

# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIAL

**“ESTUDIO DEL EFECTO DE SUSTITUIR AL MAÍZ (*Zea mais*) POR  
HARINA DE ALGARROBA (*Prosopis pallida*) EN DIFERENTES  
PORCENTAJES EN LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO PARA  
LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS BROILERS”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
AGROINDUSTRIAL**

**DENISSE MARIA RIVAS NAVIA**

([dema\\_rivas@yahoo.com.mx](mailto:dema_rivas@yahoo.com.mx))

**DIRECTOR: ING. PABLO MONCAYO**

([pmoncayo@udla.edu.ec](mailto:pmoncayo@udla.edu.ec))

**CODIRECTORA: ING. NEYDA ESPÍN**

([neyda.espin@epn.edu.ec](mailto:neyda.espin@epn.edu.ec))

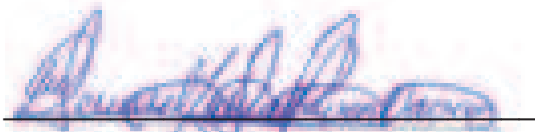
**Quito, junio 2013**

© Escuela Politécnica Nacional 2013  
Reservados todos los derechos de reproducción

## DECLARACIÓN

Yo, Denisse María Rivas Navia, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

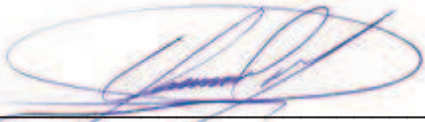
La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Denisse María Rivas Navia

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Denisse María Rivas Navia, bajo mi supervisión.



---

Ing. Pablo Moncayo  
**DIRECTOR DE PROYECTO**



---

Ing. Neyda Espín  
**CODIRECTORA DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTOS**

La gratitud es una de las virtudes que hace grande a los hombres, por esta razón quiero dejar constancia de mi agradecimiento:

A Dios, que ha sido mi soporte y guía brindándome cada día las fuerzas necesarias para culminar mis metas personales.

A mis padres, Manuel y Julieta que con su amor incondicional y sabios consejos me han apoyado siempre en el camino de mi vida.

A mi esposo Julio y a mi hijo Adrián que me han brindado su amor y apoyo en todo momento e hicieron que el camino, aunque difícil que pareciera, tuviera un final satisfactorio.

A mis hermanos Denny, Erwin, Luis, Manuel y Jorge por estar siempre alentándome y brindándome su apoyo para continuar.

A la Escuela Politécnica Nacional y al cuerpo de docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial por brindarme los conocimientos y enseñanzas dentro y fuera de las aulas de clases.

A mi director de tesis, Ing. Pablo Moncayo por su acertada dirección en esta investigación, su paciencia y consejos.

A los distinguidos docentes Ing. Neyda Espín e Ing. Luis Rodríguez, miembros del tribunal por el apoyo y asesoría brindada en el desarrollo de este trabajo de tesis

A mis amigas y compañeras, Helena, Patricia, Malena y Silvia que con sus frases de aliento y motivación me apoyaron en todo el transcurso de mi carrera.

Denisse Rivas Navia

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación representa el esfuerzo y sacrificio durante mi vida estudiantil por tal motivo esta tesis va dedicada a:

A Dios por guiarme en mi vida diaria y por darme la fortaleza para cumplir uno de mis anhelos.

Con mucho amor a mis padres Manuel y Julieta quienes han sabido encaminarme por el camino del bien con sus sabios consejos, por su cariño y apoyo incondicional en los buenos y malos momentos que han marcado mi vida, permitiéndome llegar exitosamente a cada una de mis metas planteadas, este trabajo es un regalo a su esfuerzo y sacrificio.

A mi esposo Julio que con su amor y comprensión ha sido mi empuje y fortaleza para la culminación de esta etapa de mi vida.

A mi hijo Adrián que con su inocencia y cariño, alegra cada día mi vida dejando huellas imborrables en mi mente y en mi corazón

A mis hermanos y familiares que siempre estuvieron apoyándome día a día

Denisse Rivas Navia

## TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b>	<b>VIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>X</b>
<b>1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>1</b>
1.1 Avicultura	1
1.1.1 Identificación taxonómica de los pollos de engorde	2
1.1.2 Características morfológicas del pollo de engorde	2
1.1.3 Manejo de pollos de engorde.	3
1.1.3.1 Instalaciones	4
1.1.3.2 Equipos	5
1.1.3.3 Factores ambientales	6
1.1.3.4 Crianza de pollos de engorde	9
1.1.3.5 Sanidad	13
1.2 Alimentación de pollos	14
1.2.1 Necesidades nutricionales	15
1.2.1.1 Proteínas	16
1.2.1.2 Carbohidratos	17
1.2.1.3 Grasas	17
1.2.1.4 Minerales	18
1.2.1.5 Vitaminas	18
1.2.1.6 Energía metabolizable	20
1.2.1.7 Agua	20
1.3 Propiedades del algarrobo	21
1.3.1 Antecedentes generales del género <i>prosopis</i> .	21
1.3.2 Importancia y usos del algarrobo	22
1.3.3 Fruto de algarrobo	23
1.3.4 Características nutricionales de los frutos.	24
<b>2 PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>26</b>
2.1 Ubicación del ensayo	26
2.1.1 Materiales	27
2.1.2 Manejo del experimento	28
2.2 Elaboración de harina de algarroba	30
2.3 Formulación de balanceados	32
2.4 Diseño experimental	35

2.5	Descripción de las variables de estudio	36
2.5.1	Incremento de peso (IP)	36
2.5.2	Consumo promedio de alimento (CA)	36
2.5.3	Conversión alimenticia (IC)	37
2.5.4	Índice de mortalidad (M)	37
2.6	Determinación de la relación Beneficio - Costo	38
<b>3</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>40</b>
3.1	Evaluación nutricional de la harina de algarroba	40
3.2	Evaluación nutricional de los balanceados	41
3.2.1	Composición nutricional de las dietas de la fase de inicio	42
3.2.2	Composición nutricional de los balanceados de la fase de engorde	43
3.3	Evaluación de las variables de estudio	44
3.3.1	Incremento de peso	44
3.3.1.1	Incremento semanal de peso en la etapa de inicio	44
3.3.1.2	Incremento de peso en la etapa de engorde	49
3.3.2	Consumo de alimento	53
3.3.2.1	Consumo de alimento de la etapa de inicio	53
3.3.2.2	Consumo de alimento de la etapa de engorde	55
3.3.3	Conversión alimenticia	58
3.3.3.1	Conversión alimenticia de la etapa de inicio	58
3.3.3.2	Conversión alimenticia de la etapa de engorde	60
3.3.4	Índice de mortalidad	63
3.3.5	Evaluación general del experimento	67
3.4	Evaluación económica	69
3.4.1	Costo de las dietas	69
3.4.1.1	Costo de los balanceados de la etapa de inicio	69
3.4.1.2	Costo de los balanceados de la etapa de engorde	70
3.4.1.3	Costo total por tratamiento	70
3.4.2	Presupuestos parciales	71
3.4.3	Análisis de dominancia	72
3.4.4	Beneficio – Costo	73
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>75</b>
4.1	Conclusiones	75
4.2	Recomendaciones	76
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>77</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>86</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1.</b> Número de aves/ m <sup>2</sup> de acuerdo al clima	4
<b>Tabla 1.2.</b> Niveles de amoniaco en partes por millón y signos	7
<b>Tabla 1.3.</b> Distribución de comederos y bebederos por número de pollos	12
<b>Tabla 1.4.</b> Necesidades de espacio	12
<b>Tabla 1.5.</b> Consumo de alimento para broilers por edad.	15
<b>Tabla 1.6.</b> Requerimientos nutricionales para pollos broilers	16
<b>Tabla 1.7.</b> Funciones de las vitaminas en las aves, efectos, y cantidad recomendada en la alimentación	19
<b>Tabla 1.8.</b> Consumo diario de agua para 1000 pollitos de acuerdo a la temperatura	21
<b>Tabla 1.9.</b> Composición química de la algarroba	24
<b>Tabla 1.10.</b> Composición en aminoácidos esenciales de la algarroba (g/16g n)	25
<b>Tabla 2.1.</b> Porcentaje de sustitución de maíz por harina de algarroba para cada tratamiento	32
<b>Tabla 2.2.</b> Formulación de 100 kg de balanceado	32
<b>Tabla 2.3.</b> Formulación para 100 kg de balanceado experimental para cada tratamiento en la etapa de inicio	33
<b>Tabla 2.4.</b> Formulación para 100 kg de balanceado experimental para cada tratamiento en la etapa de engorde	33
<b>Tabla 2.5.</b> Métodos utilizados en el análisis bromatológico	34
<b>Tabla 3.1.</b> Análisis bromatológico de la harina de algarroba y del maíz	40
<b>Tabla 3.2.</b> Composición nutricional de cada dieta experimental de la etapa de inicio	42
<b>Tabla 3.3.</b> Composición nutricional de cada dieta experimental de la etapa de engorde	43
<b>Tabla 3.4.</b> Peso corporal promedio durante la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo)	45
<b>Tabla 3.5.</b> Análisis de la varianza del peso corporal en la etapa de inicio	45
<b>Tabla 3.6.</b> Promedio del incremento de peso en la etapa de inicio	47
<b>Tabla 3.7.</b> Análisis de la varianza del incremento de peso en la etapa de inicio	47
<b>Tabla 3.8.</b> Peso corporal promedio durante la etapa de engorde (22-42 días) (g/pollo)	49
<b>Tabla 3.9.</b> Análisis de la varianza del peso corporal promedio en la etapa de engorde	49
<b>Tabla 3.10.</b> Promedio del incremento de peso en la etapa de engorde	51
<b>Tabla 3.11.</b> Análisis de varianza del incremento de peso en la etapa de engorde	52
<b>Tabla 3.12.</b> Consumo de alimento promedio por semana en la etapa de inicio (1- 21 días) (g/pollo)	53
<b>Tabla 3.13.</b> Análisis de varianza para consumo de alimento promedio de la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo)	54

<b>Tabla 3.14.</b> Consumo de alimento promedio por semana en la etapa de engorde (22-42 días) (g/pollo)	56
<b>Tabla 3.15.</b> Análisis de varianza para consumo de alimento promedio de la etapa de engorde (22 – 42 días) (g/pollo)	56
<b>Tabla 3.16.</b> Índice de conversión alimenticia de la etapa de inicio (1-21 días)	58
<b>Tabla 3.17.</b> Análisis de varianza del índice de conversión alimenticia de la etapa de inicio (1-21 días)	59
<b>Tabla 3.18.</b> Índice de conversión alimenticia de la etapa de engorde	61
<b>Tabla 3.19.</b> Análisis de varianza del índice de conversión alimenticia de la etapa de inicio (1-21 días)	61
<b>Tabla 3.20.</b> Promedio de aves muertas y porcentaje de mortalidad del experimento (1-42 días)	63
<b>Tabla 3.21.</b> Número de pollos muertos por tratamientos y las causas de muerte	65
<b>Tabla 3.22.</b> Resultados de los pesos promedio por semana, incremento de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad del experimento (1 – 42 días)	68
<b>Tabla 3.23.</b> Costo de la dieta de la etapa de inicio por tratamiento.	69
<b>Tabla 3.24.</b> Costo de la dieta de la etapa de engorde por tratamiento.	70
<b>Tabla 3.25.</b> Costo en dólares del total de cada dieta por tratamiento	71
<b>Tabla 3.26.</b> Análisis de presupuestos parciales del experimento	72
<b>Tabla 3.27.</b> Análisis de dominancia de los costos de alimentación de cada dieta por tratamiento que se utilizaron en el experimento	73
<b>Tabla 3.28.</b> Análisis beneficio costo de cada tratamiento del experimento	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.1.</b> Foto de un árbol de algarrobo	22
<b>Figura 1.2.</b> Vainas de <i>prosopis pallida</i>	23
<b>Figura 2.1.</b> Diagrama de bloques para la obtención de harina de algarroba	31
<b>Figura 2.2.</b> Distribución de tratamientos durante las repeticiones en el galpón	35
<b>Figura 3.1.</b> Promedio de peso corporal durante la etapa de inicio	46
<b>Figura 3.2.</b> Incremento de peso durante la etapa de inicio	48
<b>Figura 3.3.</b> Promedio de peso corporal durante la etapa de engorde	50
<b>Figura 3.4.</b> Incremento de peso durante la etapa de engorde	52
<b>Figura 3.5.</b> Consumo de alimento por tratamiento y por semana de la etapa de inicio	55
<b>Figura 3.6.</b> Consumo de alimento por tratamiento y por semana de la etapa de engorde	57
<b>Figura 3.7.</b> Índice de conversión alimenticia en la etapa de inicio	60
<b>Figura 3.8.</b> Índice de conversión alimenticia en la etapa de engorde	62
<b>Figura 3.9.</b> Porcentaje de mortalidad por tratamiento durante el experimento (1-42 días)	64
<b>Figura 3.10.</b> Porcentaje de mortalidad por tratamiento y por causas de muerte	66
<b>Figura 3.11.</b> Relación entre el incremento de peso y el índice de conversión alimenticia	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO I</b>	
Vacunas suministradas a los pollitos	87
<b>ANEXO II</b>	
Harina de Algarroba	88
<b>ANEXO III</b>	
Formato de registros de pesos	89
<b>ANEXO IV</b>	
Formato de registros de consumo de alimento	90
<b>ANEXO V</b>	
Formato de registro de mortalidad	91
<b>ANEXO VI</b>	
Registro de pesos promedios del tratamiento T1 en la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo)	92
<b>ANEXO VII</b>	
Registro de pesos promedios del tratamiento T2 en la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo)	93
<b>ANEXO VIII</b>	
Registro de pesos promedios del tratamiento T3 en la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo)	94
<b>ANEXO IX</b>	
Registro de pesos promedios del tratamiento T4 en la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo)	95
<b>ANEXO X</b>	
Registro de pesos promedios del tratamiento T1 en la etapa de engorde (21-42 días) (g/pollo)	96
<b>ANEXO XI</b>	
Registro de pesos promedios del tratamiento T2 en la etapa de engorde (21-42 días) (g/pollo)	97
<b>ANEXO XII</b>	
Registro de pesos promedios del tratamiento T3 en la etapa de engorde (21-42 días) (g/pollo)	98
<b>ANEXO XIII</b>	
Registro de pesos promedios del tratamiento T4 en la etapa de engorde (21-42 días) (g/pollo)	99

**ANEXO XIV**

Consumo de alimento del tratamiento T1 en la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo) 100

**ANEXO XV**

Consumo de alimento del tratamiento T2 en la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo) 101

**ANEXO XVI**

Consumo de alimento del tratamiento T3 en la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo) 102

**ANEXO XVII**

Consumo de alimento del tratamiento T4 en la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo) 103

**ANEXO XVIII**

Consumo de alimento del tratamiento T1 en la etapa de engorde (21-42 días) (g/pollo) 104

**ANEXO XIX**

Consumo de alimento del tratamiento T2 en la etapa de engorde (21-42 días) (g/pollo) 105

**ANEXO XX**

Consumo de alimento del tratamiento T3 en la etapa de engorde (21-42 días) (g/pollo) 106

**ANEXO XXI**

Consumo de alimento del tratamiento T4 en la etapa de engorde (21-42 días) (g/pollo) 107

**ANEXO XXII**

Registro de mortalidad por tratamientos en la etapa de inicio (1-21 días) 108

**ANEXO XXIII**

Registro de mortalidad por tratamientos en la etapa de engorde (21-42 días) 109

**ANEXO XXIV**

Costo de 1 kg de alimento de etapa de inicio por cada tratamiento (USD) 110

**ANEXO XXV**

Costo de 1 kg de alimento de etapa de engorde por cada tratamiento (USD) 111

## RESUMEN

Dentro de una explotación avícola, la alimentación constituye cerca del 75% de los costos de producción, razón por la cual se hace imperante investigar nuevas alternativas sustentables para disminuir la dependencia a las materia primas tradicionales como el maíz, por fuentes no tradicionales, para obtener una disminución en los costos de producción y lograr una avicultura rentable y viable.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la sustitución parcial del maíz (*Zea mays*) por harina de algarroba (*Prosopis pallida*) en la alimentación de pollos broilers, en las etapas de inicio y engorde.

Se utilizaron 240 pollos de raza Ross, de un día de edad, para evaluar el efecto de distintos niveles de inclusión de harina de algarroba. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos: T1 (100% maíz), T2 (75% de maíz + 25% harina de algarroba), T3 (50% maíz + 50% harina de algarroba), T4 (25% maíz + 75% harina de algarroba), y tres repeticiones por tratamiento; se determinó el comportamiento de las variables: peso corporal, incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en las etapas de inicio y engorde o finalización.

Al evaluar la variable peso promedio, en la fase de inicio no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ ), en la fase de engorde existieron diferencias significativas  $p > 0,05$  y  $p > 0,01$ ; el tratamiento testigo T1 fue superior a los demás tratamientos (2 200,53 g/pollo), y el tratamiento T2 con sustitución del 25% de maíz por harina de algarroba influyó positivamente en el desarrollo de los pollos, se obtuvo el mejor peso promedio en comparación con los tratamientos que tuvieron inclusión de harina de algarroba (2 007,47 g/pollo).

Para la variable consumo de alimento no existieron diferencias estadísticas ( $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ ) durante las dos etapas del experimento. El tratamiento con

mayor inclusión de harina de algarroba, T4, presentó el mayor consumo 4 284,96 g/pollo, y el tratamiento testigo T1 presentó el menor consumo 3 900,99 g/pollo.

Con respecto a los tratamientos que tienen harina de algarroba, el índice de conversión (IC) para el tratamiento T2 fue el mejor, 2,01; sin embargo, este no superó al tratamiento testigo (T1) que obtuvo un IC de 1,81.

A medida que aumentó la inclusión de harina de algarroba, se incrementó el índice de mortalidad, existieron altos porcentajes de mortalidad en los tratamientos T3 y T4 con el 10 y 13,50% respectivamente, debido a factores nutricionales y medio ambientales. El menor índice de mortalidad presentó el T1, 3,33%.

