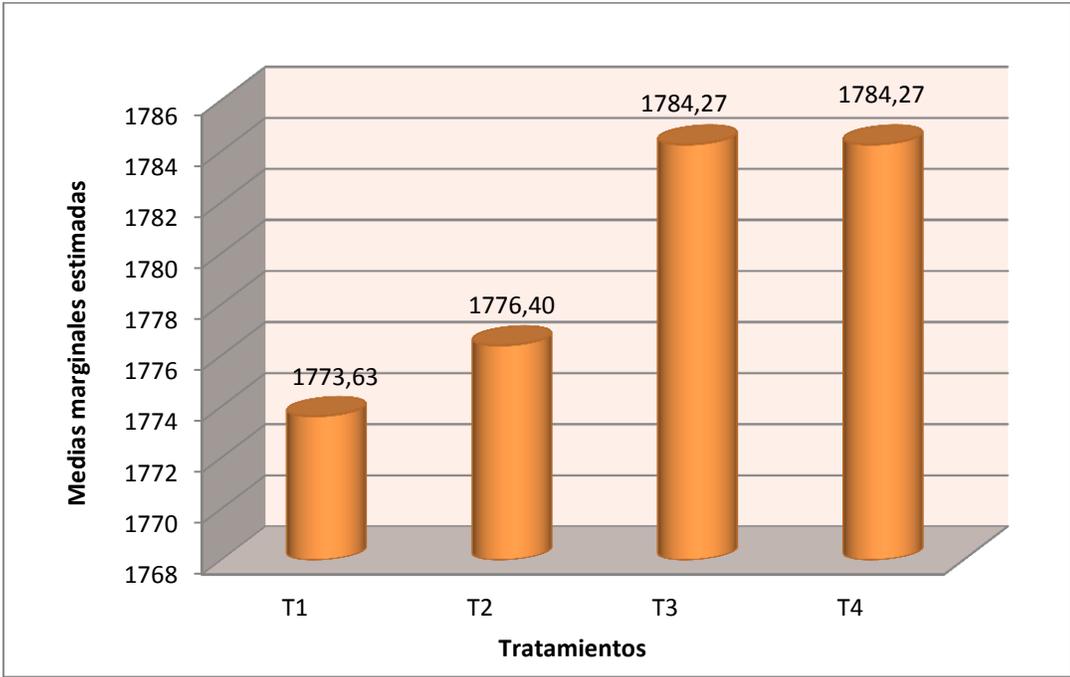


Figura 15 Promedio de ganancia de peso en la etapa de finalización

El cuadro 13 presenta el análisis de varianza para la variable ganancia de peso en la etapa de finalización, mostrando los siguientes resultados:

Cuadro 13 Análisis de varianza para ganancia de peso, etapa de finalización

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Nivel achiote	3	320,669	106,89	0,017	0,997
Error	8	50450,04	6306,255		
Total	11	50770,709			
C.V.	11.78%				

De acuerdo al cuadro 13, se obtuvo 11,78% de coeficiente de variación, lo que expresa confiabilidad en los datos obtenidos.

El análisis de varianza manifiesta que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.01$), considerando que la inclusión de harina de achiote en la dieta no influye en la variable ganancia de peso.

Al respecto el T4 (Testigo) y T3 (5%) presentaron numéricamente mayor ganancia de peso vivo, obteniendo un promedio de 1785,9 g y 1784,27 g respectivamente. Al contrario, el T 2 (3%) y T1 (1%) obtuvieron la menor ganancia de peso con un promedio de 1776,4 g y g 1773,6 g respectivamente.

También Soria (2014), obtuvo significancia en la ganancia de peso con la incorporación de harina de hoja de yuca como un aditivo de pigmentación, denotando que al T2 (2%) y T1 (1%) presentaron mayor ganancia de peso vivo con 2,763 kg y 2,735 kg respectivamente, comparando el T4 que obtuvo 2,317 kg.

Así mismo Hy – Line International (2006), señala que las aves tienden a consumir suficiente alimento para satisfacer sus necesidades de energía. En consecuencia la ganancia de peso vivo alcanzara un mejor desempeño productivo en función al consumo de alimento.

4.3. Ganancia media diaria

4.3.1. Ganancia media diaria etapa de crecimiento

La figura 16 presenta la ganancia media diaria, la cual registró datos iniciales y finales para cada etapa en relación al tiempo.

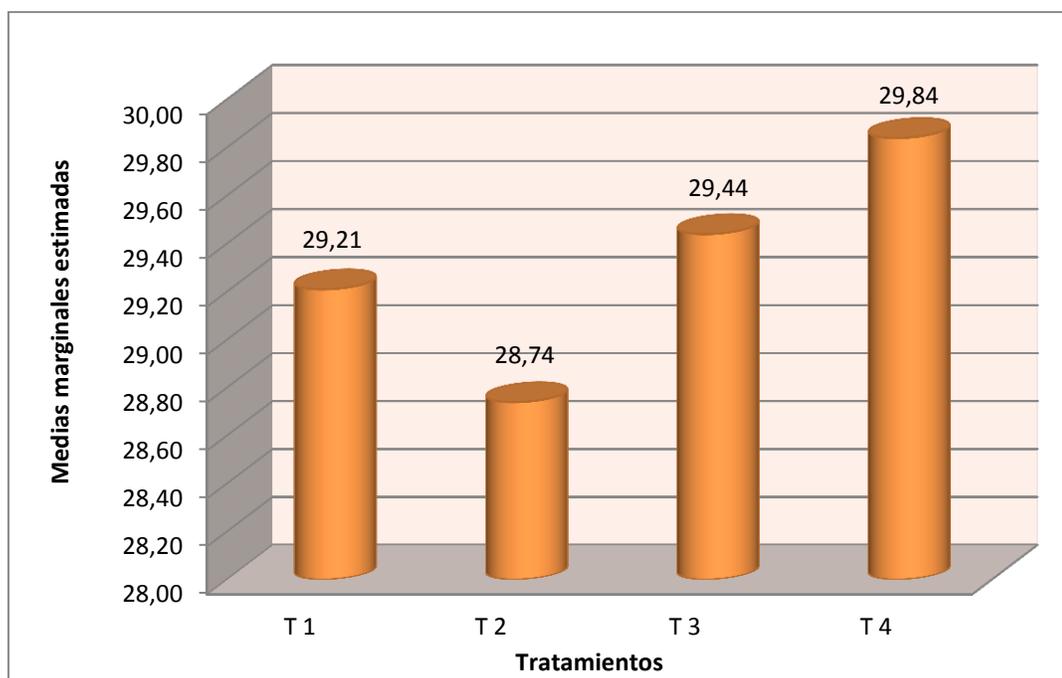


Figura 16 Ganancia media diaria en la etapa de crecimiento

De acuerdo al análisis de varianza de la variable ganancia media diaria en la etapa de crecimiento, se obtuvo los siguientes datos (Cuadro 14).

Cuadro 14 Análisis de varianza para ganancia media diaria, etapa de crecimiento.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Nivel achote	3	1,886	0,629	0,082	0,968
Error	8	61,528	7,691		
Total	11	63,414			
C.V.	9.46%				

El coeficiente de variación fue de 9,46% indicando que los datos obtenidos del experimento fueron confiables.

Respecto al análisis de varianza, este mostro que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.01$). Revelando que al incorporar diferentes niveles de harina de achiote en el balanceado este no influye en la ganancia media diaria. Por tanto, el T4 (0%), alcanzo 29,84 g de ganancia media diaria siendo el mejor promedio numérico alcanzado. Al contrario con el T2 (3%), que registro la menor ganancia media diaria con un promedio de 28,74 g.

Al respecto Alcibar (2014), no obtuvo diferencias significativas en la variable ganancia media diaria al incluir harina de achiote en una concentración de 10 % en el alimento de los pollos.

Así mismo PRODIVIN (2000), citado por Choque (2008), señala que la escasa participación de la harina de achiote no tiene efecto en la ganancia media diaria debido que en su composición se encuentra entre 4 – 5 % de carotenoides.

4.3.2. Ganancia media diaria etapa de finalización

La figura 17 muestra el promedio de la ganancia media diaria correspondiente a la etapa de finalización.

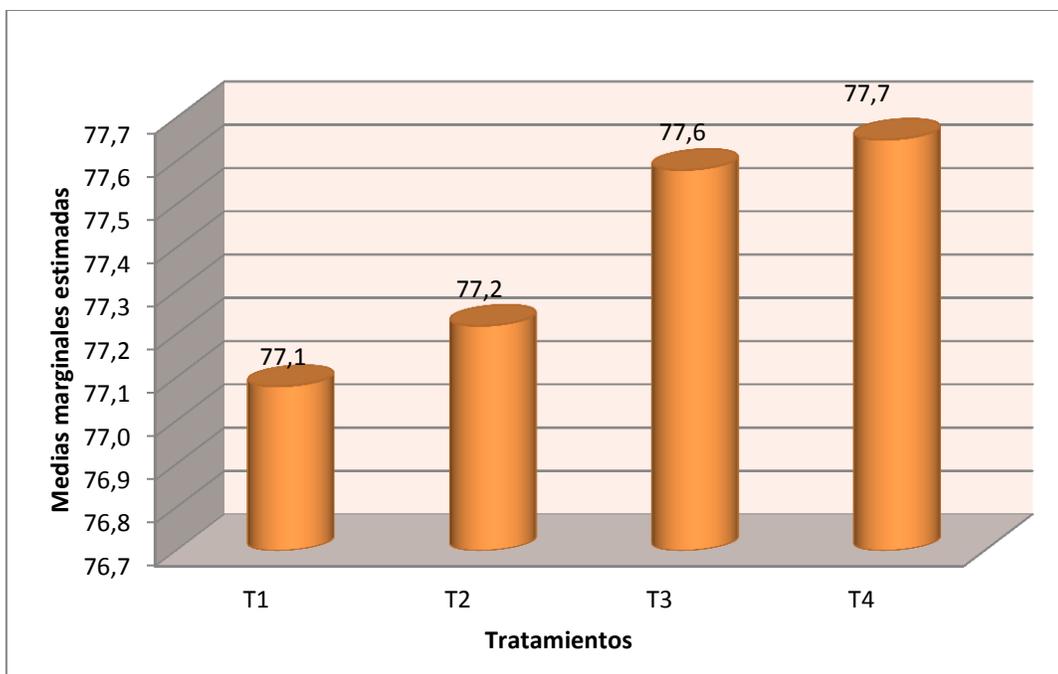


Figura 17 Promedio de la ganancia media diaria en la etapa de finalización

De acuerdo a registros obtenidos, se realizó un análisis de varianza de la variable ganancia media diaria en la etapa de finalización presentando los siguientes resultados:

Cuadro 15 Análisis de varianza para la ganancia media diaria, etapa de finalización

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Nivel achote	3	0,674	0,225	0,019	0,996
Error	8	94,57	11,821		
Total	11	95,244			
C.V.	4.44%				

El coeficiente de variación en la etapa de finalización fue de 4,44 %, expresando una confiabilidad en los datos obtenidos del experimento.

El análisis de varianza determino que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.01$). Donde, el T4 (Testigo) alcanzo un promedio de 77,7 g/día,

al contrario sin un intervalo lejano, el T1 (1%) obtuvo una ganancia media diaria de 77,1 g/día obteniendo un promedio bajo en comparación a los tratamientos.

Al igual que la presente investigación, Choque (2008) expresa que no hubo significancia entre los tratamientos con la adición de los diferentes niveles de harina de achiote, donde el T4 (3%) registra el valor más alto de GMD con 79,64 g, seguido del T3 (2%) con 79,71 g y el T 1% el que presento el valor más bajo con 76,12 g.

Así mismo Choque (2008), también evaluó tres niveles de cúrcuma en la pigmentación de la piel del pollos parrilleros, donde el nivel con 3% obtuvo la mayor ganancia media de peso con 79,19 g, al contrario el nivel de 1% obtuvo la menor ganancia media diaria con 76,32 resultados que registraron significancia en la investigación. Así mismo indica que la interacción de harina de achiote y cúrcuma en la alimentación de los pollos parrilleros no tiene efectos en la ganancia media diaria.

Por su parte Rodríguez *et.al.* (2007), obtuvo significancia en su investigación al adicionar harina de hojas de leucaena como aditivo para la pigmentación en dieta de los pollos, probando que el T3 (4%) alcanzo un promedio de 61,64 g/día, siendo el mejor de los tratamientos, al contrario el T1 (0%) con un promedio de 50,60 g/día.

4.4. Conversión alimenticia

4.4.1. Conversión alimenticia en la etapa de crecimiento

La figura 18 muestra el promedio de tratamientos de la variable conversión alimenticia, a partir de datos del consumo de alimento efectivo y el peso adquirido en la etapa de crecimiento.