En el análisis económico, el costo de las dietas disminuyó a medida que se incrementó la harina de algarroba, el costo total del tratamiento T4 fue de 56,27 USD.y del T1 fue de 65,42 USD. A pesar que T4 presentó el menor costo, el beneficio/costo fue de 0,90 lo que lo hace económicamente inviable. El T1 presentó un beneficio/costo de 1,13; por lo que es el tratamiento económicamente viable, seguido por el T2 que tuvo un beneficio/costo de 1,00.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las políticas actuales de globalización, se hace imperante que cualquier industria sea competitiva en todos los aspectos y, entre estos aspectos, quizás los de mayor importancia son la relación costo beneficio. En la industria avícola, una de las limitantes en la producción de aves es la alimentación, debido a que dicho insumo representa entre el 75 al 80% del costo total de la producción (Rodríguez, 2009).

Los insumos tradicionales utilizados en elaboración de las dietas para pollos, tienen la tendencia a elevar sus precios constantemente, debido a que la mayoría se importan y la procedencia nacional es insuficiente, de ahí nace la necesidad de revisar y analizar continuamente las materias primas empleadas en la formulación de alimentos balanceados para aves, para conseguir un desarrollo sostenible en la industria avícola (Ciriaco y Montalvo, 2001, p.234). La aparición de nuevos productos de uso agroindustrial, permite encontrar nuevas posibilidades de sustitutos alimenticios de excelente calidad nutricional que pueden ser utilizados en la elaboración de dietas para pollos de engorde (Aedo, 2007, p.1).

Una de las alternativas que podrían disminuir los costos de producción, es la vaina de algarrobo, que por sus características nutritivas y gran palatabilidad, es utilizada como alimento para el ganado bovino, caprino, equino, aves y otros animales domésticos, las vainas de algarrobo pueden sustituir al maíz y al salvado de trigo en la ración animal. La harina de algarroba se destaca por el contenido de 40-50% de azúcares naturales (fructuosa, glucosa, maltosa y sacarosa); contiene 11% de proteínas, es muy rica en triptófano. Contiene vitaminas: A, B1, B2, B3, C y D; además, no posee gluten y posee pocas grasas (3%) (Basurto, 2009).

Los objetivos del presente trabajo son:

- Formular un alimento para las etapas de inicio y engorde de pollos broilers a los cuales se sustituye el maíz por harina de algarroba.



- Analizar bromatológicamente cada uno de los alimentos formulados.
- Evaluar el efecto que la algarroba produce en varias combinaciones con maíz y balanceado en la nutrición de los pollos broilers.
- Establecer la relación beneficio costo de cada una de las mezclas

# 1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 AVICULTURA

La avicultura, es una rama de la ganadería, que trata sobre la cría, explotación y reproducción de las aves domésticas para lograr beneficios económicos, científicos o recreativos. Aunque se trata de crianza de aves en general, la avicultura está representada en su mayoría por la crianza de pollos, desarrollada para su reproducción masiva para el consumo humano (Cativo et al., 2008 p.2; Hoyos 2010, p. 2).

La producción avícola se centra en la obtención de carne y huevos como alimentos básicos, y en menor grado también centra al entrenamiento (gallos de pelea), coleccionismo, conservación de especies y gastronomía de élite (Pérez, 2004, p.152).

La crianza de pollos está muy difundida a nivel mundial, especialmente en climas templados y cálidos, debido a su alta rentabilidad, buena aceptación en el mercado, facilidad para encontrar muy buenas razas y alimentos concentrados de excelente calidad, que proporcionan aceptables resultados en conversión alimenticia, un pollo puede llegar a transformar 2 kg de alimento en 1 kg de carne (SERVET, 2009).

De acuerdo con Vaca (2001), para obtener resultados en un proyecto pecuario, en este caso avícola, se debe tener en cuenta cuatro factores (p. 144).

- Raza de los pollos
- Alimentación
- Control sanitario (prevención de enfermedades)
- Manejo de la explotación

Una buena raza es aquella que tiene una gran habilidad para convertir el alimento en carne en poco tiempo, con características físicas tales como cuerpo ancho,

pechuga abundante, ojos prominentes y brillantes, movimientos ágiles, posición erguida sobre las patas y ombligos limpios y bien cicatrizados (SERVET, 2009).

### **1.1.1 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS POLLOS DE ENGORDE**

La raza Broiler o pollo de engorde, deriva su nombre del vocablo inglés Broiler que significa parrilla o pollo para asar y pertenece al grupo de las razas súper pesadas (Loaiza, 2009, p.1).

Panda (2009), describe la clasificación taxonómica de los pollos broilers.

Reino: Animal

Tipo: Cordado

Subtipo: Vertebrados

Clase: Aves

Subclase: Neornites (sin dientes)

Superorden: Neognatos (esternón aquillado)

Suborden: Gallinae

Familia: Phasianidae

Género: Gallus

Especie: Gallus domesticus

### **1.1.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL POLLO DE ENGORDE**

En aves se habla de líneas genéticas más que de razas, debido a que estas son híbridos y el nombre corresponde al de la empresa que las produce, la obtención de las líneas de Broilers está basada en el cruzamiento de razas diferentes. La línea padre aporta las características de conformación típicas de un animal de carne: tórax ancho y profundo, patas separadas, buen rendimiento de canal, alta velocidad de crecimiento, etc., mientras que la línea madre determina las características reproductivas de fertilidad y producción de huevos (Camiruaga, 2004, p.19).

El Broiler es un pollo de rápido crecimiento, el cual es resistente a enfermedades, de plumaje blanco, tienen conformación ancha y gran desarrollo muscular, sobre todo al nivel de la pechuga lo que le otorga un buen peso y buena presentación física; es el resultado del cruce de dos razas de gallinas pesadas: el macho White Cornish, y la hembra White Plymouth Rock (Buxadé, 1995 p.121; Loaiza, 2009).

Según Buxadé (1995) y Vaca (2001), las características que se buscan en líneas de carne son(p.122) (p. 144):

- Gran velocidad de crecimiento
- Conversión de alimento a carne
- Buena conformación
- Baja incidencia de enfermedades

Las prioridades económicas son aumentar la producción anual de 1 kg de carne por m<sup>2</sup> de galpón y lograr minimizar los costos de producción. En consecuencia las prioridades técnicas se dirigen a lograr una elevada velocidad de crecimiento, una mínima mortalidad y una relación óptima entre alimento consumido y ganancia de peso (Buxadé, 1995, pp.122 -125; Rentería 2007, p.2).

### **1.1.3 MANEJO DE POLLOS DE ENGORDE.**

SERAGRO (2007), manifiesta que para obtener buenos resultados durante el manejo de una explotación avícola se deben tener en cuenta los siguientes parámetros.

- Pollos de excelente calidad, es decir, pollos sanos, fuertes y vigorosos que garanticen un peso adecuado de acuerdo a los parámetros productivos según la raza.
- Alimentos producidos con excelentes materias primas, que provean al pollo de engorde los nutrientes adecuados para su desarrollo.

- Buenas prácticas sanitarias que disminuyan al máximo los riesgos de enfermedades.
- Buenas prácticas de manejo, para que la vida del pollo, durante el engorde sea lo más comfortable posible y logre desarrollar todo su potencial genético.

### 1.1.3.1 Instalaciones

1. **Galpón.** Es importante que el galpón esté situado en sentido del sol. Se aconseja sembrar árboles frondosos alrededor del galpón y ubicar surtidores de agua. La distancia entre galpones, debe ser por lo menos el doble del ancho de la construcción para evitar contagios de enfermedades (Rentería, 2007, p. 3; SERVET, 2009; Villagómez, 2009, p.30).

Rentería (2007) y SERVET (2009), concuerdan en que las dimensiones del galpón varían de acuerdo al número de aves que se pretendan alojar y a la topografía. En la tabla 1.1, se muestra el número de aves/m<sup>2</sup> de acuerdo al clima (p.3).

**Tabla 1.1.** Número de aves/ m<sup>2</sup> de acuerdo al clima

CLIMA	AVES / m <sup>2</sup>
Medio	10
Cálido	8

(Rentería, 2007, p.3; SERVET, 2009, p.2)

2. **Piso.** Es aconsejable que sea de concreto y no de tierra, para garantizar buenas condiciones de higiene, fácil limpieza y desinfección. El piso debe tener un desnivel del 3% de los extremos al centro, para que cuando se desocupe el galpón, el aseo y desinfección sea más fácil (SERVET, 2009; Rentería, 2007, p.3).
3. **Paredes.** En climas cálidos y templados, es aconsejable que estén formadas por una o dos hiladas de bloque (40 cm de alto) y malla para gallinero hasta el

techo, con el fin de permitir una ventilación adecuada. La altura ideal para la pared es de 2,50 m para climas medios y de 2,80 m para climas cálidos. Se recomienda también, pintar el galpón de blanco, tanto paredes y techos (SERVET, 2009, p.2; Rentería, 2007, p.4; Villagómez, 2009, p.32; Fernández 2007, p. 10).

4. **Techos.** Para evitar la humedad por lluvias y proporcionar sombra deben tener aleros de 70 a 80 cm. Se recomienda la teja de barro como aislante, para reducir la temperatura del galpón (SERVET, 2009).
5. **Poceta de desinfección.** Cada galpón, en su entrada, debe contar con un balde o poceta que contenga un producto con amonio cuaternario, formol al 2%, yodo al 7% o creolina (creso), para que el personal al entrar y salir desinfecte el calzado y no difunda enfermedades. La creolina es el producto más utilizado por su bajo costo. De ser posible se debe cambiar el líquido diariamente (Rentería, 2007, p.10; Villagómez 2009, p.33; Quiroz, 2011, p.37).

#### 1.1.3.2 Equipos

1. **Bebederos manuales.** Son bebederos plásticos de 4 litros, los cuales se utilizan durante los primeros cuatro días. Presentan algunas dificultades como derrames de agua y tienen que ser llenados continuamente. Se coloca un bebedero por cada 50 pollos (SERVET, 2009; Fernández, 2007, p.6).
2. **Bebederos automáticos.** Existen de dos tipos: de válvula y de pistola. Los bebederos automáticos son instalados al quinto día. Se coloca un bebedero por cada 50 aves, en el caso de explotaciones grandes se coloca un bebedero por cada 80 a 100 pollos (Villagómez, 2009, p.49; Fernández, 2007, p.6).
3. **Bandejas de recibimiento.** Son comederos de fácil acceso para los pollos, se llenan de alimento hasta la altura de las divisiones para evitar el desperdicio, al

quinto día, se cambian por platones de comederos tubulares. Se utiliza una bandeja por cada 50 pollos (SERVET, 2009).

4. **Criadora.** Es la fuente de calor artificial, los pollos son susceptibles a las bajas temperaturas, especialmente en los primeros días de vida, por lo tanto, es necesario utilizar criadoras que aseguren un ambiente tibio; las criadoras pueden ser a gas o eléctricas. Las eléctricas abastecen a 250 pollitos y las criadoras a gas abastecen a 1000 pollitos. La criadora se coloca más o menos a 1 m de altura de la cama (el piso), esta altura varía de acuerdo al calor que proporcione (SERVET, 2009; Fernández, 2007, p.5).
5. **Báscula.** Imprescindible en una explotación avícola, puesto que se deben realizar dos pesajes por semana para saber la evolución del engorde y compararlo con las tablas preestablecidas (Rentería, 2007, p.8).
6. **Cortinas.-** Pueden ser plásticas o de costales de fibra. Estas regulan la temperatura dentro del galpón. Se debe manejar adecuadamente las cortinas: abrirlas y cerrarlas durante el día para regular la temperatura (Rentería, 2007, p.6; SERVET, 2009).

### 1.1.3.3 Factores Ambientales

1. **Humedad.** Se debe mantener una temperatura adecuada con baja humedad, entre el 60% y 70%. Cuando se retiran los sistemas de calefacción artificial y aumenta el tamaño de los pollos se incrementa la humedad; por lo cual, hay que mantener la humedad deseada para que no haya aparición de enfermedades respiratorias (Palomino, 2004, p.139; Quintana, 1999, p.16).

Las aves consumen de dos a tres litros de agua por cada kilogramo de alimento; un gran porcentaje del agua asimilada regresa a la cama a través de la gallinaza (excremento de las aves), esta aumenta la humedad del aire, debido a que la gallinaza producida por el ave tiene aproximadamente un 70%

de humedad. El exceso de humedad favorece la aparición de enfermedades, tiende a aumentar los malos olores y provoca la proliferación de larvas de mosca (Palomino, 2004, p.139; Quintana, 1999, p. 16; Panissella, 2005, p.15).

2. **Amoniaco.** El amoniaco ( $\text{NH}_3$ ), es el gas que ocasiona los problemas más graves, se produce por la degradación bacteriana de aquellos compuestos como la gallinaza que contienen nitrógeno. Tanto el calor como la humedad son factores que contribuyen a la aceleración de esta transformación (Quintana, 1999, p.17).

En la tabla 1.2, se muestran los niveles de amoniaco en partes por millón y los signos que provocan.

**Tabla 1.2.** Niveles de amoniaco en partes por millón y signos

Niveles de amoniaco en ppm	Signos
5 a 10	Se detectan por el olfato
20	Aumentan la irritación, escozor, provocan lagrimeo y estado de tensión
40	Provoca inflamación ocular de las aves y del hombre, lo cual predispone a la ulceración de la conjuntiva. Asimismo, causa sensibilidad anormal a la luz solar
70	Disminuye el consumo de alimento 5% durante la fase de desarrollo
90	Disminuye el consumo de alimento 5% durante la fase de crecimiento.
100	Reducción brusca del apetito, del crecimiento y del ritmo respiratorio
500	Dosis letal

(Quintana, 1999, p.17)

3. **Temperatura.** Los pollos responden mejor a una temperatura ligeramente más alta de lo que normalmente se recomienda durante los días iniciales. Es aconsejable que la temperatura de la criadora sea de 31 °C a 33 °C, durante los dos primeros días. Después de 48 horas, se baja la temperatura de la criadora, aproximadamente, de 1 a 2 °C por día hasta llegar a los 24 °C en la tercera semana de edad. Los pollitos se inician mejor y convierten el alimento



de forma más eficiente, si la temperatura de la criadora está cerca de los 27 °C durante las primeras dos semanas (UNICOL, 2008; Villagómez, 2009, p.50).

La eficacia alimenticia se consigue alrededor de los 24°C entre la cuarta y octava semana de edad. Como regla general, un punto de eficiencia alimenticia se pierde por cada grado centígrado de disminución de la temperatura ambiente; de igual manera, por cada grado centígrado de aumento de la temperatura ambiente. Por arriba de los 32 °C esta pérdida aumenta a 1,5 puntos por cada 0,5 °C de variación (UNICOL, 2008).

La respuesta de los pollitos a la temperatura se puede determinar por su comportamiento: pollitos repartidos contra el cerco, indican una temperatura alta; pollitos amontonados a un lado, indican que existe una corriente de aire o mala disposición del calefactor; pollitos amontonados bajo la criadora indican falta de calor (Quintana, 1999, p.15).

La calidad del emplume depende de la temperatura. El emplume va a efectuarse progresivamente; para los pollitos de emplume rápido, las alas y las piernas están emplumadas durante los días 22 a 28, mientras que para el emplume de la pechuga hay que esperar alrededor de 30 días. Los pollitos de emplume lento necesitan calefacción por más tiempo (UNICOL, 2008).

4. **Ventilación.** Una ventilación apropiada es un factor de gran importancia para obtener una producción avícola provechosa. Hay que proporcionar una ventilación suficiente para satisfacer los requisitos de oxígeno, bajar al mínimo posible la concentración de amoníaco y facilitar la necesaria remoción de la cama del gallinero (Palomino, 2004, p.139; French, 2008, p. 85).

Se debe mantener un ambiente favorable y ventilado que facilite la eliminación del anhídrido carbónico y los gases amoniacaes producidos dentro del galpón por la población de aves recludas en él, e incorporar aire puro para el buen desarrollo de los pollos (Quintana, 1999, p.15; Fernández, 2007, p.13).

Las ventanas deben ser reguladas para que haya un ingreso permanente de aire fresco en verano y eviten un excesivo escape de calor en invierno, también se debe evitar, que las corrientes de aire ingresen directamente sobre los pollos (Quintana, 1999, p.15).

5. **Cantidad de luz.** Se debe mantener la luz todo el tiempo, dentro del galpón, para aumentar el consumo de alimento. Se logra de este modo una mayor ganancia de peso en menor tiempo (Palomino, 2004, p.139).

#### 1.1.3.4 Crianza de pollos de engorde

El galpón deber ser preparado antes del recibimiento de los pollitos, todos los comederos y bebederos se lavan y exponen al sol para finalmente ser desinfectados con yodo en solución de 10 ml/l de agua. Se debe realizar un barrido profundo del galpón, lavar los pisos, paredes y techos, tanto de la parte interna como externa (Bonilla y Díaz, 1994, p.62; UNICOL, 2008; SERVET, 2009).

Posteriormente, se realiza una desinfección química con formol al 37%, en una solución de 50 ml/l de agua. Se desinfectan los tanques y tuberías con yodo, en solución de 5ml/l de agua. Esta solución se deja por un periodo de 8 a 24 horas y luego se enjuaga con abundante agua (Bonilla y Díaz, 1994, p. 62; UNICOL, 2008; SERVET, 2009).

Se realiza el blanqueado de paredes y techos, para lo que se utiliza cal o carburo, tanto en el interior como en el exterior. Después de realizar la desinfección, se procede a poner la cama de viruta, la cual tendrá unos 10 cm de espesor; sobre la viruta se coloca papel o cartón durante los primeros 5 días con el fin de evitar la ingesta de la viruta por parte de los pollitos (Bonilla y Díaz, 1994; UNICOL, 2008).

Se instalan las bandejas de recibimiento y los bebederos manuales. A la entrada se coloca la poceta de desinfección. Finalmente, se fumiga el galpón con yodo, en

una solución de 10 ml/l de agua (Bonilla y Díaz, 1994, p. 62; UNICOL, 2008; SERVET, 2009).

Para recibir a los pollitos, con anterioridad se enciende la criadora con el fin de crear un ambiente óptimo a la hora de la llegada. Una hora antes del recibimiento, se debe controlar la temperatura y colocar agua con vitaminas en los bebederos manuales. Para evitar el estrés de los pollitos, deben ser colocados suavemente dentro de los cercos, si es posible se introduce los picos en los bebederos, para incentivar el consumo de agua en forma rápida (Cadena, 2002, pp.45-47; SERVET, 2009; UNICOL, 2008).