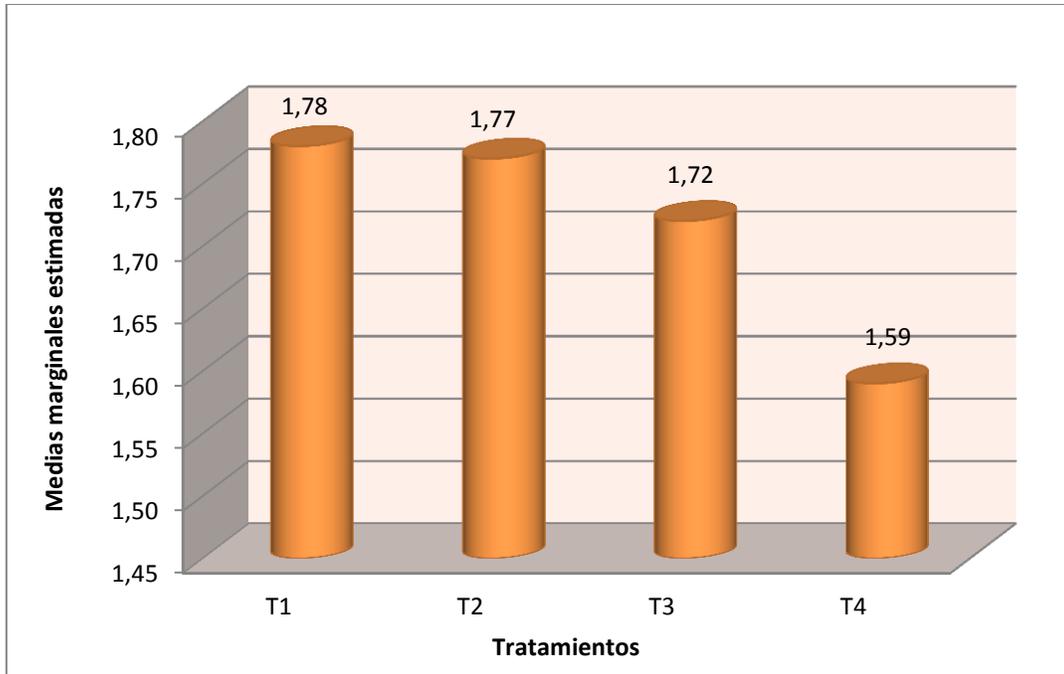


Figura 18 Promedio de la conversión alimenticia en la etapa de crecimiento

El cuadro 10 presenta el análisis de varianza de conversión alimenticia de la etapa de crecimiento, señalando que no existen diferencias significativas ($P > 0,01$) entre tratamientos, obteniendo el coeficiente de variación de 6,63% revela que los datos obtenidos para esta etapa son confiables.

Cuadro 16 Análisis de varianza para la conversión alimenticia, etapa de crecimiento

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Nivel achiote	3	0,072	0,024	1,807	0,224
Error	8	0,106	0,013		
Total	11	0,177			
C.V.	6.63%				

El análisis de varianza indica que la inclusión de harina de achiote en la ración de los pollos parrilleros durante la etapa de crecimiento no muestra diferencias significativas, sin embargo el T4 (Testigo) obtuvo el mejor rango en conversión

alimenticia, alcanzando un promedio de 1,59 g. Al contrario, el T1 (1%) obtuvo el promedio más alto con de 1,78 g.

Al respecto Altamirano (2005), al estudiar la conversión alimenticia promedio en pollos parrilleros alimentados con balanceado comercial más pigmentos a partir del día 29 al 49, se puede determinar que el tratamiento T1 (Balanceado + alfalfa) obtuvo la mejor conversión alimenticia con 2.48 g, seguido por T2 (Balanceado + xantin) con 2.62 g al contrario el T3 (Testigo) con 2.91 g obtuvo la peor conversión alimenticia. Asimismo indicó que la implementación de los aditivos para la pigmentación tuvo efectos significativos en la conversión alimenticia.

Así mismo Mendizabla (1997), expresa que la cantidad de alimento consumido tiene influencia directa en la capacidad de conversión del alimento a carne en las aves.

4.4.2. Conversión alimenticia en la etapa de finalización

En la figura 19 se presenta los resultados de conversión alimenticia en la etapa de acabado, datos obtenidos hasta el final de la valoración de los tratamientos.

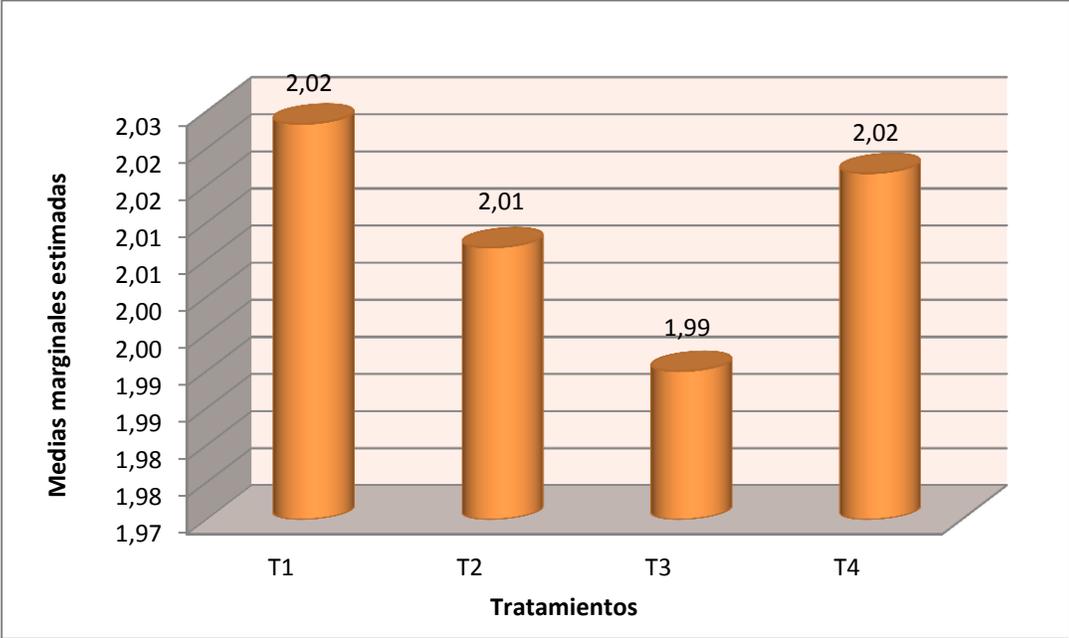


Figura 19 Promedio de conversión alimenticia en la etapa de finalización

Conforme a datos obtenidos en campo, obtuvimos el análisis de varianza como se observa en el cuadro 17.

Cuadro 17 Análisis de varianza para la conversión alimenticia, etapa de finalización

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Nivel achiote	3	0.0019	0.0014	0.47	0.7133
Error	8	0.0108	0.0013		
Total	11	0.0127			
C.V.	1,83%				

De acuerdo al cuadro 17, el coeficiente de variación es de 1,83%, indica que los datos del experimento se encuentra dentro los parámetros de confiabilidad.

El análisis de varianza evidencio que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.01$), expresando que al incorporar harina de achiote en la dieta de los pollos parrilleros no influye en la conversión alimenticia. Efectivamente, el T3 (5 %) si bien obtuvo la mejor conversión alimenticia con 1,99 g fue similar al T1 (1%) con 2.03 g.

Al respecto Choque (2008), no obtuvo diferencias significativas con la incorporación de diferentes niveles de harina de achiote y cúrcuma, además señala que la conversión alimenticia es una variable conveniente para la producción cuando su valor es bajo, el mismo incorporo niveles de harina de achiote y cúrcuma para la pigmentación de la piel del pollo parrillero, donde los niveles del T9 (2% de curcuma) y T3 (2% de achiote) alcanzaron el mejor promedio de conversión alimenticia con 2,07 g y 2,02 g respectivamente

También Soria (2014), expresa que tuvo significancia con la incorporación de harina de hoja de yuca para la pigmentación de la piel del pollo parrillero, donde el T1 (1%) obtuvo la mejor conversión alimenticia con 1,196 g al contrario el T0 (Testigo) obtuvo una alta conversión alimenticia con 1,336 g. concluyendo que las raciones con la

inclusión de harina de hoja de yuca deshidratada resultan ser palatables para los pollos parrilleros.

Así mismo Lamelas (2004), indica que la palatabilidad de alimento se ve reflejada en la eficiencia alimenticia o conversión alimenticia, mientras los índices sean más elevados existe una deficiencia en la conversión de producto animal que se necesita, es decir que esto está estrechamente relacionado con el alimento consumido, si los índices son menores entonces es menor la cantidad de alimento que animal necesita para producir el producto animal.

4.5. Peso a la canal

El peso canal es una variable importante, que mide el rendimiento del animal cuando llega a la etapa final de la producción. La figura 20 presenta los resultados de la variable peso a la canal por tratamiento

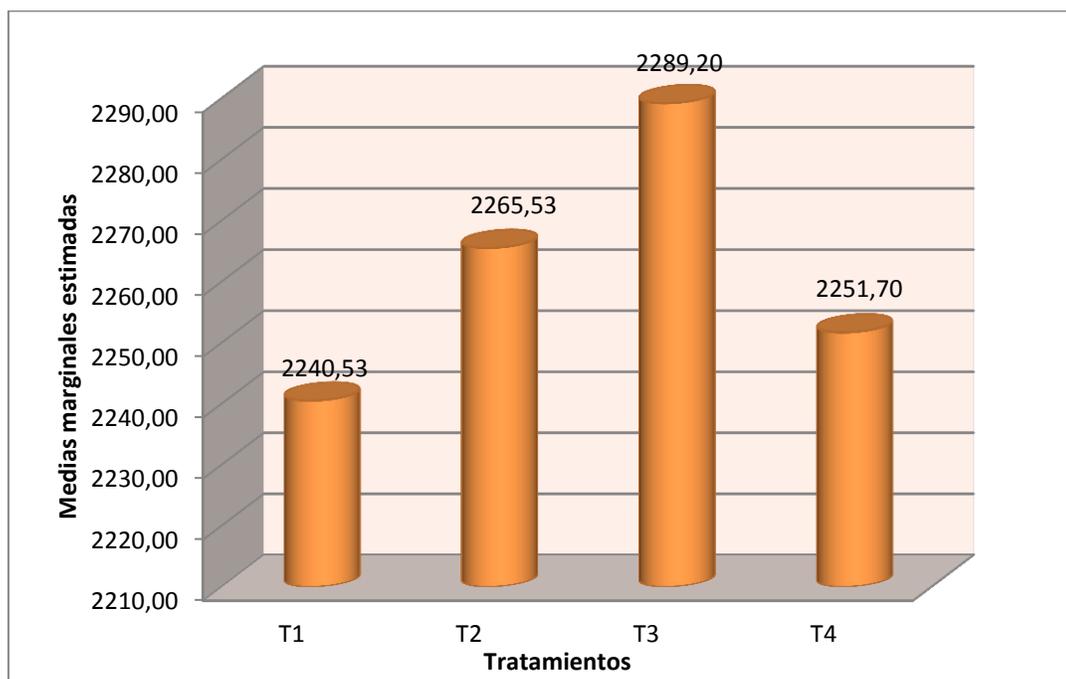


Figura 20 Promedio de peso a la canal en la etapa de finalización

El cuadro 18 muestra el análisis de varianza a un nivel de significancia de 5% esta no presenta diferencias significativas entre los tratamientos, el coeficiente de

variación anota un valor de 4,60% obteniendo confiabilidad en datos obtenidos en el peso a la canal.

Cuadro 18 Análisis de varianza para el peso a la canal

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Nivel achiote	3	3956,896	1318,965	0,576	0,647
Error	8	18319,833	2289,979		
Total	11	22276,729			
C.V.	4.60%				

De acuerdo al cuadro 18, el análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.01$). Donde destaca el T3 (5%) y T2 (3%) obtuvieron los promedios de 2289,20 g y 2265,53 g respectivamente. Al contrario el T4 (Testigo) y T1 (1%) presentaron los promedios de 2251,70 g y 2240,53 g respectivamente.

Así mismo Choque (2008), indica que al incorporar la harina de achiote para la pigmentación, no encuentra significancia en los diferentes niveles (0%, 1%, 2% y 3%) así mismo que la harina de cúrcuma en la ración de los pollos parrilleros.

También Altamirano (2005), obtuvo diferencias altamente significativas por el efecto de los pigmentos suministrados a los pollos en relación a la variable peso a la canal, donde el T1 (Balanceado + alfalfa) alcanzó un peso de 2511,53 g al contrario el T3 (Testigo) obtuvo un peso de 2232,25 g. Concluyendo que la incorporación de harina de alfalfa en la dieta de los pollos parrilleros influyen significativamente en el peso a la canal.

4.6. Grado de pigmentación

La figura 21 presenta el promedio de pigmentación por tratamiento en la etapa de finalización. Para la determinación de esta variable, se midió la pigmentación con el colorímetro de Roche obteniendo diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

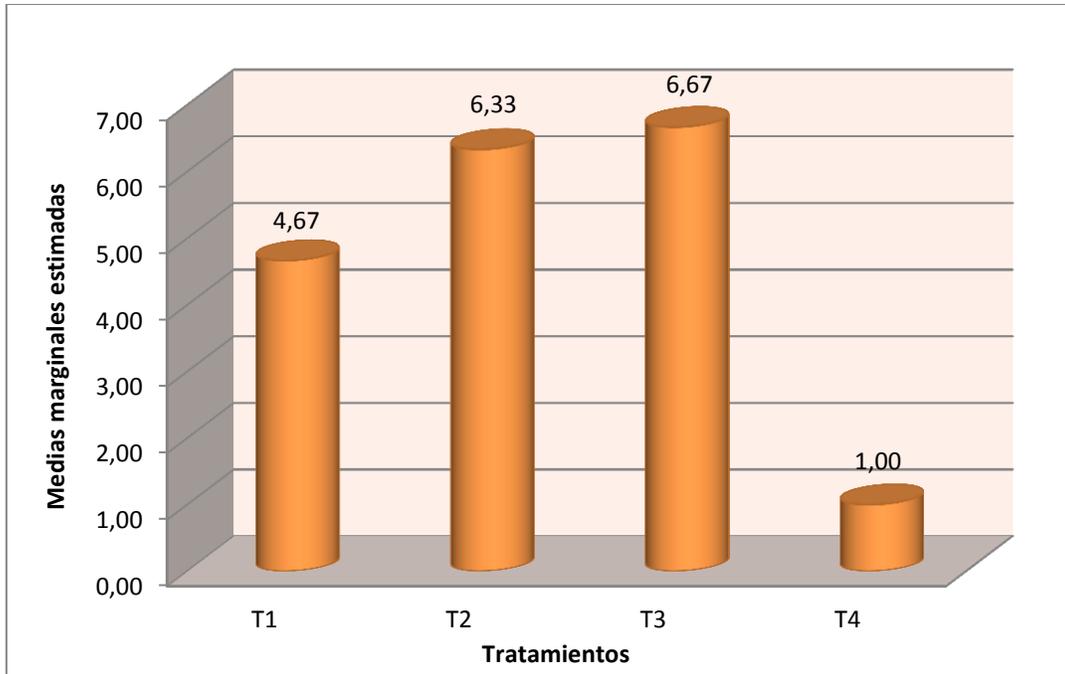


Figura 21 Promedio de grado de pigmentación en etapa de finalización

De acuerdo al análisis de varianza el grado de pigmentación en la etapa final (cuadro 19), tuvo diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los distintos niveles de achiote.