El alimento se suministra de una a dos horas después de llegado el pollito, debido a que durante el primer día de nacido, el pollito se alimenta del saco vitelino (yema del huevo), y es preciso que este saco se absorba antes de alimentarlo, de lo contrario se infecta y causa la muerte del pollito (Panissella, 2005, p. 15; SERVET, 2009).

Los bebederos se lavan y desinfectan todos los días, con un producto yodado, excepto cuando se va a administrar algún antibiótico. En estos casos únicamente se lavan los bebederos, no se desinfecta con yodo debido a que el yodo puede inactivar el medicamento (Cadena, 2002 pp.49-52; SERVET, 2009).

Durante la primera semana se debe revisar la temperatura constantemente, la misma que debe mantenerse entre 30 y 32 °C. En el segundo y tercer día se suministra antibiótico en el agua. Del tercer al séptimo día, de acuerdo a la zona donde se encuentre, se vacuna contra New Castle, Bronquitis infecciosa y Gumboro (UNICOL, 2008; SERVET 2009).

Durante la segunda semana, la temperatura debe mantenerse entre 26 y 28 °C. La primera labor del día es apagar las criadoras y bajar las cortinas totalmente, si la temperatura está por debajo de 26 °C se debe esperar a que la temperatura se regule (UNICOL, 2008; SERVET, 2009; Villagómez, 2009, p.51).

Al igual que los mamíferos, las aves producen constantemente calor como resultado de las reacciones químicas que ocurren en sus cuerpos. Si este calor no puede eliminarse, la temperatura del cuerpo aumenta hasta el punto de producir la muerte (Quintana,1999, p. 14; UNICOL, 2008).

A temperaturas mayores a los 30 a 32 °C, se produce el estrés por calor, el consumo de agua aumenta, hay pérdida de apetito y disminución de la producción. Cuando la temperatura alcanza a los 37 °C empieza la mortalidad en las aves más pesadas. Los machos con más de 4 libras (1,8 Kg) pueden morir a causa del estrés por calor a temperaturas mayores de 35°C (Quintana,1999; p.14 UNICOL, 2008).

El consumo de agua es un factor importante en el mantenimiento de la temperatura corporal del pollo. Las muertes por estrés de calor, pueden reducirse al proporcionar un mayor número de bebederos. Se ha determinado que aves de siete semanas de edad, a una temperatura ambiente mayor de 35 °C, consumirán agua a razón de un galón por hora por cada 100 aves (Quintana, 1999, p. 46; UNICOL, 2008).

UNICOL (2008) y Villagómez (2009), coinciden en señalar que en la tercera semana, la temperatura no debe sobrepasar el rango de 24 a 26 °C. En climas cálidos y medios, tres días antes del día 21, las cortinas se quitan gradualmente, de tal manera que las cortinas sean eliminadas definitivamente el día 21. El cambio de alimento se realiza en esta semana, se pasa de alimento de iniciación a alimento de finalización, esto debe ocurrir entre los días 22 a 24, cuando el pollo haya consumido el 40% del alimento de iniciación (p. 53).

El área de permanencia se amplía de acuerdo a las necesidades de los pollos, se distribuyen uniformemente los comederos y bebederos. Conforme los pollos crecen, se nivelan los bebederos automáticos a la altura de la espalda de los pollos (SERVET, 2009).

En la tabla 1.3, se indica la distribución de bebederos y comederos por número de animales.

**Tabla 1.3.**Distribución de comederos y bebederos por número de pollos

Espacio de comederos	
Bandejas	Uno por cada 100 pollitos durante los primeros 7 – 10 días
Comedero de tolva	3 por cada 100 pollos
Espacio de bebederos	
Bebederos pollitos galón	2 por cada 100 pollitos
Bebedero automático	1,5 por cada 100 pollos
Chupete (niple)	12 – 15 pollitos por niple

(UNICOL, 2008)

A partir de la cuarta semana hay menos actividades de manejo, los pollos ocupan todo el galpón, en la tabla 1.4 se muestran las necesidades de espacio. No hay criadoras, solo se emplean bebederos automáticos y comederos de tolva, y ya no se realiza el manejo de cortinas (SERVET, 2009; Villagómez, 2009, p.53).

**Tabla 1.4.**Necesidades de Espacio

PESO FINAL		ESPACIO DE PISO
LIBRA	Kg	Aves/m <sup>2</sup>
3	1,4	17,9
4	1,8	13,5
5	2,3	10,8
6	2,7	8,3
7	3,2	6,3

(Quintana, 1999, p.46)

Se debe registrar el pesaje, es recomendable pesar los pollos dos veces por semana, registrar las mortalidades, verificar el consumo de alimento e inventarios y verificar la pureza del agua de bebida (SERVET, 2009; UNICOL, 2008).

Durante las siguientes semanas hasta el día de salida del pollo para el sacrificio, se continua con las labores y controles diarios que se realizan desde el primer día: lavar y desinfectar bebederos y comederos, proporcionar agua fresca, alimentar los pollos dos veces al día, hacer el viraje de la cama en el lugar donde

se encuentran los bebederos y comederos y cambiar el líquido de las pocetas de desinfección a la entrada del galpón (Panissella, 2005, p.14).

#### 1.1.3.5 Sanidad

En una explotación avícola es de especial cuidado la prevención de enfermedades. Se debe aplicar un plan mínimo de vacunación y desparasitación, cerciorándose que los pollos al día de vida, hayan sido vacunados contra la enfermedad de Marek en la planta de incubación. Posteriormente, hay que aplicar las vacunas para prevenir la enfermedad de New Castle, Bronquitis infecciosa, enfermedad de Gumboro y Diftero viruela aviar (AGROBIT, 2006; French, 2008, p. 109).

Para mantener sanas las aves, es importante observarlas diariamente, y así detectar a tiempo aquellas que pueden presentar síntomas de enfermedad. Como medidas de control se pueden mencionar el mantener limpio el criadero para reducir el riesgo de enfermedades y parásitos; eliminar las ratas, estas pueden diseminar enfermedades y consumir el alimento de los pollos; no permitir el ingreso de personas extrañas al criadero; suministrar agua y alimento limpios; evitar corrientes de aire, humedad y exceso de frío o de calor; separar las aves enfermas de las sanas (AGROBIT, 2006; Villagómez, 2009, p.170).

Entre los problemas que se pueden encontrar en una explotación avícola se pueden citar las siguientes:

**a) Ascitis.** No es una enfermedad, sino una condición en la que hay exceso de fluido ascítico, una combinación de linfa y plasma sanguíneo procedente del hígado acumulado en la cavidad corporal. Se diagnostica a las 4 a 5 semanas. Es una consecuencia de un desorden metabólico. Puede ser causado por varios factores como temperatura, polvo, dióxido de carbono, crecimiento rápido, suministro de raciones con elevada energía y especialmente por cambios de clima

(Lesson et al., 2000, p. 248; Cadena, 2002, pp. 127-129; Ocampo y Vásquez, 2011, p.3).

Entre las medidas para prevenir la ascitis se encuentran: realizar una restricción de alimento, suministrar alimentos con una adecuada composición, mantener la temperatura estable, controlar la calidad del aire, polvo, amoníaco y oxígeno dentro de los parámetros y mantener una ventilación acorde a las necesidades del pollo considerando la correcta densidad de crianza (Panissella, 2005, p.15; Lesson et al.,2000, p.249; Paredes 2009, p.3).

**b) Síndrome de Muerte Súbita.** El término síndrome de muerte súbita ha sido empleado para describir aquellos pollos en buena condición de carnes que mueren repentinamente con presencia de alimento en su tracto gastrointestinal, como consecuencia de un crecimiento muy acelerado. Generalmente la enfermedad es producida cuando existe una alimentación con dietas altas en nutrientes (mayores a 22% de proteína bruta y 3.000 kcal/kg de energía metabolizable) (Ocampo y Vásquez, 2011, p.1).

## 1.2 ALIMENTACIÓN DE POLLOS

El alimento que se va a suministrar debe estar siempre a disposición en calidad y cantidades adecuadas, para lograr un desarrollo armónico de los pollos. Se proporciona el alimento en forma de harina hasta el día 21, puesto que la ingesta de alimento en gránulo antes de esta edad contribuye a la aparición de ascitis. Una adecuada alimentación dará como resultado un pollo con buena constitución corporal, en cuanto a músculos, huesos y grasa(Vaca, 2001, p. 144; UNICOL, 2008; Olcese, 2009)

En la tabla 1.5 se muestra el consumo de alimento para Broiler de acuerdo a la edad (Vaca, 2001, p.144; UNICOL, 2008)

**Tabla 1.5.**Consumo de alimento para broilers por edad.

Edad Semanas	Peso medio ave (gramos)	Índice de conversión	Alimento consumido por 1000 pollos		
			Kg/día	Kg/semana	Total acumulado (Kg)
1	118		15	106	106
2	268	1,18	30	209	315
3	483	1,35	47	332	647
4	731	1,51	64	451	1315
5	1008	1,66	82	571	1669
6	1321	1,77	95	665	2334
7	1616	1,91	106	744	3078
8	1908	2,05	116	814	3892

(UNICOL 2008)

### 1.2.1 NECESIDADES NUTRICIONALES

Los Broiler son muy exigentes en la cantidad de nutrientes de su dieta, razón por lo cual la alimentación debe ser de alta calidad, para que permita obtener pollos de gran tamaño y peso en el menor tiempo posible (Duran et al., 2004).

Normalmente, se usan dos o tres fórmulas diferentes durante el periodo de vida del pollo, de acuerdo a los requerimientos de su edad, como se indica en la tabla 1.6. Hay que tener en cuenta que el alimento inicial, el cual se suministra de la primera a la cuarta semana, debe tener un alto contenido de proteína (21% – 23%), mientras que el alimento que se suministra en la etapa de acabado o finalización debe contener un porcentaje de proteína no mayor al 21%, dado que en esta etapa se requiere mayor energía. Para prevenir el raquitismo es necesario enriquecer el balanceado con vitamina D (Chain, 2005 p. 4; Vaca, 2001, p. 144).



**Tabla 1.6.** Requerimientos Nutricionales para Pollos Broilers

Nutriente	Etapas	
	Inicial (0 a 28 días)	Acabado (29 a 56 días)
E.M cal/ kg	3016 <sup>(1)</sup>	3150 <sup>(1)</sup>
Proteína %	24.05 <sup>(1)</sup>	20.13 <sup>(1)</sup>
Grasas %	7.07 <sup>(2)</sup>	8.09 <sup>(2)</sup>
Fibra %	< 5 <sup>(3)</sup>	< 5 <sup>(3)</sup>
Calcio %	1.02 <sup>(1)</sup>	0.98 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Rostagno, 2005, pp. 89 - 94; <sup>(2)</sup>Ensminger y Olentine, 1983 p.485; <sup>(3)</sup>French, 2008, p.127

### 1.2.1.1 Proteínas

La importancia de las proteínas radica en que constituyen la materia principal de los tejidos, órganos y estructuras blandas del cuerpo animal, por lo cual su suministro debe ser continuo para el crecimiento y reparación de los tejidos (Bonilla y Díaz 1994, p. 11).

Las proteínas se forman a partir de 20 aminoácidos, 11 de los cuales son esenciales para las aves jóvenes y 10 para las adultas. Se denominan esenciales porque el animal es incapaz de sintetizarlos a partir de otros cuerpos y por lo tanto, deben ser aportados por la alimentación. Los aminoácidos esenciales son: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina y glicina. Esta última es sintetizada por las aves adultas, por lo que para ellas deja de ser esencial (Bonilla y Díaz 1994, p.12).

El aminoácido limitante es la metionina, razón por la cual las raciones basadas en cereales y torta de soya se formulan para lograr un nivel adecuado de metionina, con lo que se asegura un aporte suficiente del resto de aminoácidos esenciales (Damron et al 2007, citado por Barros 2009, p.41; Bonilla y Díaz 1994, p. 12, French, 2008, p. 128).

Las proteínas vegetales tienen un valor biológico muy bajo, razón por la cual es necesario aportar a las dietas de las aves proteínas de origen animal, como la

harina de pescado o hueso. Las necesidades de proteínas para el crecimiento son de 20-22% de proteína cruda; después de la séptima semana puede disminuir hasta un 16%. Un déficit de proteína provoca un menor crecimiento, una mayor deposición de grasa, aparición de fenómenos de canibalismo entre los animales jóvenes (Bonilla y Díaz, 1994, p. 11; French, 2008, p.128; Barros, 2009, p.41).

### **1.2.1.2 Carbohidratos**

Los carbohidratos son la fuente inmediata de energía, se almacenan en forma de glucógeno en el hígado y músculos. Sirven de sustrato para formar las grasas. Proveen energía al romper los enlaces simples de azúcar y sus fibras proporcionan volumen. Todos los carbohidratos están compuestos por una parte soluble que es fácilmente digestible y asimilable; y por una parte insoluble, la fibra cruda que es poco asimilable por las aves (Bonilla y Díaz, 1994, p. 12; Mattiello, 2008; French, 2008, p.128).

La mayoría de las semillas (alpiste, mijo, maíz, avena, trigo, sorgo) aportan una buena cantidad de carbohidratos. Las necesidades de energía difieren de acuerdo con la edad de las aves y el tipo de producción (Mattiello, 2008).

### **1.2.1.3 Grasas**

Las grasas cumplen importantes funciones bioquímicas por su contenido energético, el cual es mucho mayor que el de las proteínas y los carbohidratos, es por ello que se utiliza la grasa para aumentar la energía en raciones bajas en calorías. Las grasas son importantes como fuente de ácidos grasos esenciales y para la absorción de vitaminas A, D<sub>3</sub>, E y K (Bonilla y Díaz 1994, p. 12; Durán et al., 2004).

Raciones que contiene del 50 al 75% de carbohidratos, y del 1 al 8% de grasas, (es aconsejable del 2 al 3%), cubren los requerimientos nutricionales del ave;

mientras que al aumentar la tasa de grasa de 7 a 8% se habla de raciones de alta energía, con ello se consigue una mejora en la eficiencia del pienso, lo que provoca un crecimiento más rápido de los pollos (Mattiello, 2008; Cadena, 2002 pp. 131-132).

Las aves de jaula requieren una proporción pequeña de grasas en su dieta debido a su estilo de vida sedentario y además porque producen grandes cantidades de grasa a partir de los carbohidratos de las semillas. Sin embargo, es necesaria la ingesta de una mínima ración de grasa para garantizar la absorción de vitaminas liposolubles y carotenos, aportar ácidos grasos esenciales y dar palatabilidad a la dieta (Bonilla y Díaz, 1994, p.12; Mattiello, 2008).

#### 1.2.1.4 Minerales

De acuerdo con Bonilla y Díaz (1994), los minerales representan del 3 al 4,5 % de la peso de las aves y cumplen las siguientes funciones (p.13)

- Regulan las excreciones, absorción y secreción de los líquidos orgánicos.
- Regulan la concentración de iones de hidrógeno de la sangre, líquidos intracelulares y extracelulares.
- Intervienen en el metabolismo muscular y nervioso.

Se clasifican en:

- a) **Macroelementos.** Su concentración alcanza valores superiores a 100 mg/kg, y son: calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro.
- b) **Microelementos.** Se presentan en dosis pequeñas, con valores inferiores a 50 ppm, forman parte de enzimas y hormonas, y son: hierro, cobalto, zinc, fluor, cobre, manganeso, yodo, molibdeno.

#### 1.2.1.5 Vitaminas

Se requieren en pequeñas cantidades, son fundamentales en el desarrollo y metabolismo de las aves, se las incorpora a las raciones alimenticias en niveles

adecuados, ya que su carencia o exceso pueden causar disturbios orgánicos (Mattiello, 2008). En la tabla 1.7 se muestran las funciones de las vitaminas, su efecto y la cantidad recomendada en la alimentación.

**Tabla 1.7.** Funciones de las vitaminas en las aves, efectos, y cantidad recomendada en la alimentación

<b>Vitamina</b>	<b>Función Orgánica</b>	<b>Déficit o exceso</b>	<b>Cantidad recomendada</b>
<b>A</b>	Promueve el crecimiento y protección de los epitelios, ayuda a mantener las mucosas respiratorias, favorece la visión.	El déficit provoca retardo en el crecimiento, alteraciones del ojo, espasmos y parálisis.	6 000 a 9 000 U.I. por kilo de alimento.
<b>D</b>	Favorece a la reabsorción del calcio y fósforo.	El déficit provoca raquitismo. El exceso puede ser perjudicial, el Ca y el P se separa de los huesos y se deposita en los órganos blandos.	Dosis mínima: 600 a 800 U.I. por kilo de alimento. Dosis recomendada: 2 000 a 3 000 U.I. por kilo de alimento
<b>E</b>	Interviene en el metabolismo muscular, en el sistema nervioso y el circulatorio	Su carencia ocasiona disturbios musculares, circulatorios y nerviosos.	20 a 30 U.I. por kilo de alimento
<b>K</b>	Actúa como catalizador en el hígado para la formación de proteínas necesarias para el proceso de coagulación de la sangre	Su carencia provoca la disminución de protrombina de la sangre y puede ocasionar extensas hemorragias en tejidos y músculos. Esto perjudica el valor de la carne del pollo	1,5 a 2,5 mg por kilo de alimento
<b>B2 o Riboflavina</b>	Forma parte de los complejos enzimáticos flavínicos, que participan en la respiración celular, el metabolismo proteico y en la síntesis y degradación de los ácidos grasos.	Su carencia produce alteraciones profundas del metabolismo celular, retrasos en el crecimiento y elevada mortalidad.	2 a 6 mg. por kilo de alimento
<b>Niacina</b>	Es componente de coenzima que participa en la síntesis y degradación de los ácidos grasos, carbohidratos y aminoácidos	Su carencia provoca alteraciones al metabolismo del glucógeno, la respiración celular y diversos problemas de síntesis.	20 a 45 mg por kilo de alimento.
<b>Ácido fólico</b>	Forma parte de enzimas que intervienen en el proceso metabólico intermedio, necesario para la síntesis de algunos aminoácidos	Su carencia provoca alteraciones en el cuadro hemático (anemia), plumaje defectuoso, retardo en el crecimiento	0,4 a 0,8 mg por kilo de alimento

(Bonilla y Díaz, 1994, pp. 14-15)

### **1.2.1.6 Energía Metabolizable**

No es un nutriente específico, pero es necesaria para ejecutar todas las actividades fisiometabólicas del ave. La energía está disponible en la dieta a través de las grasas, carbohidratos y proteínas. Se almacena en el organismo principalmente en forma de ATP. Los requerimientos de energía metabolizable basal de las aves son un 150% mayor a la de los mamíferos de tamaño corporal similar (Mattiello, 2008; Cadena, 2002 pp.133-135).