Cuadro 19 Análisis de varianza para el grado de pigmentación

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Nivel achiote	3	60,667	20,222	80,889**	0
Error	8	2	0,25		
Total	11	62,667			
C.V.	1.79%				

De acuerdo al cuadro 19, el coeficiente de variación es de 1,79 %, indicando que los datos obtenidos se encuentran dentro los parámetros de confiabilidad.

El análisis de varianza, determino que existe diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.01$), donde el T3 (5 %) y T2 (3%) con valores similares

estadísticamente obtuvieron los mejores grados de pigmentación con promedios de 6,67 y 6,33 respectivamente, respecto al T4 (testigo) que alcanzó un promedio de 1.

Por su parte Altamirano (2005), al evaluar dos aditivos (alfalfa y xantin) sobre la pigmentación de la piel del pollo parrillero, donde el T2 (balanceado + xantin) demostró una mejor coloración de la piel pollo parrillero obteniendo una coloración amarilla de la piel.

Así mismo Teeter y Wiernusz (2003), mencionados por 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 la piel. Los insumos naturales puede ser usados para producir pollos parrilleros con pigmento en la piel, pero esto resulta a menudo variable.

Cuadro 20 Prueba de comparaciones duncan para el grado de pigmentación

Tratamientos	Promedios	E.E.	Duncan
4	1	0,289	a
1	4,667	0,289	b
2	6,333	0,289	c
3	6,667	0,289	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

De acuerdo al cuadro 20, la prueba de comparaciones múltiples de Duncan muestra que existe diferencias altamente significativas entre el T4 (Testigo), T1 (1%), T2 (3%); T3 (5%), sin embargo entre los tratamientos 2 y 3 no existen diferencias significativas.

Al respecto Choque (2008), incorporo dos tipos de pigmentantes (achiote y curcuma) para la pigmentación de la piel de los pollos parrilleros, con un valor de 11,9 con el 2% de harina de curcuma. En cuanto a la combinación de pigmentos no encontró diferencias significativas con la combinación de las mismas.

También Soria (2014), obtuvo resultados similares cuando incorporo harina de hoja de yuca en diferentes niveles para la pigmentación de la piel, donde las tonalidades obtenidas por los niveles aplicados en la investigación corresponde para el 2% de harina de hoja de yuca obteniendo un valor de 5 ppm, para el 1% 4,5 ppm que según la escala propuesta por Roche llegan a niveles entre 3 y 4 al contrario el testigo corresponde a 2,7 ppm que según el colorímetro de Roche llegan a los niveles de 1 y 2.

Así mismo García *et al.* (1998), menciona que la pigmentación es un factor importante en la aceptación por los consumidores y la calidad percibida de los sub productos agrícolas. Varios trabajos han señalado su éxito con una combinación de pigmentos naturales para la coloración de la piel del pollo parrillero.

A su vez, Boada (1992), explica que los carotenoides son almacenados en los tejidos adiposos del cuerpo del animal y debido a que el animal consumió cantidades constantes antes de llegar al peso final, este fue depositado en los tejidos del animal.

4.7. Porcentaje de mortalidad

La figura 22 presenta los resultados del porcentaje de mortalidad para los niveles de cada tratamiento obtenidas en toda la etapa de la investigación.

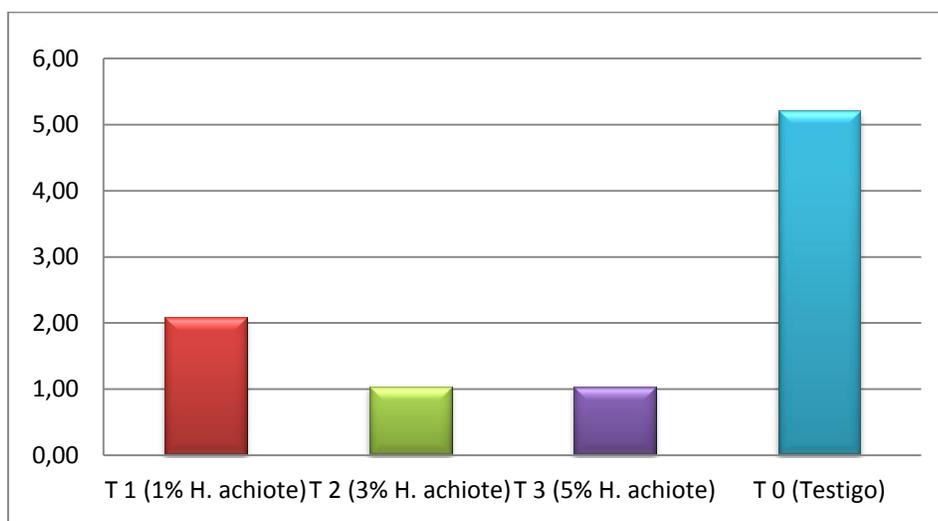


Figura 22 Porcentaje de mortalidad

Durante la investigación se aplicó la restricción de alimento con el fin de bajar el porcentaje de mortalidad por incidencia del síndrome ascítico, llegando a obtener el 9% de mortalidad, esto se debe a la altura en la que se criaron, siendo de 3450 msnm. Se observó que con el T4 (Testigo) se obtuvo el 5 % de mortalidad llegando a ser el más alto de la investigación. Al contrario el T1 (1%) y T2 (3%) alcanzaron 1% de mortalidad.

Al respecto Soria (2014), menciona que en la crianza de aves existe un porcentaje de mortalidad que varía entre 2 y 5% dependiendo de la especie, que indica que aun en esta investigación se tiene datos bajos con respecto al porcentaje de mortalidad.

Así mismo Antezana (2005), indica que la mortalidad es un fenómeno natural, si no es controlado podría ir en aumento y terminar con toda la parvada. En la crianza animal se tiene un nivel aceptable del 5% a nivel del mar. Lo que muestra que con los datos obtenidos en la investigación son elevados.

También Choque (2008), obtuvo en sus resultados utilizando 2%, 1% y 0% de cúrcuma un grado de mortalidad de 3.12, 3.15 y 3.6 % respectivamente, al contrario el T3 alcanzó la mayor incidencia de mortalidad en relación a los tratamientos en estudio.

4.8. Análisis económico

En la investigación, se hizo el análisis económico relacionado a los costos de producción donde interactúan registros de peso vivo, cantidad de alimento utilizado y costo de alimento durante la etapa de investigación.

4.8.1. Beneficio costo

El cuadro 21 expresa el análisis de la relación beneficio costo de los tratamientos en base a la harina de achiote, el T1 (1%) tuvo una relación beneficio costo de Bs 1.20, el T2 (3%) tuvo una relación beneficio costo de Bs 1.33; el T3 (5%) tuvo una relación beneficio costo de Bs 1.28 finalmente el T4 (0% de harina de achiote) tuvo una relación beneficio costo de Bs 1.24.