### **1.2.1.7 Agua**

Es un constituyente esencial de la dieta, interviene en la homeostasis de los líquidos intra y extracelulares, en la termorregulación, transporte, absorción y excreción de sustancias; en la hidrólisis de proteínas, grasas y carbohidratos (Mattiello, 2008; Cadena, 2002, p. 112).

En términos fisiológicos, las aves requieren un poco menos de agua que los mamíferos debido a que no transpiran y a que sus desechos nitrogenados son eliminados en forma de ácido úrico (insoluble en agua) en vez de urea (soluble en agua). A diferencia de las clásicas mezclas de granos, las dietas procesadas tienden a incrementar el consumo de agua, ya que son secas, generalmente bajas en grasas y tienen niveles nutritivos más elevados. Con estas dietas es normal observar deposiciones algo acuosas (Mattiello, 2008; Cadena, 2002, p.154; Damron et al 2007, citado por Barros 2009, p.40).

En líneas generales, todas las aves deben tener a su disposición suficiente agua fresca y potable, suministrada en bebederos perfectamente limpios y desinfectados. Se calcula que la relación entre la cantidad de agua consumida y pienso ingerido varía de 2:1 (Mattiello, 2008; Cadena, 2002, p.154).

En la tabla 1.8, se muestra el consumo diario de agua 1000 pollos de acuerdo a la temperatura.

**Tabla 1.8.**Consumo diario de agua para 1000 Pollitos de acuerdo a la temperatura

Edad Semanas	Temperatura Promedio							
	65°F ó 18°C		75°F ó 24°C		85°F ó 30°C		95°F ó 35°C	
	Galones	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros
1	6	24	6	24	7	26	8	30
2	15	55	17	64	22	85	35	131
3	21	81	28	108	40	150	70	266
4	29	111	39	146	58	221	97	366
5	37	141	49	184	72	274	117	443
6	43	162	56	211	85	320	132	500
7	52	198	66	250	94	357	144	544
8	58	219	70	265	98	370	150	570

(UNICOL, 2008)

### 1.3 PROPIEDADES DEL ALGARROBO

#### 1.3.1 ANTECEDENTES GENERALES DEL GÉNERO *Prosopis*.

*Prosopis pallida* es una especie de algarrobo nativa de Perú, Colombia y Ecuador, cuyo nombre fue aplicado por los españoles, por encontrar en *Prosopis*, cualidades muy similares a las del "algarrobo europeo" *Ceratonía siliqua*. En el aspecto productivo sirve para la alimentación humana (Alzate et al., 2008, pp. 103-104).

Las plantas del género *Prosopis* contribuye a la protección y recuperación de ecosistemas degradados debido a su capacidad de crecer en dichas zonas y su habilidad como leguminosa para fijar nitrógeno, convirtiéndose, en una de las especies de la cual dependen numerosas poblaciones humanas, asociadas a una agricultura de subsistencia (Bernuy, 2003; citado por Aedo 2007, p.3).

El algarrobo es un árbol longevo, que pertenece al orden de las leguminosas. Su tronco alcanza hasta 18 metros de altura y 2 metros de diámetro, con largas ramas flexibles. Dos veces al año da flores como espigas de un amarillo pálido; entre diciembre y marzo es su principal fructificación, pero vuelve a dar fruto entre junio y julio, aunque en menor cantidad. La producción de las vainas de algarrobo

es muy variable, al quinto año se estima una producción de 2 a 8 kg por árbol, y a partir de los diez años más de 100 kg, dependiendo de la calidad del suelo. Se considera un buen promedio de productividad entre 40 y 60 kg de vainas por árbol (Bayona, 1999).

En general las leguminosas presentan factores antinutricionales y ciertas sustancias nocivas para la salud que limitan la utilización de todo su potencial nutritivo (Bernardi et al., 2006, p.42); razón por la cual, granos no convencionales con potencial para la alimentación humana como animal, deben ser analizados antes de su utilización. La figura 1.1 muestra un árbol de algarrobo.



**Figura 1.1.**Foto de un árbol de algarrobo

A pesar de que la harina de la vaina del *Prosopis* es ampliamente utilizada en la elaboración de bebidas, dulces y sustitutos del café (Meyer et al., 1986, p. 34; Bravo et al., 1998 p.46; Bernardi et al.,2006 p.61), los trabajos relacionados al estudio de los antinutricionales en la harina son muy escasos.

### **1.3.2 IMPORTANCIA Y USOS DEL ALGARROBO**

La FAO (1997), indica que el Algarrobo es un árbol de usos múltiples, debido al alto valor forrajero de sus frutos y hojas; especie dendroenergética, por su empleo como la leña y carbón y maderera, utilizada en construcciones y artesanías. Su valor ornamental lo hace adecuado como árbol de sombra, por su copa amplia y elegante follaje. Las ramillas y hojas son muy apetecidas por el ganado y

herbívoros silvestres, las que poseen un alto valor nutritivo utilizándose como complemento en la dieta, contienen entre 13,5 – 18,3% de proteínas, 19,9% de fibras y alrededor del 10% de ceniza.

### 1.3.3 FRUTO DE ALGARROBO

Los frutos de las *Prosopis spp.* son espigas de un amarillo pálido considerados como importantes recursos alimenticios para humanos y animales en regiones áridas y semiáridas del mundo, con un contenido de proteínas entre 11 y 17 g/100g de materia seca, tiene como aminoácidos limitantes la tirosina y la metionina/cistina. Contiene de 13 a 34 g/100g de materia seca de carbohidratos y su azúcar principal es la sacarosa (Meyer et al., 1986, p. 34; Bayona, 1999).

En la figura 1.2 se pueden observar las vainas de *Prosopispallida*.



**Figura 1.2.** Vainas de *Prosopis pallida*

Las vainas son muy nutritivas, las consume todo tipo de ganado: cabras, ovejas, caballos y otros animales domésticos, con la capacidad de sustituir maíz y salvado de trigo en las dietas animales. Constituyen un importante recurso forrajero en los largos períodos de sequía estival, porque produce frutos esta época (FAO, 2000).

Según Traskauskas, 2001 (citado por Aedo, 2007, p. 8), el fruto del Algarrobo está compuesto por tres partes; un exo y meso carpo (pulpa), que corresponde



alrededor del 56% del total del fruto, el endocarpio (carozo), correspondiente al 35% del fruto y la semilla que es el 9% aproximadamente del peso total del fruto.

La harina de algarroba es un alimento formador, debido a que es rico en proteínas, calcio, hierro, posee hidratos de carbonos como la sacarosa la cual le da un sabor dulzón, maltosa y almidones (Prohuerta, 2004, p. 4).

### 1.3.4 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LOS FRUTOS.

El algarrobo presenta taninos en la cáscara en cantidades pequeñas que disminuye a medida que madura la vaina. La cáscara es rica en el contenido de fibra. El fruto posee alta calidad nutritiva, presenta en promedio de proteína entre el 7 y 9%, extractos no nitrogenados 50%, fibra entre el 10 y 20%, cenizas 3%; al mismo tiempo presenta un excelente contenido de vitaminas y minerales. (Basurto, 2009; Gómez y Albuquerque, 1987; citado por Aedo 2007, pp.8-9).

En la tabla 1.9. y 1.10 se muestra la composición química de la algarroba según varios autores y la composición de aminoácidos respectivamente.

**Tabla 1.9.**Composición Química de la Algarroba

Nutriente (%)	Bernuy	Melgarejo
Proteína	7,92	9,65
Grasa	1,01	0,33
Fibra cruda	10,8	17,17
Cenizas	7,87	3,50
ENN	67,63	58,47

Adaptado de Bernuy 2003 (citado por Aedo, 2007, p.11), Melgarejo 1996, p. 234

En estudios realizados sobre la digestibilidad de la pulpa de algarrobo en conejos, se concluyó que los nutrientes de la pulpa de algarrobo tienen baja digestibilidad; por lo tanto, no debe ser suministrado a los conejos como pienso único. Al parecer, el contenido de taninos que tiene la pulpa puede interferir en la

digestibilidad de la misma, datos similares obtuvieron en una investigación realizada en el Perú, sobre la suplementación de la alimentación de caballos con frutos de algarroba de la especie *Prosopis pallida*. (Alzate et al., 2008 pp. 104-106).

**Tabla 1.10.** Composición en aminoácidos esenciales de la algarroba (g/16g N)

AMINOÁCIDOS ESCENCIALES	ALGARROBA
CISTINA	3,00
FENILALANINA	4,67
HISTIDINA	7,27
ISOLEUCINA	8,00
LEUCINA	10,60
LISINA	8,47
METIONINA	6,13
TREONINA	5,47
VALINA	11,06

(Macías y Martínez, 2009, p.1 )

Carpio (1991), en un estudio realizado en patos muestra que es viable alimentar a los patos en la etapa inicial con un 15 % de harina de algarroba y la ración final con el 20% de harina de algarroba, y confirma que todos los tratamientos son aplicables al pato y aves de carne en general, por cuanto cumplen las mismas funciones. Para patos recomienda utilizar un 31,4% de maíz y 15 % de harina de algarroba, en el balanceado inicial y en la etapa de finalización o acabado el 29% de maíz y el 20% de harina algarroba.

La utilización del algarrobo en la alimentación avícola, ha tenido diferentes respuestas, los pollos de carne pueden aceptar hasta un 10% como máximo en las diferentes etapas de desarrollo (Reynoso, 1992; citado por Ciriaco y Montalvo, 2001, p.234). En la alimentación de gallinas ponedoras se ha utilizado hasta un 15% que sustituye en un 90% al subproducto de trigo (Pimentel, 1991; citado por Ciriaco y Montalvo, 2001, p.234). Basurto (2009) recomienda alimentar a las aves con aproximadamente un porción de 50g/día de vaina molida complementada con otros alimentos.

## 2 PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

La experimentación se realizó en la Avícola “LA ESPERANZA”, que se encuentra ubicada en la Parroquia Canuto, Cantón Chone, Provincia de Manabí.

#### Sitio Experimental

- Altitud: 364 msnm
- Longitud: 80°06'35,61''O
- Latitud: 0°47'44,38''S
- Topografía: Plana
- Drenaje: Natural
- Origen del suelo: Aluvial

#### Características climatológicas

Los datos de las características climatológicas se obtuvieron del INAMHI (2009).

- Temperatura media anual 25,48°C
- Humedad relativa anual 82,9%
- Precipitación anual 1139,4 mm
- Evaporación anual 971,6 mm
- Nubosidad 7,4 Octas
- Velocidad del viento media anual 1,75 km/h

### 2.1.1 MATERIALES

#### Crianza

Para la realización de este experimento se utilizaron los siguientes materiales:

- Pollos de la línea Ross de un día de nacidos adquiridos en el mercado local
- Vacunas de New Castle de la empresa Farbiovet, adquiridos en el mercado local
- Vacunas GUM – VAC para la enfermedad de Gumboro de la empresa Llaguno, adquiridas en el mercado local
- Alimento balanceado para la etapa de inicio y engorde, de la fábrica La Fortuna ubicada en la ciudad de Chone.
- Maíz molido, adquirido en el mercado local
- Vainas de algarrobo, recolectadas manualmente de la zona de Canuto y Rocafuerte
- Agua potable
- Galpón de 24 m<sup>2</sup>
- Cama de viruta
- Bebederos de 1 galón
- Comederos tubulares
- Sacas
- Criadora con capacidad para 500 pollitos
- Balanza
- Termómetros
- Vacunas
- Hojas para llevar los registros
- Tamiz de 0,05 mm de abertura
- Molino de martillo marca Corona (Ø carcasa 40 cm; Ø criba 30 cm; martillos 12,5 cm; 1,5 HP).

## **Limpieza**

- Agua potable
- Creso
- Yodo
- Escobas
- Espátulas
- Guantes
- Bomba de mochila con capacidad para 20 litros
- Esponja para lavar bebederos y comederos
- Jabón de cocina
- Lanzallamas

### **2.1.2 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### **Preparación del galpón**

El galpón donde se instaló el experimento fue adecuado con 2 semanas de anticipación, se realizaron tareas de desinfección que incluyeron paredes, pisos, puertas, comederos y bebederos.

Con el fin de prevenir problemas de enfermedades se utilizó un lanza llamas para neutralizar cualquier microorganismo que hubiese existido en el suelo o paredes del galpón. Posteriormente, se desinfectó todo el galpón con yodo con una dosificación 10ml/l de agua, después de 24 horas se desinfectó con formol al 37% en una dosis de 50ml/l.

#### **Preparación de la cama**

Para el desarrollo del proyecto se utilizó una cama de viruta, con un grosor de 10 cm, la cual fue desinfectada con yodo en una dosis de 10 ml/L de agua. Se dejó

descansar por 24 horas, transcurrido este tiempo se procedió nuevamente a realizar la desinfección con yodo. Esto se realizó con el fin de dar una mayor asepsia y limpieza al galpón.

### **Manejo y crianza de los pollitos**

Para el recibimiento de los pollitos, se procedió a encender las criadoras 24 horas antes de la llegada y se controló que la temperatura esté entre los 30 y 33 °C, una hora antes del recibimiento se colocó agua fresca con vitaminas. Después de una hora de llegados los pollitos se suministró el alimento. Durante todos los días se controló la temperatura para mantener un ambiente óptimo. El alimento fue suministrado *ad libitum*, durante el ensayo. Durante las cinco primeras semanas se mantuvo la luz encendida por las noches para inducir al pollo a comer.

A los 8 días de llegados los pollos fueron vacunados contra Newcastle, se les aplicó una dosis de 1 gota del producto en el ojo del pollo, y contra el Gumboro, se aplicó en dosis de 1 gota al pico. En el Anexo I se muestran las vacunas empleadas.

Todas las mañanas se realizó la limpieza de comederos y bebederos con un lustre y jabón de cocina a fin de evitar enfermedades, de igual manera, se suministraba agua y alimento. Diariamente se controló que el pollo estuviera activo, que no presentara síntomas extraños; los pollos muertos se retiraron y se enterraron en las afueras de las instalaciones de la avícola para evitar posibles contagios.

Durante todo el experimento se realizaron actividades de control de temperatura, movimiento de la cama, ampliación del área de crianza, vigilancia de suministro de agua y alimento.

## 2.2 ELABORACIÓN DE HARINA DE ALGARROBA

Se obtuvieron aproximadamente 700 kg de vainas de algarroba (*Prosopis pallida*) las cuales se recolectaron en forma manual en los alrededores de la Parroquia Canuto y otra parte se recolectó en los alrededores de la zona del cantón Rocafuerte. Para el proceso de elaboración de harina de algarroba se siguieron los siguientes pasos:

**Selección:** después de la recolección se realizó una selección en forma manual, se evitó el contacto de las vainas en buenas condiciones con las vainas dañadas..

**Lavado:** se realizó con agua, para eliminar las impurezas.

**Escurrido:** posterior al lavado, las vainas se escurrieron con el fin de reducir el agua retenida entre las mismas.

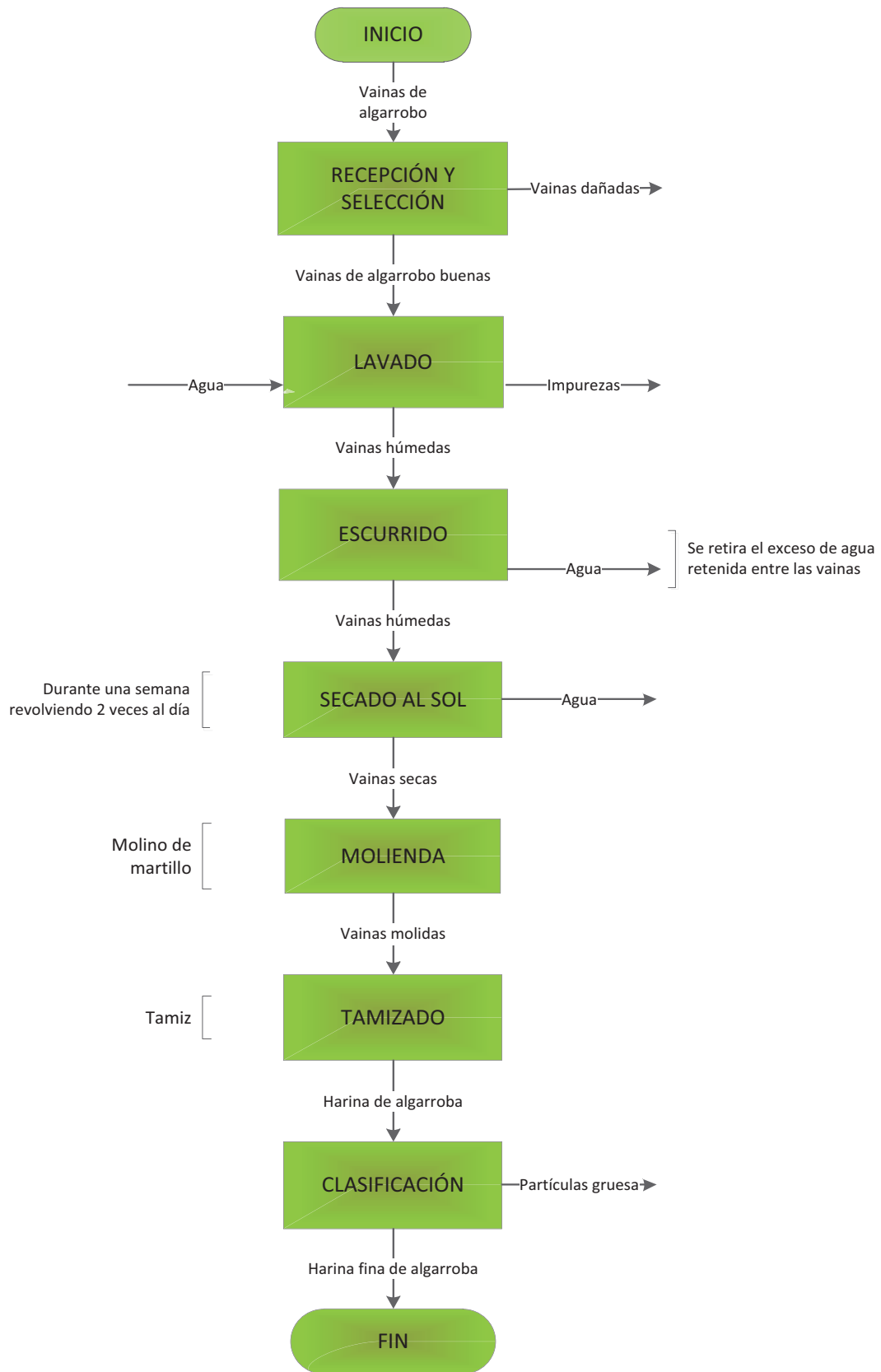
**Secado:** al sol durante una semana, se dio vueltas a las vainas 2 veces al día. Se bajó el contenido de humedad, para que las vainas se tornen quebradizas y fáciles de moler.