Cuadro 21 Detalle de costo de producción por tratamiento

Detalle	% Harina de achiote			
	T4 (0%)	T1 (1%)	T2 (3%)	T3 (5%)
I Ingresos				
Cantidad carcasa (Kg)	48,29	45,81	53,11	53,65
Precio de venta (Bs)	15	15	15	15
Total Venta	724,29	687,16	796,61	804,77
Total Ingreso	724,29	687,16	796,61	804,77
II Egresos				
Pollitos BB	115	115	115	115
Alimento de Inicio	35,5	35,5	35,5	35,5
Alimento de crecimiento	102,5	102,5	102,5	102,5
Alimento de finalización	274	274	274	274
Harina de achiote	0	13,51	40,54	67,56
Electrolitos	6,75	6,75	6,75	6,75
Transporte	25	25	25	25
Otros	25	25	25	25
Total de egresos	583,75	572,26	599,29	626,31
III Ingresos menos egresos	140,54	114,9	197,32	178,46
B/C	1,24	1,2	1,33	1,28

En relación a los ingresos y egresos se determinó que el T2 (3% de harina de achiote) alcanzó una mejor rentabilidad obteniendo beneficio costo de 1,33 expresando que por cada boliviano invertido se obtiene una ganancia de 0,33 bs; Al contrario el T4 (0% de harina de achiote) alcanzó un beneficio costo de 1,24 indicando que por cada boliviano invertido hay una ganancia de 0,24 Bs.

Al respecto Soria (2014), explica que en el caso del beneficio costo encuentra variaciones significativas entre tratamientos, donde el T1 presentó mayor beneficio costo con 1,71. Al contrario el T2 presentó un beneficio costo de 1,58.

Así mismo Choque (2008), obtuvo un beneficio costo de 1,9 del T1, estableciendo que obtuvo el mayor grado de pigmentación.

5. CONCLUSIONES

Concluido el proyecto de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- El consumo de alimento en la etapa de crecimiento demostró que existe diferencias altamente significativas, el T2 (3% de achiote) alcanzo el mayor promedio con 1627,8 g, superior T0 (Testigo) con un promedio de 1419,1 g. En la etapa de finalización no se encontró significancia con la adición de harina de achiote.
- En ganancia de peso con la incorporación de harina de achiote no hubo deferencias significativas, donde el T4 (Testigo) alcanzo un promedio de 1785,9 g siendo superior al T1 (1%) que alcanzo un promedio de 1773,6 g.
- En cuanto a la ganancia media diaria no se presentó significancia entre tratamientos, confirmando que la inclusión de 1%,2%, y 3 % de harina de achiote no influye en esta variable.
- En la conversión alimenticia, el T3 (5 %) alcanzo el mayor promedio con 1,99 g, al contrario el T1 (1%) alcanzo un menor promedio con 2.03 g. Los cuales no obtuvieron significancia en la variable.
- El peso a la canal obtuvo rendimientos aceptables, el T3 (5%) alcanzo el mayor promedio con 2289,20 g al contrario el T1 (1 %) obtuvo un promedio bajo con 2240,53 g. Mismos que no presentan diferencias significativas entre los tratamientos.
- En la pigmentación se pudo evidenciar que la inclusión de harina de achiote en ración comercial de los pollos parrilleros es efectiva, presentando tonalidades diferentes por la aplicación del pigmento, el T3 (5 %) obtuvo el mejor grado de pigmentación con un promedio de 6,67. Al contrario el T4 (testigo) obtuvo el grado más bajo entre los tratamientos con un valor de 1 en la escala del colorímetro de roche, presentando resultados altamente significativos entre los tratamientos.
- En la investigación se tuvo el 9% de mortalidad en la parvada, el T4 (Testigo) alcanzo el porcentaje más alto con 5 %, al contrario el T1 (1%) y T2 (3%)

alcanzaron 1% de mortalidad, cuyo causante fue la incidencia del síndrome ascítico.

- El análisis económico mostro que el T2 (3%) logro obtener mayor rentabilidad con 1,33 expresando que por cada boliviano invertido se tiene una ganancia de Bs 0,33, al contrario el T4 (Testigo) alcanzó un beneficio costo de 1,24 indicando que por cada boliviano invertido se percibe una ganancia de Bs 0,24.

6. RECOMENDACIONES

En base a información recopilada en campo y una post evaluación estadística, se presenta las siguientes recomendaciones:

- Realizar investigaciones con los niveles de 1%, 3% y 5% de harina de achiote para la pigmentación de la piel del pollo en diferentes pisos ecológicos.
- Basado en resultados de investigación, se recomienda el uso de harina de achiote en un nivel de 3% como fuente alternativa de carotenoides por su eficacia en la pigmentación y su rentabilidad.
- Para mejorar la palatabilidad, se recomienda evaluar la pigmentación con la precocción de la semilla de achiote. Con el fin de mejorar la palatabilidad y digestibilidad.

7. BIBLIOGRAFIA

- **ALCÁZAR, J.** 2002. Ecuaciones simultáneas y programación lineal como instrumentos para la formulación de raciones. UMSA. Ed. La Palabra Editores. La Paz, Bolivia. 49 p.
- **ALCÁZAR, J.** 2001. Bases para la Alimentación Animal, 1 ed. La Paz, Bolivia Editorial Génesis 156 p.
- **ALCOSA, S.A.** 2011 revisado en agosto 2012. Pigmentación. Disponible en: <http://www.alcosa.com.mx/pigmento.htm>
- **ALCIBAR D.** 2014. Evaluación del pigmentante natural harina de achiote (*Bixa orellana* L.) en pollos en pie. Tesis. Guayaquil, Ecuador. 83 p.
- **ALTAMIRANO D.** 2005. Evaluación de dos raciones alimenticias utilizando alfalfa, kikuyo y ray grass italiano, en la alimentación de cobayos. Tesis. Loja, Ecuador. 106 p.
- **ANTEZANA, F.** 2005. Guía de Avicultura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. Apuntes de cátedra.
- **ASOCIACIÓN DE AVICULTORES.** 1999. Memorias de 30 años. Editada en Cochabamba, Bolivia. pp. 4-7.
- **ASOCIACIÓN DE AVICULTORES.** 2001. Desarrollo de la Avicultura de Cochabamba, Cochabamba. Bolivia. 45 p.
- **ASOCIACIÓN DE AVICULTORES.** 2002. Datos estadísticos. Editada en Cochabamba, Bolivia. pp. 13-16.
- **ASOCIACIÓN DE AVICULTORES.** 2006. Guía Básica para el Manejo de Pollos de Engorde. Bolivia. 40 p.
- **AVIAGEN, L.** 2001. Ross 308. Departamento de Agricultura del Reino Unido (DEFRA). Alabama, U.S.A. pp. 42-71.
- **AVIAGEN, L.** 2007. Manual BROILER Ross 308. Disponible en: www.Aviagen.com
- **AKSU Z. AND EREN, A.** 2007. Production of carotenoids by isolated yeast of (*Rhodotorula glutinis*). Biochemical Engineering Journal, pp. 107-113.