**Molienda:** Se efectuó en un molino de martillos ( $\emptyset$  carcasa 40 cm;  $\emptyset$  criba 30 cm; martillos 12,5 cm; 1,5 HP).

**Tamizado:** se realizó con un tamiz de 0,05 mm de abertura obteniéndose 2 fracciones diferentes.

**Clasificación:** la fracción 1 (gruesa o carozo) retenida en el tamiz fue básicamente endocarpio, la semilla y fragmentos de pericarpio y carozo. La fracción 2 (fina) que pasó por el tamiz fue la pulpa. La fracción 2 fue la que se utilizó para elaborar el alimento balanceado. La harina de algarroba obtenida se muestra en el anexo II

En la figura 2.1 se presenta el diagrama de bloques para la obtención de harina de algarroba.



**Figura 2.1.**Diagrama de bloques para la obtención de Harina de Algarroba



## 2.3 FORMULACIÓN DE BALANCEADOS

Se determinaron cuatro tratamientos, a partir de la sustitución de maíz por harina de algarroba en proporciones de 0%, 25%, 50% y 75%. Se estableció como testigo, al tratamiento T1, que contenía el 100% de maíz. En la tabla 2.1 se indican los porcentajes de cada sustitución.

**Tabla 2.1.** Porcentaje de sustitución de maíz por harina de algarroba para cada tratamiento

Cód.	Tratamiento	Maíz (%)	Harina de Algarroba (%)
T1	Testigo	100	0
T2	Sustitución 1	75	25
T3	Sustitución 2	50	50
T4	Sustitución 3	25	75

Para complementar los nutrientes necesarios de los pollos, se incorporó a la formulación del balanceado el concentrado comercial de la avícola La Fortuna. La formulación total del balanceado se obtuvo al mezclar el 60% de las sustituciones de cada tratamiento con el 40% de este concentrado comercial. En la tabla 2.2, se indican los tratamientos aplicados y la formulación para cada uno.

**Tabla 2.2.** Formulación de 100 kg de balanceado

Cód.	Tratamiento	Maíz (kg)	Harina de Algarroba (kg)	Concentrado comercial (kg)
T1	Mezcla 1 (100% de maíz)	60	0	40
T2	Mezcla 2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba)	45	15	40
T3	Mezcla 3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba)	30	30	40
T4	Mezcla 4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba)	15	45	40

Cabe señalar que para cada tratamiento se formularon dos dietas o balanceados, una para la etapa de inicio y otra para la etapa de engorde, para lo cual se

suministró el concentrado La Fortuna, correspondiente para cada etapa. La formulación porcentual para cada etapa se indica en las tablas 2.3 y 2.4.

**Tabla 2.3.** Formulación para 100 kg de balanceado experimental para cada tratamiento en la etapa de inicio

<b>INGREDIENTES</b>	<b>T1 (kg)</b>	<b>T2 (kg)</b>	<b>T3 (kg)</b>	<b>T4 (kg)</b>
Maíz amarillo	60,00	45,00	30,00	15,00
Harina de algarroba	0,00	15,00	30,00	45,00
Harina de Soya 44%	28,00*	28,00*	28,00*	28,00*
Harina de Pescado 65%	6,70*	6,70*	6,70*	6,70*
DL- Metionina 99%	0,20*	0,20*	0,20*	0,20*
Fosfato Di cálcico	0,50*	0,50*	0,50*	0,50*
Premezcla Vit-Min.	0,70*	0,70*	0,70*	0,70*
Carbonato de Calcio	0,90*	0,90*	0,90*	0,90*
Aceite Acidulado	2,60*	2,60*	2,60*	2,60*
Sal Común	0,20*	0,20*	0,20*	0,20*
Salboman	0,20*	0,20*	0,20*	0,20*

\* No varían, corresponden al concentrado La Fortuna

**Tabla 2.4.** Formulación para 100 kg de balanceado experimental para cada tratamiento en la etapa de engorde

<b>INGREDIENTES</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
	<b>(kg)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg)</b>
Maíz amarillo	60,00	45,00	30,00	15,00
Harina de algarroba	0,00	15,00	30,00	45,00
Harina de Soya 44%	23,80*	23,80*	23,80*	23,80*
Harina de Pescado 65%	3,00*	3,00*	3,00*	3,00*
DL- Metionina 99%	0,10*	0,10*	0,10*	0,10*
Fosfato Di cálcico	0,50*	0,50*	0,50*	0,50*
Polvillo de Arroz	4,50*	4,50*	4,50*	4,50*
Afrechillo de Trigo	2,20*	2,20*	2,20*	2,20*
Conchilla	1,00*	1,00*	1,00*	1,00*
Aceite Acidulado	4,50*	4,50*	4,50*	4,50*
Sal Común	0,20*	0,20*	0,20*	0,20*
Salboman	0,20*	0,20*	0,20*	0,20*

\* No varían, corresponden al concentrado La Fortuna

Una vez determinada la formulación del balanceado para cada tratamiento, se procedió a elaborar las raciones semanales, primero se determinó la cantidad a

elaborar, luego se pesó cada ingrediente de acuerdo a las proporciones. Posteriormente, se colocó el maíz y la harina de algarroba sobre la superficie de un piso liso de cemento, previamente desinfectado, y se mezcló con una pala, se añadió el concentrado La Fortuna y se homogenizó entre 15 y 20 minutos, hasta obtener una mezcla uniforme.

Las raciones fueron empacadas y selladas en sacos, para su etiquetado y fueron almacenadas en la bodega.

### Composición nutricional

Para determinar la composición nutricional de cada tratamiento, se realizó un análisis bromatológico, para lo cual se homogenizaron las muestras de cada tratamiento de las tres repeticiones, hasta formar una sola muestra de 1 kg por tratamiento; posteriormente, las muestras fueron enviadas al laboratorio de Bromatología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”. Los parámetros analizados se detallan en la tabla 2.5.

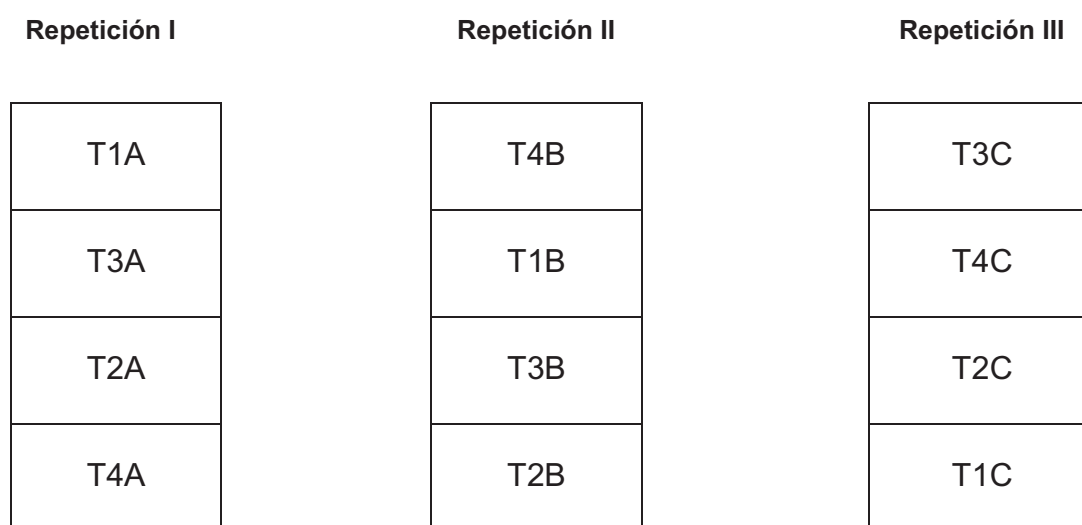
**Tabla 2.5.** Métodos utilizados en el análisis bromatológico

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>
Humedad	INEN 464	%
Ceniza Cruda	INEN 467	%
Proteína cruda	INEN 465	%
Extracto Etéreo	AOAC 17 <sup>o</sup> th	%
Fibra Cruda	INEN 542	%
Carbohidratos	Volumétrico de Fehling-Causse-Bonans	%
Calcio	AOAC Uso de espectrofotómetro de absorción atómica Shimatzu	%
Fósforo	AOAC. utilización de un colorímetro Spectronic “20” modelo 1990	%
Energía Bruta	Cálculo	Kcal/kg

Para determinar la composición química de la harina de algarroba se tomó una muestra de 1 kg de harina y se realizó el análisis bromatológico, y se analizaron los mismos parámetros que los balanceados.

## 2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para evaluar el efecto de la sustitución parcial del maíz por harina de algarroba en la alimentación de pollos broilers, se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), cada tratamiento con tres repeticiones. En la figura 2.2 se muestra la distribución de los tratamientos en el galpón.



**Figura 2.2.** Distribución de tratamientos durante las repeticiones en el galpón

Para cada tratamiento se utilizaron 60 pollos, es decir, 20 pollos por repetición. Para el análisis estadístico se empleó un modelo de análisis de varianza (ADEVA), para un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con el cual, se evaluaron las variaciones en el rendimiento de incremento de peso, consumo promedio de alimentos y conversión alimenticia. Para determinar la significancia entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5%.

## 2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

### 2.5.1 INCREMENTO DE PESO (IP)

Al iniciar el ensayo, se escogió al azar el 20% del total de los pollos que ingresaron y se procedió a pesarlos en una balanza Carmy con una capacidad de 50 kg y dos gramos de precisión.

Semanalmente, se registró el peso de los pollos. De cada tratamiento se tomó una muestra del 25%, es decir 5 pollos por repetición; los pollos fueron pesados en la balanza, posteriormente se sacó un promedio de los pesos por cada repetición. El formato del registro de peso se puede observar en el anexo III

Con los datos obtenidos se calculó el incremento semanal de peso para lo cual se utilizó la ecuación 2.1.

$$IP = PVF - PVI \quad [2.1]$$

donde,

*IP*, es el incremento de peso

*PVF*, es el peso vivo al final de cada periodo

*PVI*, es el peso vivo al inicio del periodo

### 2.5.2 CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO (CA)

Para determinar el consumo promedio de alimento se pesó la cantidad de alimento que se iba a suministrar antes de ponerlo en las bandejas. Después de 24 horas se pesó el sobrante de alimento de las bandejas, se separaron los residuos ajenos al alimento y se pesaron; mediante diferencia se obtuvo la cantidad consumida. En el anexo IV se muestra el formato de los registros diarios. Al finalizar cada semana se calculó el consumo semanal, mediante la suma del consumo diario. Se utilizó la ecuación 2.2

$$CAA = \sum CADS \quad [2.2]$$

donde,

*CADS*, es la sumatoria del consumo de alimento semanal

*CAA*, es el consumo acumulado de alimento

Para obtener el consumo promedio de cada tratamiento se utilizó la ecuación 2.3.

$$CA = \frac{CAA}{\#APS} \quad [2.3]$$

donde,

*CA*, es el consumo promedio de alimento

*CAA*, es el consumo acumulado de alimento

*#APS*, es el número de aves promedio

### 2.5.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA (IC)

Se obtuvo al dividir el consumo promedio de alimento semanal para el peso por pollo al final de cada semana, por cada tratamiento. Para los cálculos se utilizó la ecuación 2.4.

$$IC = \frac{CA}{IP} \quad [2.4]$$

donde,

*IC*, es la conversión alimenticia

*CA*, es la conversión alimenticia

*IP*, es el incremento semanal de peso

### 2.5.4 ÍNDICE DE MORTALIDAD (M)

Se obtuvo por medio del cálculo del porcentaje de pollos muertos, por cada tratamiento durante el proyecto. Diariamente se registró el número de muertes por

cada repetición. Para el cálculo del porcentaje se utilizó la ecuación 2.5. El formato de registro de mortalidad se muestra en el anexo V.

$$M = \frac{A * 100}{N} \quad [2.5]$$

donde,

*M*, es el índice de mortalidad

*A*, es el número de aves muertas en un periodo determinado

*N*, es el número de animales al empezar el periodo

## 2.6 DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO

El costo total del alimento se obtuvo al multiplicar el costo del balanceado por el consumo promedio de alimento y por el número de animales.

Para determinar el costo de 1 kg de harina de algarroba, se tomó en cuenta el valor de un día de jornal de la persona que recogió las vainas de algarroba, más el costo de la molienda y tamizado que se tuvo que cancelar para obtener un saco de 45 kg.

El análisis económico del experimento se realizó con la metodología propuesta por el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo en México (CIMMYT, 1988, pp. 1-76). mediante el método de los presupuestos parciales, se estimó el beneficio neto de los tratamientos, el mismo que se obtuvo por diferencia del beneficio bruto menos los costos que varían.

Para determinar los tratamientos dominados, se ordenó los tratamientos de acuerdo al costo que varía, de menor a mayor, con su respectivo beneficio neto. Un tratamiento es dominado por otro cuando su beneficio neto es igual o menor que el anterior.

Posteriormente, se obtuvo el beneficio costo al dividir el incremento del beneficio neto para el incremento del costo de cada tratamiento, como se muestra en la ecuación 2.6.

$$\frac{B}{C} = \frac{\Delta BN}{\Delta CV} \quad [2.6]$$

donde,

$\Delta$  BN, Incremento del beneficio neto

$\Delta$  CV, Incremento del costo total variable



### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA DE ALGARROBA

En la tabla 3.1 se indican los resultados obtenidos en el análisis bromatológico de la harina de algarroba realizado en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” y también se presenta la composición del maíz obtenida de la bibliografía.

**Tabla 3.1.** Análisis bromatológico de la harina de algarroba y del maíz

<b>Parámetros</b>	<b>Harina de algarroba</b>	<b>Maíz<sup>1</sup></b>
Proteína (%)	11,64	7,90
Ceniza (%)	4,82	1,90
Fibra (%)	17,79	2,00
Humedad (%)	7,44	14,00
Grasa (%)	1,33	3,80
Carbohidratos (%)	56,98	70,4
Energía Metabolizable (Kcal/Kg)	2 722,05	3 390,00

FEDNA<sup>1</sup>, 1997, p.6

Al comparar el maíz con su sustituto, la harina de algarroba, se puede observar que la proteína presente en la harina de algarroba (11,64%) es mayor a la presente en el maíz, este valor es similar a los obtenidos por Prohuerta (2004), donde el porcentaje de proteína encontrado para la harina de algarroba fue de 13,88% (p. 4).

El porcentaje de fibra cruda evaluado en la harina de algarroba del experimento alcanzó niveles semejantes a lo expuesto por Melgarejo (1996), en su estudio se encontraron niveles de fibra cruda del 17,17%. La harina de algarroba posee un porcentaje elevado de fibra cruda, del 17,79% con relación al maíz que es de 2%,

este porcentaje, se convierte en un limitante al momento de introducir la harina de algarroba en la dieta para pollos de engorde, debido a que altos porcentajes de fibra en la dieta de los Broilers, provoca un aumento del desarrollo del aparato digestivo lo que ocasiona un menor rendimiento en canal (Pontes y Castello, 1995, p.57; Ponte et al., 2004, p.813).

Una alta cantidad de fibra en la dieta, limita la absorción de nutrientes, reduce la tasa de crecimiento y la eficiencia alimenticia, mientras que la inclusión de cantidades moderadas de ciertos tipos de fibra en dietas de iniciación no es perjudicial para la productividad y puede llegar a mejorar la fisiología digestiva (Mateos et al., 2006, p. 42).

En cuanto al porcentaje de grasa, la harina de algarroba posee un porcentaje menor (1,33%) en relación al maíz (3,80%), el resultado obtenido en el laboratorio se acerca al porcentaje encontrado por Bernuy 2003, citado por Aedo, 2007 (p.11) en la tabla 1.9 de la sección 1.3.4.

La energía metabolizable del maíz (3 390,00 kcal/kg) es mayor a la harina de algarroba (2 722,05 kcal/kg), debido a que el contenido de carbohidratos es mayor en el maíz por ser una materia prima de un alto poder energético como lo señala Prohuerta 2004 y Meyer et al., 1986 en la sección 1.3.3.

## **3.2 EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LOS BALACEADOS**

Durante el experimento se formularon dos tipos de balanceados; uno para la etapa de inicio y uno para la etapa de engorde. Los balanceados formulados con harina de algarroba y maíz, fueron evaluados de acuerdo a las variables de estudio durante la fase de inicio que duró desde el día 1-al día 21 día y la fase de engorde desde el día 22 al día 42.

### 3.2.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS DIETAS DE LA FASE DE INICIO

En la tabla 3.2, se muestran los resultados del análisis bromatológico de los balanceados experimentales que se utilizaron durante la etapa de inicio.