- **APINCO.** 2000. Fisiología da Digestão e Absorsão das Aves. Ed. Marco Roberto Pinheiro. Campinas,Brasil. pp. 1-24.
- **AIESRP.** 2014. Proyecto Apoyo a la Integración Económica del Sector Rural Paraguayo. Guía práctica para el productor de pollos parrilleros. San Lorenzo. Paraguay. 47 p.
- **BLANCO, R.** 2002. Utilización de cinco niveles de múcura (*Stizolobium cinereum* Pip. Y Trac.) Para la alimentación de pollos parrilleros. Tesis.
- **BRITTON, G.** 1995. Vol. 1B: Spectropy. Edited by Britton G.
- **BOADA, B. et al.** 1992. Nutrición y alimentación animal. Tomo I. Nutrición I. Ministerio de Educación Superior. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, Cuba. 70 p.
- **BUXADE, C.** 1995. La gallina ponedora sistemas de explotación y técnicas de producción. Ed. Mundiprensa. Madrid – España. pp. 84-89.
- **CAIÑA, P.** 2001. Icochea, E., Reyna, E., Chavez, A, Casas, E. y Salinas, M. 2001. Recuento de ooquistes de eimeria sp. en cama nueva y su relación con la pigmentación en pollos de carne, Rev Inv Vet Perú. Vol. 12. disponible en http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/veterinaria/v12_n1/recuen_ooquis.htm
- **CAO** Cámara Agropecuaria del Oriente. 2003. Números de nuestra tierra: Situación de la avicultura en Bolivia. Santa Cruz, Bolivia. CD. Color.
- **CERVANTES, L.** 2000. Industria Avícola. Vol. 47. Edición Latinoamericana. Holanda. pp. 23-27.
- **CHOQUE, Y.** 2008. Evaluación de la adición de cuatro niveles de Cúrcuma (*Curcuma longa* L.) y achiote (*Bixa orellana* L.), en la ración para la pigmentación de la carne de pollos Parrilleros. Tesis. La Paz. Bolivia. pp. 41-72.
- **COSTA et al.** 2006. Efectos de la inclusión de extracto oleoso de achiote en las dietas de las gallinas ponedoras, con sustitución total o parcial de maíz con sorgo bajo en taninos. Acta Animal Science. vol. 28. pp 4.
- **CRISPIN A.** 2009. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Manual del Cultivo de Achiote *Bixa orellana* L. 67 p.

- **DE ANTON, S.** 1984. Manuales para educación agropecuaria, extensión y capacitación rurales: Extensión, Capacitación y Educación. Tercera edición. México. Editorial, Trillas. pp. 9 - 20.
- **DELGADO, S.** 2004. Incorporación de cúrcuma (*Curcuma longa*), en la ración alimenticia de carne de pollos. Pasantía de la facultad de agronomía. UMSA, La Paz, Bolivia. pp. 8 – 73.
- **FENDA**, (Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal). 2007. Madrid, España. Disponible en: <http://www.fenda.org.esp.des.ntric/animal.http>.
- **FERNANDEZ, L. 2003.** Estudio de la carne de pollos en tres dimensiones, valor nutricional, representación social y formas de preparación, Trabajo de Investigación Final. Facultad de Medicina, Instituto Universitario de Ciencias de la Salud, Buenos Aires, Argentina.
- **FERNÁNDEZ, L.** 2014. Púrpura. Del mercado al poder. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España, p.314.
- **HY- LINE INTERNATIONAL.** 2006. Guía de manejo comercial de la variedad Brown. U.S.A. 7 p.
- **HUDON, J.** 1994. Showines carotenoids and captivity. pp. 218 – 221.
- **INFOAGRO.** 2002. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. Unidad de Desarrollo Rural Sostenible (IICA - GTZ). Bolivia. pp: 3-4
- **JARAMILLO, A.** 2011. Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde. Tesis. Ibagué, Colombia.
- **LAMELAS, K.** 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Dirección de Ganadería, Area Avícola. Trabajo presentado en el 5º Seminario Internacional de Ciencias Avícolas organizado en el marco de la Expo Avícola 2004 en Conjunto con Porcinos. Bs. As., noviembre.
- **LANG, M.** 1987. A review of eggshell pigmentation. Worlds Pootry Sci. p. 238-246.
- **LÓPEZ, C.** 2000. Exigencias Nutricionales para pollos de engorde en Zonas Tropical Caliente y Zona Templada Alta. In.- Memorias, Tercer Seminario Internacional en Ciencias Avícolas. AMEVEA. Santa Cruz, Bolivia. pp. 52- 63

- **MANZANEDA F.** 2010. Manual Técnico. Cultivo de achiote. La Paz, Bolivia. pp. 2 - 4.
- **MANUAL DE MANEJO DE POLLO DE ENGORDE ROSS** (2002)
- **MARTÍNEZ, A.** 2010. Evaluación del crecimiento celular y de los pigmentos obtenidos de la microalga *Haematococcus pluvialis* (chlorophyta: volvocales) Cultivada en diferentes medios. Tesis. México. pp. 3-5.
- **MELARA, J. et al.** 2010. Diseño de un plan de negocios para la creación de una granja avícola de la especie gallina india auto sostenible en la asociación cooperativa zapotepeque de r. L. Caserío milagro de la roca cantón primavera municipio de quezaltepeque departamento de la libertad. El Salvador. p. 3. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/543/1/10136060.pdf>.
- **MCCOY, M.** 1999. Astaxanthin market a hard one to crack. Chemical Engineering
- **MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO.** 2003. Bolivia Competitiva. Sistema Boliviano de Productividad y Competitividad, 53 - 55 p.
- **MUÑOZ, D. et. al.** 2000. Evaluación de la pigmentación cutánea del pollo de engorda alimentado con diferentes niveles de energía metabolizarle. Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola de la FMVZ UNAM. Departamento de Producción Animal: Aves de la FMVZ-UNAM. News, April, v. 5. pp. 15-17.
- **NIXON, J.** 1985. Naturally occurring pterins. In: Folates and pterins, Blaxley and Benkovic (Eds.) John Wiley y Sons, 2:1.
- **OCHOA, R.** 2009. Diseños experimentales. Primera edición. La Paz, Bolivia. 388 p.
- **PRIMO, E.** 1995. Química orgánica básica y aplicada de la molécula a la industria. Tomo III. Barcelona. Edit. Reverte. 864 p.
- **QUINTANA, J.** 1999. Aviatecnica, manejo de las aves domésticas más comunes. Editorial Trillas, 384 p. México DF, México. s.p.
- **RIVERA, W.** 2005. Uso de Pigmentos en Producción Avícola. (diapositivas). 20 diapositivas. Color.
- **ROSSBREEDERS A.** 2000. Manual de manejo del pollo de engorde. 30 p.

- **ROMERO, E.** 2014. Utilización de harina de alfalfa (*Medicago sativa*) como pigmentante en el engorde de pollos parrilleros. Tesis. Machacala, Ecuador. pp. 18 – 34.
- **RODRÍGUEZ I.** 2007. Respuesta de la harina de hojas de (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de pollos de engorde. Tesis. Trujillo, Venezuela. 78.
- **SÁNCHEZ, M.** 1965. Agricultura Tropical: El achiote. Colombia. pp. 224-227.
- **SEAGRO** – Soporte Técnico 2005.
- **SENAMHI,** 2010. Boletín Meteorológico del Departamento de La Paz. 2012.
- **SORIA, R.** 2014. Efecto de dos niveles de hoja deshidratada de yuca (*manihot esculenta*) en la pigmentación de pollos de engorde de la línea Ross 308 en la comunidad apinguela (provincia sud yungas). Tesis. La Paz, Bolivia. 84 p.
- **SOTELO,** 2014. Fotosíntesis. Universidad Nacional Argentina. exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Guiadeestudiofotosintesis.pdf. p.5.
- **TOYOMIZU, M. et al.** 2001. Effects of dietary Spirulina on meat color in muscle of broiler chickens. British poultry Science. pp. 197-202.
- **THAXTON,** 2000. Model of Physiological stress in chickens 1. Responses parameters. Poultry Science 79. pp. 363 - 369.
- **VALLEJOS, T.** 2012. Efecto de dos niveles de estevia (*Stevia rebaudiana*) como promotor de crecimiento para pollos parrilleros de la línea Ross en la comunidad de Apinguela, provincia sud yungas. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de agronomía. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia. 67 p.
- **ZEVALLOS, R. et al.** (2008), C.P. Costos de Producción de Pollo Parrillero en Clima Subtropical. Provincia Andrés Ibáñez, Departamento Santa Cruz Facultad De Ciencias Veterinarias, UAGRM.

Páginas y artículos consultados:

- <http://www.avipunta.com>: 9
- <http://www.elsitioavicola.com/articles/2428/efectos-de-eimeria-en-la-pigmentacion-de-los-pollos#sthash.A5atZtvB.dpuf>
- <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfPesAB/pigmentantes-naturais-aves>
- <http://bmeditores.com/pigmentacion-en-la-industria-avicola/>

- <http://www.avicultura.com/libros/BG-C1.pdf>
- <http://www.fenda/org.es.des.ntric/animal.pdf>
- <http://www.chapingo.mx/zootecnia/assets/12rivera.pdf>
- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1093/13/UPS-CT002082.pdf>
- http://www.adascz.com/Recursos/est_1.jpg

ANEXOS:

Anexo 1 Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de inicio



INICIO PARRILLERO

Proteína total	23,14
Fibra	3,69
Grasa	5,62
Humedad	12,01
Cenizas	6,73
Hidratos de carbono	48,82

ENERGIA METABOLIZABLE

3377,30 Kcal/Kl

Anexo 2 Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de crecimiento

CRECIMIENTO PARRILLERO

Proteína total	22.17
Fibra	3.81
Grasa	5.07
Humedad	11.91
Cenizas	8.46
Hidratos de carbono	48.61

ENERGIA METABOLIZABLE

3285.10 Kcal/kg



Anexo 3 Valores nutricionales de alimento balanceado, etapa de finalización

ENGORDE PARRILLERO

Proteína total	21,14
Fibra	2,97
Grasa	3,46
Humedad	11,76
Cenizas	7,27
Hidratos de carbono	53,41

ENERGIA METABOLIZABLE

3308,20 Kcal/kg

ALIMENTOS BALANCEADOS
"CAYCO"
Calidad y Confianza

Anexo 4 División unidades experimentales



Anexo 5 Llegada y recepción de pollitos BB



Anexo 6 Inicio de la investigación (epata de crecimiento)



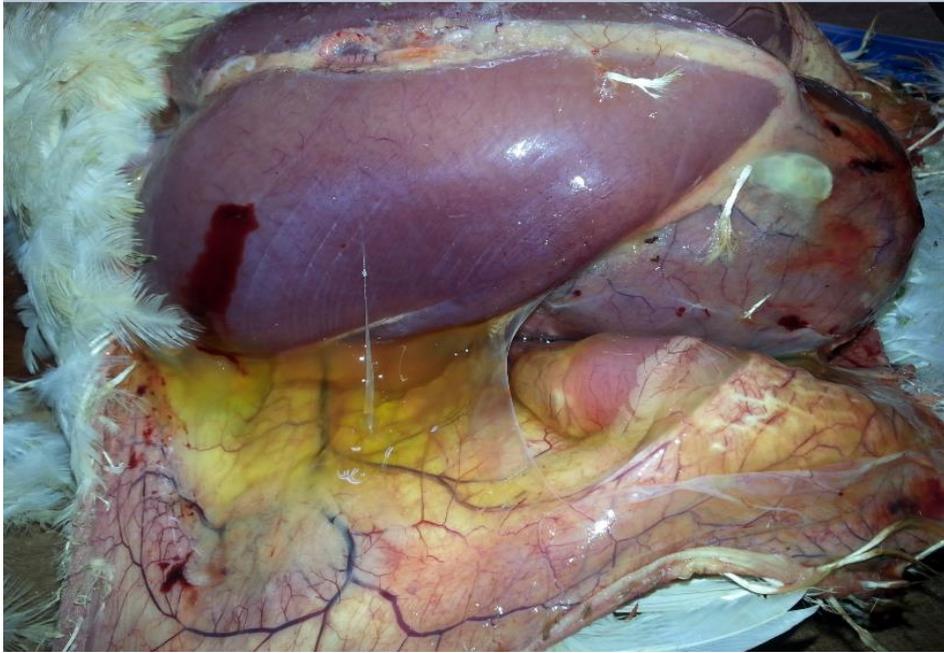
Anexo 7 Pollos parrilleros con respectiva alimentación, etapa de finalización



Anexo 8 Deteccion de síndrome ascítico



Anexo 9 Disección de pollo muerto



Anexo 10 Colorímetro de Roche



Anexo 11 Consumo de alimento durante la investigación

tra. 1	1	7,10	60,40	100,50	120,50	210,00	290,00	361,00	455,00	303,00	120,00	258,00	765,00	865,00
	2	7,10	60,40	100,50	120,50	160,00	250,00	390,00	415,00	297,00	120,00	258,00	765,00	865,00
	3	7,10	60,40	100,50	120,50	170,00	315,00	390,00	395,00	303,00	114,00	258,00	765,00	865,00
trat. 2	1	7,10	60,40	100,50	120,50	210,00	315,00	370,00	455,00	303,00	120,00	258,00	765,00	865,00
	2	7,10	60,40	100,50	120,50	210,00	295,00	357,00	405,00	291,00	120,00	258,00	765,00	865,00
	3	7,10	60,40	100,50	120,50	155,00	315,00	372,00	455,00	303,00	112,00	258,00	765,00	865,00
trat. 3	1	7,10	60,40	100,50	120,50	195,00	275,00	365,00	455,00	279,00	120,00	258,00	765,00	865,00
	2	7,10	60,40	100,50	120,50	155,00	315,00	335,00	455,00	285,60	113,00	258,00	765,00	865,00
	3	7,10	60,40	100,50	120,50	170,00	290,00	355,00	455,00	303,00	120,00	258,00	765,00	865,00
trat 0	1	7,10	60,40	100,50	120,50	160,00	290,00	335,00	310,00	303,00	120,00	258,00	765,00	865,00
	2	7,10	60,40	100,50	120,50	150,00	265,00	327,00	345,00	291,00	110,00	258,00	765,00	865,00
	3	7,10	60,40	100,50	120,50	155,00	277,50	331,00	380,00	283,20	120,00	258,00	765,00	865,00

Anexo 12 Mortalidad durante la investigación

tra. 1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
trat. 2	1	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
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
trat. 3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	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
trat 0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0