**Tabla 3.2.** Composición nutricional de cada dieta experimental de la etapa de inicio

<b>Parámetros</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>Materia Seca (%)</b>	89,74	89,83	89,92	90,01
<b>Energía Metabolizable (kcal/kg)</b>	3 106,80	3 070,80	3 034,80	2 998,80
<b>Proteína (%)</b>	22,07	22,50	22,92	23,35
<b>Fibra Cruda (%)</b>	3,02	4,42	5,81	7,21
<b>Extracto Etéreo (%)</b>	5,32	4,91	4,51	4,10
<b>Calcio (%)</b>	0,68	0,76	0,83	0,90
<b>Fósforo disponible (%)</b>	0,33	0,35	0,36	0,38

Laboratorio de Bromatología ESPAM "MFL", 2010

En la composición nutricional de los diferentes balanceados, se puede observar un nivel decreciente en lo que respecta a la energía metabolizable con respecto al porcentaje de harina de algarroba, donde el T4 (25% de maíz + 75% de algarroba), presenta el menor valor de energía metabolizable. De igual manera ocurre con el contenido de extracto etéreo, esto se debe a que el maíz posee una mayor energía metabolizable y porcentaje de extracto etéreo en relación a la harina de algarroba.

El tratamiento T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba) presentó la energía metabolizable (3 070,80 kcal/kg) similar a lo señalado por Rostagno (2005), de 3 016,00 kcal/kg para la etapa de inicio (pp. 91-92).

El contenido de grasa en todos los tratamientos fue inferior a lo expuesto por Ensminger y Olentine (1983) para los requerimientos en la etapa de inicio, esto podría afectar al nivel energético de la dieta. Pérez (2004), recomienda cantidades moderadas de grasa debido a que mejoran la eficiencia alimenticia.

La fibra cruda presenta un nivel creciente debido al alto porcentaje de fibra de la harina de algarroba, especialmente en los tratamientos T3 y T4, donde los porcentajes superan al máximo establecido por French(2008), para alimentos balanceados de pollos de engorde, que es del 5% (p.127).

Como se mencionó anteriormente un alto contenido de fibra disminuirá la eficiencia alimenticia y provocará un menor rendimiento de la canal (Pontes y Castello, 1995, p.329; Ponte et al., 2004, p.814).

### 3.2.2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LOS BALANCEADOS DE LA FASE DE ENGORDE

En la tabla 3.3 se muestran los resultados del análisis bromatológico de las dietas experimentales que se utilizaron durante la etapa de engorde.

**Tabla 3.3.** Composición nutricional de cada dieta experimental de la etapa de engorde

<b>Parámetros</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Materia Seca (%)	89,79	89,88	89,97	90,06
Energía Metabolizable (Kcal/Kg)	3 246,13	3 148,94	3 051,75	2 954,55
Proteína (%)	19,65	20,08	20,53	20,98
Fibra Cruda (%)	2,77	5,11	7,45	9,78
Extracto Etéreo (%)	7,34	6,96	6,59	6,22
Calcio (%)	0,69	0,80	0,88	0,89
Fosforo disponible (%)	0,42	0,41	0,45	0,42

Laboratorio de Bromatología ESPAM "MFL", 2010

De acuerdo a este análisis, se puede observar que los tratamientos T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) y T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba), presentan un porcentaje de fibra elevado (9,78%) superior a lo

expuesto por French (2008), que recomienda un porcentaje de fibra cruda no superior al 5% en la etapa de engorde (p.127)

El porcentaje de extracto etéreo, en todos los tratamientos fue superior al valor recomendado por AVIMENTOS (2010), que es del 5%, porcentajes mayores a lo recomendado desencadenan una acumulación de grasa en las aves.

La cantidad de proteína en cada uno de los balanceados, se encuentra dentro de los niveles establecidos por AVIAGEN (2009) y AVIMENTOS (2010), para alimentos de la fase de engorde, que es entre el 19 y 20%. El tratamiento T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba) fue el que presentó el porcentaje de proteína más alto.

La energía metabolizable, respondió de igual manera que en los balanceados de inicio, es decir decreció con respecto a la cantidad de harina de algarroba incorporada. Del tratamiento T1 (100% de maíz), se obtuvo 3.246,13 kcal/kg, mayor en un 9% al tratamiento T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba), que fue el que presentó la menor energía metabolizable (2 954,55 kcal/kg).

### **3.3 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO**

#### **3.3.1 INCREMENTO DE PESO**

##### **3.3.1.1 Incremento semanal de peso en la etapa de inicio**

En la tabla 3.4 se presentan los promedios del peso corporal por pollo, durante las tres primeras semanas que corresponden a la etapa de inicio. Los registros del peso corporal, así como sus promedios se detallan en los anexos VI, VII, VIII, IX.

Los valores que se obtuvieron en la etapa de inicio para todos los tratamientos del experimento fueron mayores a los expuestos en las tablas de UNICOL (2008), donde el peso promedio a la tercera semana es de 718 g (p.15).

**Tabla 3.4.** Peso corporal promedio durante la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo)

TRATAMIENTO	PESO CORPORAL (g)			
	INICIO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
T1	50,80 <sup>A</sup> ± 0,72	157,07 <sup>B</sup> ± 3,00	385,33 <sup>C</sup> ± 4,35	847,67 <sup>C</sup> ± 7,40
T2	50,87 <sup>A</sup> ± 0,61	160,93 <sup>B</sup> ± 2,61	371,93 <sup>C</sup> ± 3,36	846,67 <sup>C</sup> ± 10,68
T3	51,47 <sup>A</sup> ± 0,42	158,07 <sup>B</sup> ± 2,12	375,53 <sup>C</sup> ± 1,18	820,60 <sup>C</sup> ± 36,31
T4	50,80 <sup>A</sup> ± 0,80	158,40 <sup>B</sup> ± 0,92	371,73 <sup>C</sup> ± 6,43	811,53 <sup>C</sup> ± 25,09

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

En la tabla 3.5 se muestra el análisis de varianza para el peso corporal en la etapa de inicio.

**Tabla 3.5.** Análisis de la varianza del peso corporal en la etapa de inicio

		CUADRADOS MEDIOS		
Fuentes de variación	gl	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Total	11			
Tratamiento	3	8,12	122,00	1008,81
Error	8	5,28	256,96	527,32
CV (%)		1,45	4,26	2,76

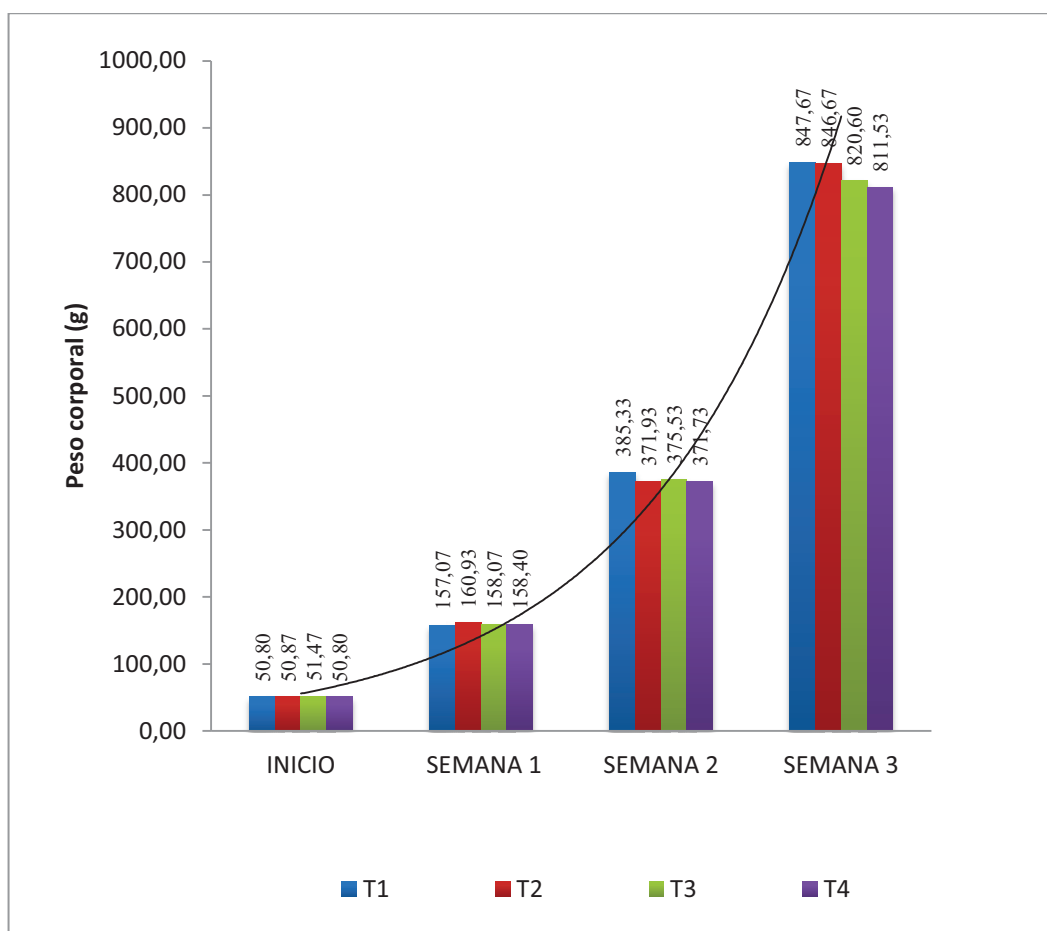
\* Diferencia significativa al 5%  
gl. Grados de libertad

El peso corporal promedio durante la etapa de inicio, no presentó diferencia significativa entre los tratamientos.

Los tratamientos; control T1 (100% maíz) y el de menor inclusión de harina de algarroba T2 (maíz 75% + harina de algarroba 25%) presentaron los mejores pesos promedios en la tercera semana con 847,67 g y 846,67 g respectivamente,

mientras que de los tratamientos T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) y T4 se obtuvieron 820,60 g y 811,53 g, respectivamente.

La figura 3.1, representa los promedios de peso corporal obtenidos, se puede observar que el tratamiento T1 (100% de maíz), tiene los mayores valores a partir de la segunda semana, mientras que el tratamiento T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba) presenta los menores valores en este mismo periodo, mientras que en las dos primeras semanas los pesos son similares.



**Figura 3.1.** .Promedio de peso corporal durante la etapa de inicio

En la tabla 3.6 se presentan los promedios para la variable incremento de peso, obtenidas durante la etapa de inicio.

La variable incremento de peso, no presentó diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, como se indica en la Tabla 3.7.

**Tabla 3.6.** Promedio del incremento de peso en la etapa de inicio

TRATAMIENTO	INCREMENTO DE PESO (g)		
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
<b>T1</b>	106,27 <sup>A</sup> ± 3,43	334,53 <sup>B</sup> ± 16,61	796,87 <sup>C</sup> ± 7,96
<b>T2</b>	110,07 <sup>A</sup> ± 2,87	321,07 <sup>B</sup> ± 12,99	795,80 <sup>C</sup> ± 10,10
<b>T3</b>	106,60 <sup>A</sup> ± 1,60	324,07 <sup>B</sup> ± 4,17	769,13 <sup>C</sup> ± 36,40
<b>T4</b>	110,60 <sup>A</sup> ± 1,30	320,93 <sup>B</sup> ± 23,66	760,73 <sup>C</sup> ± 25,81

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 3.7.** Análisis de la varianza del incremento de peso en la etapa de inicio

Fuentes de variación	gl	CUADRADOS MEDIOS		
		IP Semana 1	IP Semana 2	IP Semana 3
Total	11			
Tratamiento	3	8,86	123,67	1021,81
Error	8	7,05	255,45	539,21
<b>CV (%)</b>		2,47	4,92	2,97

\* Diferencia significativa al 5%

El tratamiento del que se obtuvo el mayor incremento de peso durante la primera semana, fue del T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba), 110,60 g; el mismo que disminuyó al transcurrir las siguientes semanas, hasta que en la tercera semana se obtuvo un peso de 760,73 g, menor en un 5% al mayor incremento de peso, del T1 (100% de maíz).

El bajo incremento en el peso corporal de los tratamientos con sustitución de harina de algarroba, T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) y T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba), puede deberse a que no cubren los requerimiento de energía para el periodo de 1 a 6 semanas recomendado por el NRC ,1994, de 3 200 Kcal/kg, y el elevado porcentaje de fibra cruda superior a lo recomendado por French (2008), lo que no permite una buena absorción de los nutrientes (p.127).



El tratamiento con menor contenido de harina de algarroba T2 (75% maíz + 25% harina de algarroba) obtuvo un mejor incremento de peso (795,80 g), a la tercera semana muy cercano al testigo T1 (796,87 g).

En la figura 3.2, se presentan los incrementos de pesos para cada tratamiento, aquí se puede observar que el tratamiento T1 (100% de maíz), y el tratamiento T2 (75% maíz + 25% harina de algarroba), tienen los mayores valores a partir de la segunda semana, mientras que los tratamientos T3 (50% maíz + 50% harina de algarroba) y T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba) presenta los menores valores en este mismo periodo, esta figura es un reflejo de la figura del peso corporal.



**Figura 3.2.** Incremento de peso durante la etapa de inicio

El peso promedio de cada tratamiento en la tercera semana es aceptable, supera al peso sugerido por Díaz y Campos (2002) para pollos criados en piso, que es de 742,75 g (p. 476).

### 3.3.1.2 Incremento de peso en la etapa de engorde

En la tabla 3.8 se presentan los promedios del peso corporal por pollo, durante las tres últimas semanas que corresponden a la etapa de engorde. Los registros de los pesos así como sus promedios se detallan en los anexos X, XI, XII, XIII.

**Tabla 3.8.** Peso corporal promedio durante la etapa de engorde (22-42 días) (g/pollo)

TRATAMIENTO	PESO CORPORAL (g)			
	INICIO	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
T1	847,67 <sup>A</sup> ± 7,40	1 156,53 <sup>B</sup> ± 42,86	1 569,00 <sup>D</sup> ± 36,84	2 200,53 <sup>F</sup> ± 50,30
T2	846,67 <sup>A</sup> ± 10,68	1 083,40 <sup>BC</sup> ± 40,75	1 384,67 <sup>E</sup> ± 42,19	2 007,47 <sup>G</sup> ± 19,33
T3	820,60 <sup>A</sup> ± 36,31	1 092,47 <sup>BC</sup> ± 21,50	1 370,53 <sup>E</sup> ± 53,61	1 998,47 <sup>G</sup> ± 38,42
T4	811,53 <sup>A</sup> ± 25,09	1 059,27 <sup>C</sup> ± 13,14	1 345,40 <sup>E</sup> ± 69,47	1 930,47 <sup>G</sup> ± 14,41

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Los pesos corporales obtenidos en la etapa de engorde para los tratamientos T1 (2 200,53 g), T2 (2 007,47 g), T3 (1 998,47) y T4 (1 930,47 g), son menores al peso corporal obtenido por los trabajos de Sindik et al. (2008), que obtuvo un peso corporal de 2 498 g a los 38 días con dietas que contenían 20% de poroto caupí y 5% de harina de semilla de algarroba.

En la tabla 3.9 se muestra el análisis de varianza para el peso corporal en la etapa de engorde.

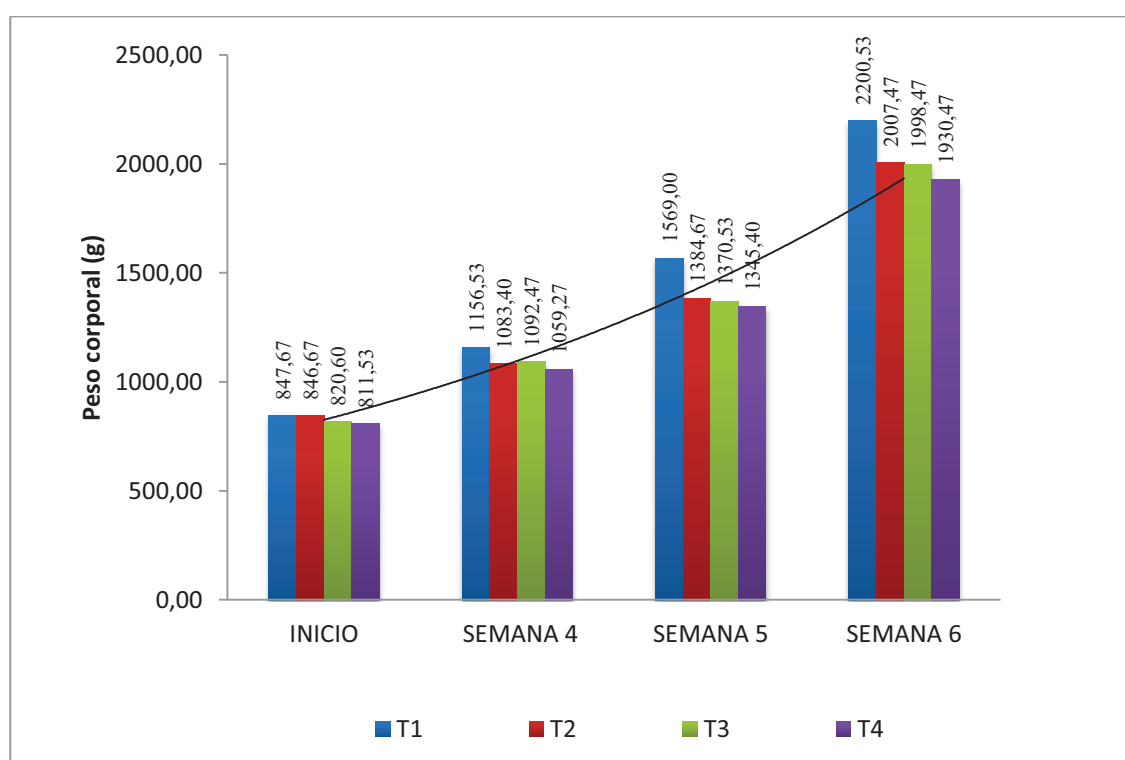
**Tabla 3.9.** Análisis de la varianza del peso corporal promedio en la etapa de engorde

Fuentes de variación	Gl	CUADRADOS MEDIOS		
		Semana 4	Semana 5	Semana 6
Total	11			
Tratamiento	3	5 170,17*	31 434,52*	40 418,92*
Error	8	1 033,04	2 709,33	1 146,93
CV (%)		2,93	3,67	1,66

\* Diferencia significativa al 5%

Este análisis indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, durante la etapa de engorde (4 a 6 semanas).

Durante la cuarta semana, el tratamiento T1 (100% maíz) presenta el mayor peso corporal, el cual se mantiene para la quinta y sexta semana; los tratamientos T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba) y T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) durante este periodo, y el tratamiento T4 obtuvieron el menor peso corporal durante la etapa de engorde.



**Figura 3.3.** Promedio de peso corporal durante la etapa de engorde

En la figura 3.3 se observa como el peso corporal del tratamiento T1 (100% de maíz), se incrementa de manera significativa en las semanas 5 y 6, con relación a los tratamientos T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba), T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) y T4 (25% maíz + 75% harina de algarroba).

Los pesos obtenidos con el testigo T1 (2 200,53) que contiene solo maíz y balanceado se asemejan a los obtenidos por FEDNA (1997), de 2 284 g como peso promedio para pollos de engorde a los 42 días (p.7)

Los tratamientos T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba), T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) y T4, que tienen inclusión de harina de algarroba alcanzaron pesos que están dentro de los valores estimados por UNICOL (2008), de 2 033 g como peso estimado a las seis semanas, esto indicaría que el ensayo se encuentra dentro de rangos normales.

Los promedios de incremento de peso en la etapa de engorde se indican en la tabla 3.10.

**Tabla 3.10.** Promedio del incremento de peso en la etapa de engorde

TRATAMIENTO	INCREMENTO DE PESO (g)		
	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
<b>T1</b>	308,87 <sup>A</sup> ± 45,44	412,47 <sup>B</sup> ± 79,39	631,53 <sup>C</sup> ± 72,73
<b>T2</b>	236,73 <sup>A</sup> ± 40,26	301,27 <sup>B</sup> ± 53,15	622,80 <sup>C</sup> ± 43,69
<b>T3</b>	271,87 <sup>A</sup> ± 54,12	278,07 <sup>B</sup> ± 75,11	627,93 <sup>C</sup> ± 89,93
<b>T4</b>	247,73 <sup>A</sup> ± 36,53	286,13 <sup>B</sup> ± 66,93	585,07 <sup>C</sup> ± 81,60

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

El tratamiento T1 (100% maíz) durante las semanas 4, 5 y 6, fase de engorde, se mantuvo como el mejor tratamiento ya que mostró el mayor incremento de peso, con respecto a los tratamientos que contenían en su formulación inclusión de harina de algarroba.

La tabla 3.11 muestra el análisis de varianza del incremento de peso durante la etapa de engorde.

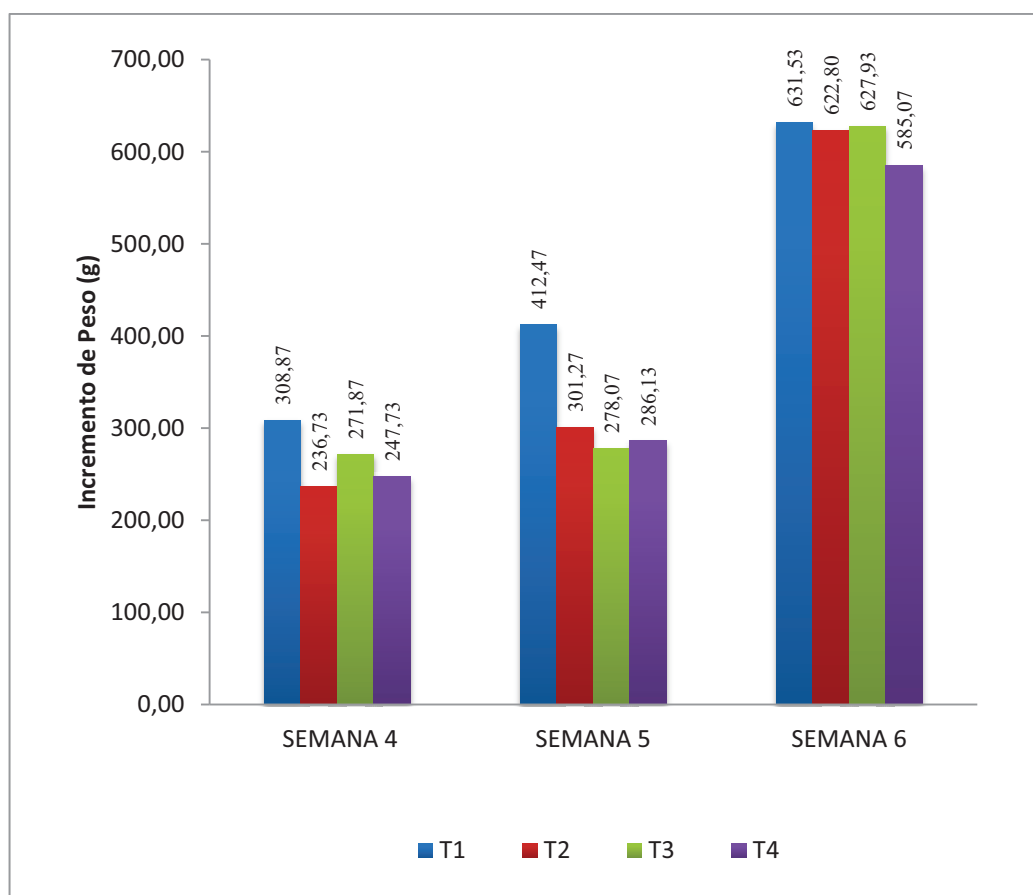
De acuerdo con este análisis, se determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en lo que respecta el incremento de peso.

**Tabla 3.11.** Análisis de varianza del incremento de peso en la etapa de engorde

		CUADRADOS MEDIOS		
Fuentes de variación	gl	IP Semana 4	IP Semana 5	IP Semana 6
Total	11			
Tratamiento	3	3 061,82	11 805,31	1 384,02
Error	8	1 987,49	4 812,51	5 486,18
CV (%)		16,74	21,71	12,01

\* Diferencia significativa al 5%

En la figura 3.4 se presenta el incremento de peso durante la etapa de engorde para cada tratamiento.

**Figura 3.4.** Incremento de peso durante la etapa de engorde

En esta figura, se puede observar que el tratamiento T1 (100% de maíz), tiene el mayor valor a partir de la cuarta semana, y se mantiene con la misma tendencia durante la quinta; y en la sexta semana los incrementos de todos los tratamientos son similares.

### 3.3.2 CONSUMO DE ALIMENTO

#### 3.3.2.1 Consumo de alimento de la etapa de inicio

En los anexos XIV, XV, XVI, XVII se indican los registros del consumo de alimento en la etapa de inicio para cada tratamiento.

En la tabla 3.12 se presenta el consumo de alimento durante las tres primeras semanas correspondientes a la etapa de inicio.

**Tabla 3.12.** Consumo de alimento promedio por semana en la etapa de inicio (1- 21 días) (g/pollo)

TRATAMIENTO	CONSUMO DE ALIMENTO (g/pollo)		
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
<b>T1</b>	144,36 <sup>A</sup> ± 5,18	323,70 <sup>B</sup> ± 10,52	502,22 <sup>C</sup> ± 25,33
<b>T2</b>	148,72 <sup>A</sup> ± 3,25	334,81 <sup>B</sup> ± 11,44	508,46 <sup>D</sup> ± 10,02
<b>T3</b>	141,12 <sup>A</sup> ± 6,34	328,99 <sup>B</sup> ± 9,03	520,23 <sup>CD</sup> ± 22,64
<b>T4</b>	150,46 <sup>A</sup> ± 1,91	344,69 <sup>B</sup> ± 25,12	558,39 <sup>CD</sup> ± 45,40

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

La tabla 3.13, presenta el análisis de varianza para el consumo de alimento durante las 3 primeras semanas correspondientes a la etapa de inicio.

**Tabla 3.13.** Análisis de varianza para consumo de alimento promedio de la etapa de inicio (1-21 días) (g/pollo)

		CUADRADOS MEDIOS		
Fuentes de variación	gl	CA Semana 1	CA Semana 2	CA Semana 3
Total	11			
Tratamiento	3	53,63	242,49	133865,01*
Error	8	20,33	238,55	828,99
CV (%)		3,08	4,64	4,59

\* Diferencia significativa al 5%

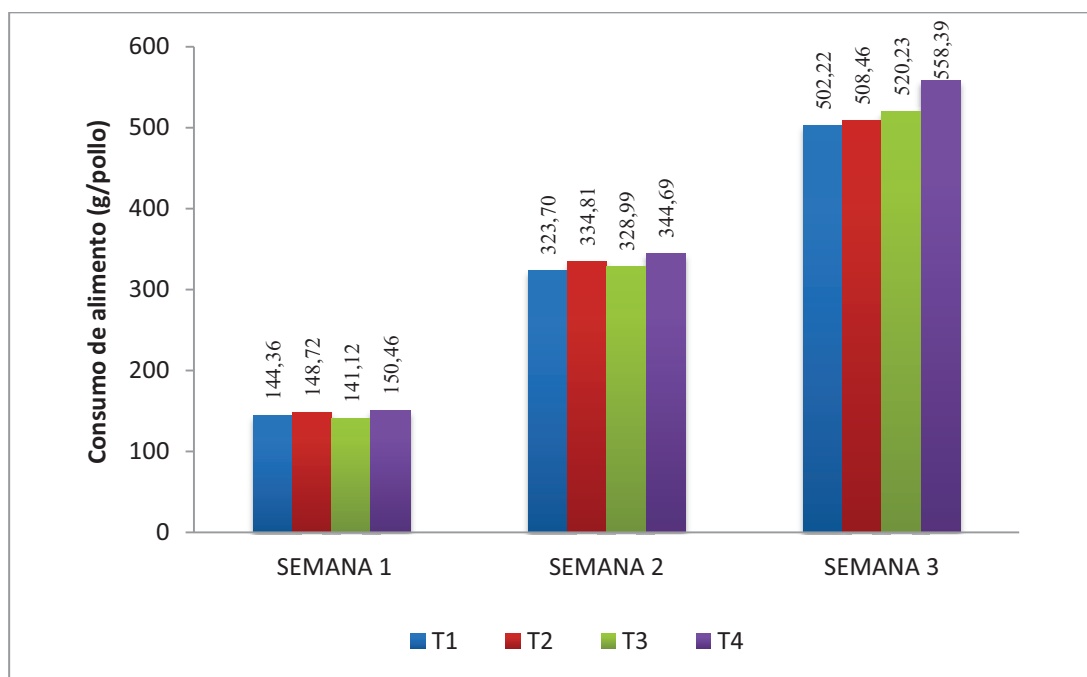
Durante las 2 primeras semanas no existió diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para el consumo de alimento, en la tercera semana existe una diferencia significativa entre los tratamientos.

Durante la primera semana el mayor consumo se dio en el tratamiento T4 lo cual se mantuvo durante la segunda y tercera semana, mientras que el menor consumo de alimento fue el de T1 (100% de maíz), manteniéndose de igual forma durante las semana 2 y 3.

Una posible causa para que el T1 (100% de maíz) tenga el menor consumo de alimento con respecto a los otros tratamientos, sería el nivel de energía metabolizable que contiene la dieta (3 106,80 Kcal/kg), se acerca a los requerimientos nutricionales recomendado por el NRC (2004), de 3 200,00 Kcal/kg; mientras que T2 (3 070,80 Kcal/kg), T3 (3 034,80 Kcal/kg) y T4 (2 998,80 Kcal/kg), presentan niveles menores y las aves consumieron más alimento para cubrir el requerimiento.

El nivel de ingesta se lleva a cabo por su contenido energético, de forma que a mayor contenido energético del balanceado, menor es la ingesta y viceversa (Pontes y Castello, 1995, p. 330), por lo que el animal consume hasta completar sus requerimientos de energía.

Durante la tercera semana, el tratamiento T1 (100% de maíz), se presenta como el tratamiento con menor consumo de alimento; los tratamientos T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba) y T4 no presentan diferencias estadísticas entre sí, mientras que el tratamiento T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) presenta el mayor consumo de alimento como se puede apreciar en la figura 3.5.



**Figura 3.5.** Consumo de alimento por tratamiento y por semana de la etapa de inicio

Para la variable de consumo de alimento en la etapa de inicio, las dietas con los diferentes porcentajes de inclusión de harina de algarroba, T2 (75% maíz + 25% harina de algarroba), T3 (50% maíz + 50% harina de algarroba), T4 (25% maíz + 75% harina de algarroba) y el testigo T1 (100% maíz) tuvieron un comportamiento dentro de los rangos para el consumo de alimento presentados en las tablas de UNICOL (2008).

### 3.3.2.2 Consumo de alimento de la etapa de engorde

En la tabla 3.14 se presentan los promedios del consumo de alimento durante las tres últimas semanas, correspondientes a la etapa de engorde.



**Tabla 3.14.** Consumo de alimento promedio por semana en la etapa de engorde (22-42 días) (g/pollo)

TRATAMIENTO	CONSUMO DE ALIMENTO (g/pollo)		
	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
<b>T1</b>	698,68 <sup>A</sup> ± 29,72	901,00 <sup>B</sup> ± 28,33	1 331,03 <sup>C</sup> ± 125,38
<b>T2</b>	721,33 <sup>A</sup> ± 32,11	911,77 <sup>B</sup> ± 29,38	1 319,56 <sup>C</sup> ± 47,98
<b>T3</b>	723,88 <sup>A</sup> ± 34,63	965,07 <sup>B</sup> ± 47,65	1 407,60 <sup>C</sup> ± 71,72
<b>T4</b>	758,92 <sup>A</sup> ± 51,67	996,41 <sup>B</sup> ± 70,84	1 476,10 <sup>C</sup> ± 121,51

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

En los anexos XVIII, XIX, XX, XXI se muestran los registros del consumo de alimento en la etapa de engorde para cada tratamiento

La tabla 3.15, presenta el análisis de varianza para la variable consumo de alimento durante las 3 últimas semanas correspondientes a la etapa de engorde.

**Tabla 3.15.** Análisis de varianza para consumo de alimento promedio de la etapa de engorde (22 – 42 días) (g/pollo)

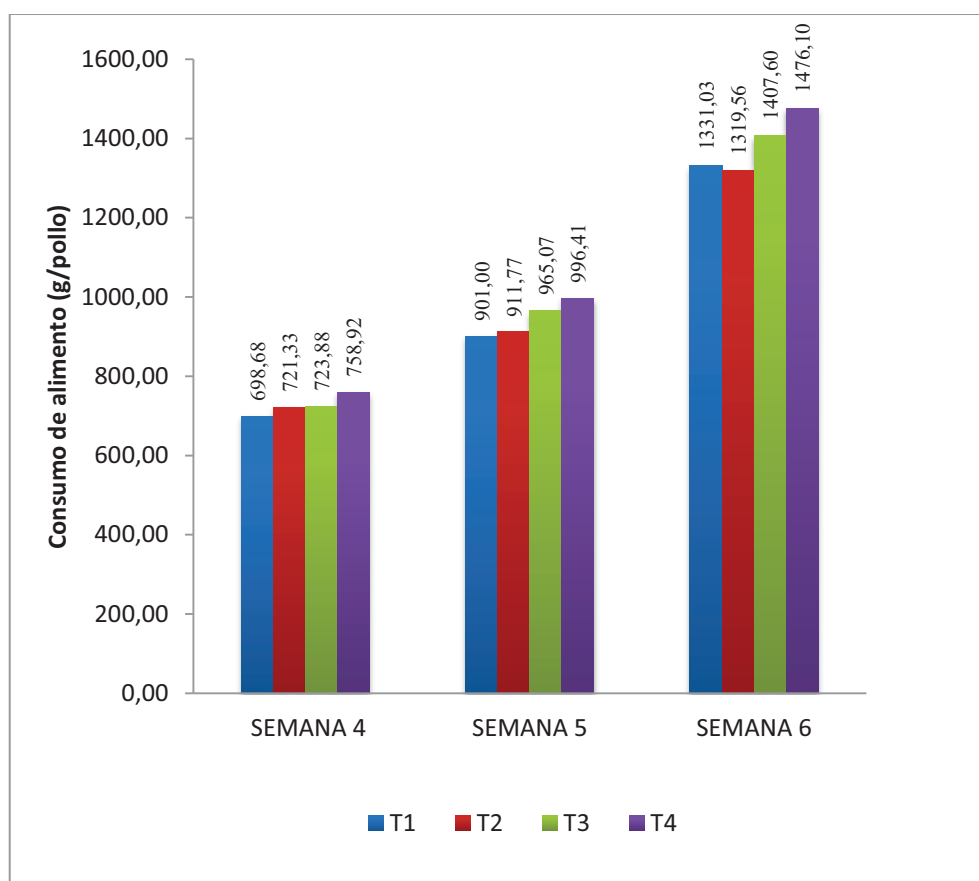
Fuentes de variación	gl	CUADRADOS MEDIOS		
		CA	CA	CA
		Semana 4	Semana 5	Semana 6
Total	11			
Tratamiento	3	1 856,47	6 077,83	15 996,01
Error	8	1 445,83	2 238,69	9 483,07
<b>CV (%)</b>		5,24	5,01	7,04

\* Diferencia significativa al 5%

Como se puede observar de los resultados de este análisis, durante las tres últimas semanas no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para el consumo de alimento.

El mayor consumo de alimento durante la etapa de engorde se dio con el tratamiento T4. El tratamiento T1 (100% de maíz), presentó el menor consumo de alimento en la cuarta y quinta semana, mientras que en la sexta el tratamiento T2 presentó el menor consumo.

En la figura 3.6, se presenta el consumo de alimento por tratamiento y por semana, se puede observar lo indicado anteriormente, que el tratamiento T1 (100% de maíz), presenta el menor consumo y el tratamiento T4 (25% maíz + 75% harina de algarroba) el mayor consumo.



**Figura 3.6.** Consumo de alimento por tratamiento y por semana de la etapa de engorde

En la figura 3.6 se observa que la diferencia entre el consumo de alimento de los tratamientos el tratamiento T1 (100% de maíz), y T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba) es mínimo. El consumo de alimento en todos los tratamientos durante las tres últimas semanas no difiere significativamente entre uno y otro.

Estos resultados corroboran lo expuesto por Lesson et al. (2000), que a medida que aumenta el nivel de energía disminuye el consumo de alimento. El tratamiento T1 (100% de maíz), tiene una energía metabolizable de 3 246,13kcal/kg, la cual es mayor a la de los demás tratamientos, por lo que se tiene el menor consumo de alimento. En el tratamiento T4 (25% maíz + 75% harina de algarroba), que tiene una energía metabolizable de 2 954,55 kcal/kg y es la menor de todos los tratamientos, se presenta el efecto contrario, el consumo de alimento fue en promedio el más alto para esta etapa.

### 3.3.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

#### 3.3.3.1 Conversión alimenticia de la etapa de inicio

En la tabla 3.16, se muestra el índice de conversión alimenticia para la etapa de inicio.

**Tabla 3.16.** Índice de conversión alimenticia de la etapa de inicio (1-21 días)

TRATAMIENTO	ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (%)		
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
<b>T1</b>	1,36 <sup>A</sup> ± 0,06	0,97 <sup>B</sup> ± 0,05	0,63 <sup>C</sup> ± 0,04
<b>T2</b>	1,35 <sup>A</sup> ± 0,05	1,05 <sup>B</sup> ± 0,08	0,64 <sup>C</sup> ± 0,01
<b>T3</b>	1,32 <sup>A</sup> ± 0,07	1,02 <sup>B</sup> ± 0,03	0,68 <sup>C</sup> ± 0,04
<b>T4</b>	1,40 <sup>A</sup> ± 0,01	1,08 <sup>B</sup> ± 0,12	0,73 <sup>C</sup> ± 0,08

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Este índice es una de las variables más importantes dentro del estudio, puesto que el objetivo es conseguir menor relación entre el peso corporal y el consumo de alimento para que el tratamiento sea más rentable.

En las tres semanas los índices de conversión son similares, y el T4 (25% maíz + 75% harina de algarroba) presentó los mayores índices de conversión, lo que indica que se necesita suministrar más alimento que en los otros tratamientos para obtener el mismo resultado.

El tratamiento T1 (100% de maíz), presentó el menor índice, lo que hace de este el mejor tratamiento para la etapa de inicio.

La tabla 3.17 muestra el análisis de varianza de la etapa de inicio del experimento.

**Tabla 3.17.** Análisis de varianza del índice de conversión alimenticia de la etapa de inicio (1-21 días)

Fuentes de variación	gl	CUADRADOS MEDIOS		
		IC Semana 1	IC Semana 2	IC Semana 3
Total	11			
Tratamiento	3	2,70E-03	1,00E-02	1,00E-02
Error	8	3,00E-03	1,00E-02	2,2E-03
CV (%)		4,01	7,17	7,01

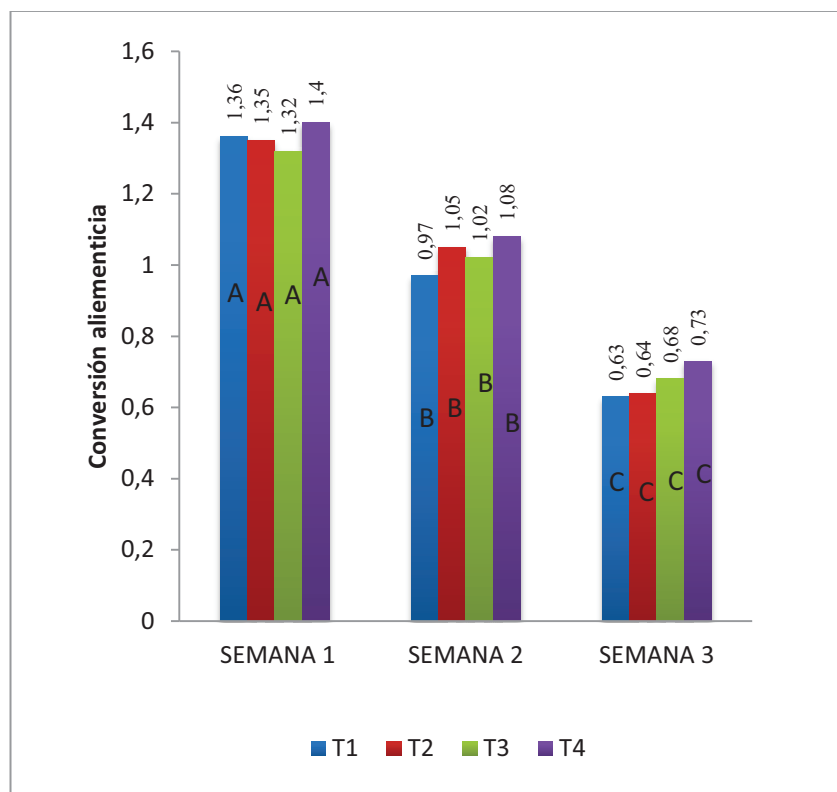
\* Diferencia significativa al 5%

El análisis de varianza muestra que no existieron diferencias estadísticamente significativas durante las tres primeras semanas correspondientes a la etapa de inicio.

En la figura 3.7 se muestra el índice de conversión alimenticia en la etapa de inicio, en la segunda y tercera semana el tratamiento T1 (100% de maíz) es el que mantiene el menor índice de conversión alimenticia, esto quiere decir que el pollo necesita menor cantidad de alimento para incrementar el peso.

Por otra parte la estrecha relación entre los tratamientos T1 (100% de maíz), T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba), se puede atribuir al balance

proteína-energía que es similar para los dos tratamientos. El contenido energético y proteico del alimento determina el índice de conversión alimenticia (González, 2001, pp. 289-290)



**Figura 3.7.** Índice de conversión alimenticia en la etapa de inicio

El porcentaje de proteína y el contenido de energía de la formulación de los tratamientos T1 y T2 logró una mejor conversión alimenticia, mientras que los tratamientos con mayores porcentajes de inclusión de harina de algarroba T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) y T4, no presentaron los índices esperados.

### 3.3.3.2 Conversión alimenticia de la etapa de engorde

En la tabla 3.18 se observan los índices de conversión alimenticia de la cuarta, quinta y sexta semana que corresponde a la etapa de engorde.

**Tabla 3.18.** Índice de conversión alimenticia de la etapa de engorde

TRATAMIENTO	ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (%)		
	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
<b>T1</b>	2,28 <sup>A</sup> ± 0,22	2,25 <sup>B</sup> ± 0,54	2,12 <sup>C</sup> ± 0,22
<b>T2</b>	3,09 <sup>A</sup> ± 0,43	3,09 <sup>B</sup> ± 0,54	2,13 <sup>C</sup> ± 0,21
<b>T3</b>	2,73 <sup>A</sup> ± 0,52	3,68 <sup>B</sup> ± 1,16	2,27 <sup>C</sup> ± 0,27
<b>T4</b>	3,10 <sup>A</sup> ± 0,39	3,61 <sup>B</sup> ± 0,83	2,54 <sup>C</sup> ± 0,26

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Como se puede observar en la tabla 3.19, no existen diferencias significativas en ninguna de las tres últimas semanas en lo que respecta al índice de conversión alimenticia.

**Tabla 3.19.** Análisis de varianza del índice de conversión alimenticia de la etapa de inicio (1-21 días)

Fuentes de variación	gl	CUADRADOS MEDIOS		
		IC Semana 4	IC Semana 5	IC Semana 6
Total	11			
Tratamiento	3	4,50E-01	1,30E+00	1,10E-01
Error	8	1,60E-01	6,50E-01	6,00E-02
<b>CV (%)</b>		14,39	25,57	10,63

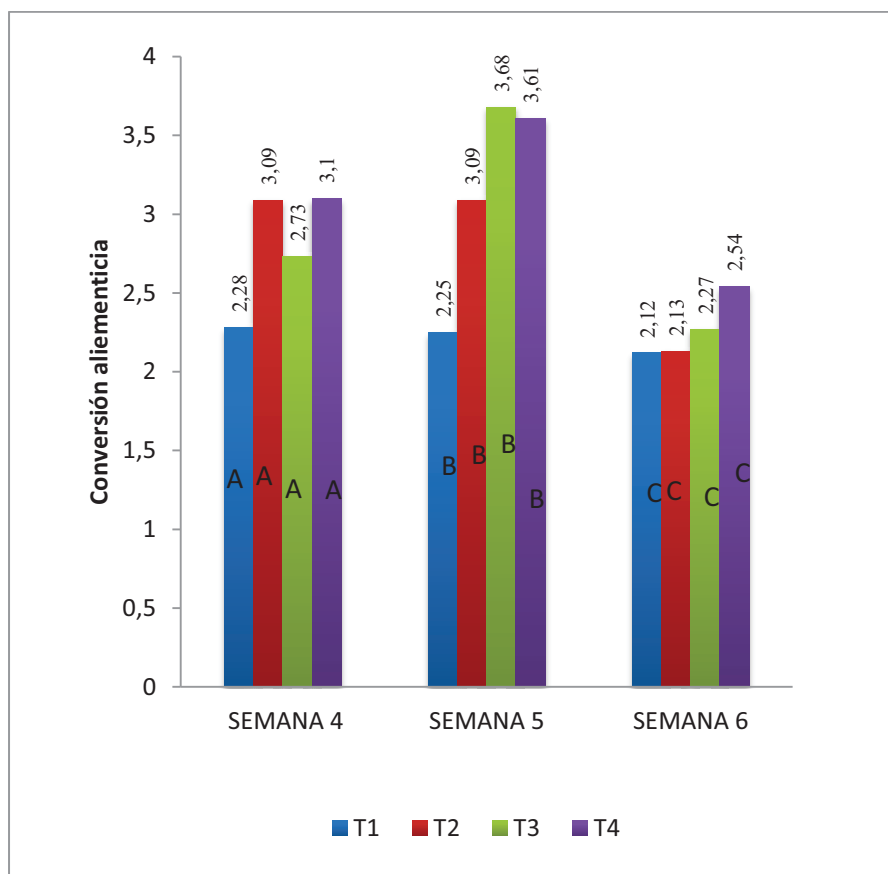
\* Diferencia significativa al 5%

En la etapa de engorde, el tratamiento T1 (100% maíz) presentó el menor índice de conversión durante las tres semanas.

De manera general los tratamientos con inclusión de harina de algarroba presentaron los mayores índices de conversión durante la quinta semana y decrecieron en la sexta, es decir que existió una mayor relación entre el peso

corporal y el consumo de alimento, lo que hace a los tratamientos T3 y T4 menos rentables

En la figura 3.8 se observa el índice de conversión alimenticia por semana y por tratamiento durante la etapa de engorde.



**Figura 3.8.** Índice de conversión alimenticia en la etapa de engorde

De los tratamientos con inclusión de harina de algarroba, el tratamiento T3 (50% maíz + 50% harina de algarroba) en la cuarta semana presentó el menor índice de conversión alimenticia con respecto a los tratamiento T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba) y T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba).

En la quinta y sexta semana el tratamiento T2 (75% maíz + 25% harina de algarroba) mantuvo el menor índice de conversión alimenticia con respecto a los tratamientos T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) y T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba).

El T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba) fue el mejor tratamiento con inclusión de harina de algarroba al finalizar la sexta semana; sin embargo, no superó al testigo T1 (100% maíz), que fue el mejor de todos los tratamientos.

Hay que tener en cuenta que las proteínas son la materia de construcción de los músculos y los tejidos del cuerpo, pero más importante que las proteínas es su perfil de aminoácidos (Castellanos et al., 2007 p. 61); de acuerdo a esto la mejor conversión de T1 (100% de maíz). Pero no se puede descartar la opción de sustitución parcial de maíz, ya que una inclusión de harina de algarroba en un 25% dio índices de conversión alimenticia muy cercanos al tratamiento testigo, lo que podría ser beneficioso al momento de sustituir el maíz por materias primas no tradicionales.

### 3.3.4 ÍNDICE DE MORTALIDAD

La tabla 3.20 presenta el promedio de aves muertas y su porcentaje por tratamiento durante el experimento.

En el anexo XXII se muestran los registros de mortalidad de la etapa de inicio, y en el anexo XXIII, se encuentran los registros de mortalidad de la fase de engorde.

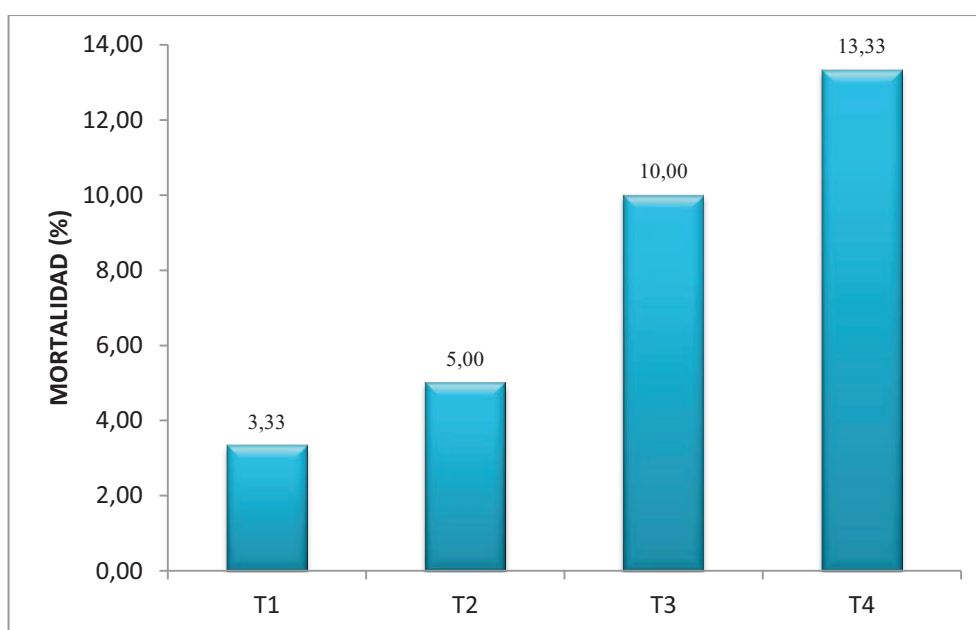
**Tabla 3.20.** Promedio de aves muertas y porcentaje de mortalidad del experimento (1-42 días)

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE MORTALIDAD
T1	3,33%
T2	5,00%
T3	10,00%
T4	13,50%



El tratamiento T1 (100% maíz) presentó el menor porcentaje de mortalidad con relación a los tratamientos que contenían en su dieta harina de algarroba y el tratamiento T2 (75% maíz + 25% harina de algarroba) presentó un porcentaje mayor al presentado por el tratamiento T1.

En la figura 3.9 se observa el porcentaje de mortalidad de los tratamientos durante el experimento.



**Figura 3.9.** Porcentaje de Mortalidad por tratamiento durante el experimento (1-42 días)

Se puede apreciar que a medida que incrementa la sustitución de maíz por harina de algarroba, aumentó la tasa de mortalidad la cual es mucho mayor en el tratamiento T4, con un 13,33%; el menor índice de mortalidad se presenta en el tratamiento T1 (100% de maíz). En el primer día, en el tratamiento T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba) existieron 2 bajas debido a que los pollitos llegaron enfermos, permanecieron sin ingerir alimento y a pocas horas murieron.

El gran porcentaje de fibra contenida en los tratamientos de mayor inclusión de harina de algarroba (T3 y T4), puede ser una de las causas del alto número de bajas, debido a que estas dietas contenían porcentajes de fibra superiores a lo recomendado por French (2008) (pp.126-127)

La tabla 3.21 resume las bajas de pollos por las diferentes causas de muertes por tratamiento que se presentaron durante el experimento.

**Tabla 3.21.** Número de pollos muertos por tratamientos y las causas de muerte

Tratamiento	Aplastados, ahogados y otros	Síndrome de muerte súbita	Ascitis	Total
<b>T1</b>	1	0	1	2
<b>T2</b>	2	1	0	3
<b>T3</b>	1	5	0	6
<b>T4</b>	2	5	1	8

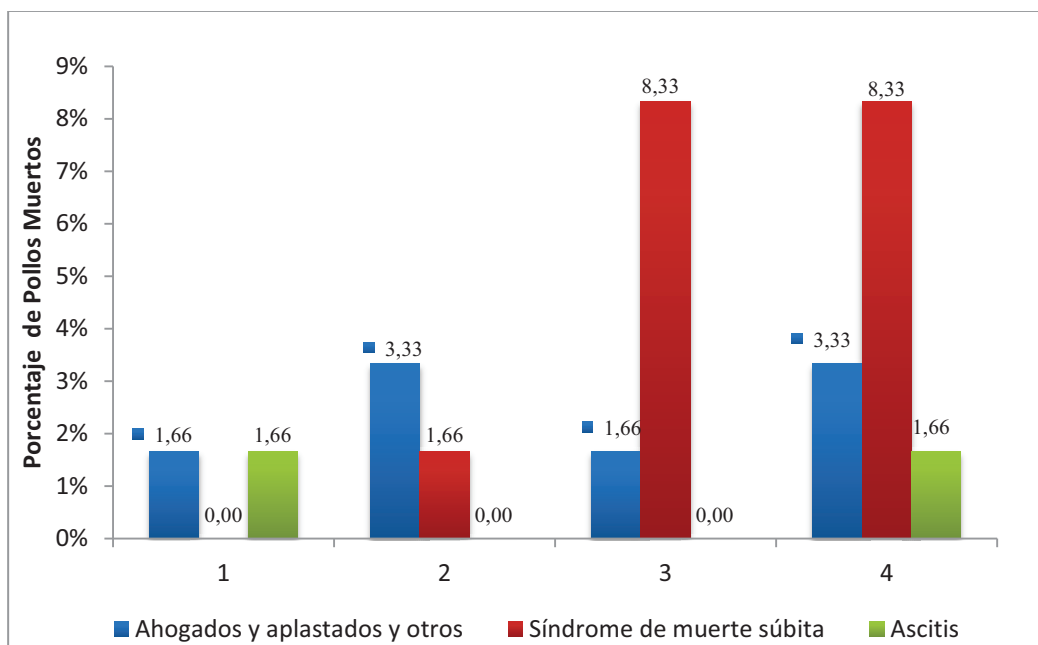
La causa de mayor muerte durante el experimento se dio por el síndrome de muerte súbita y se presentó con más frecuencia en los tratamientos de mayor inclusión de harina de algarroba T3 (50% maíz + 50% harina de algarroba) y T4 (25% maíz y 75% de harina de algarroba) esto se puede atribuir a los factores antinutricionales de la vaina de algarroba.

La mortalidad de muchas de las aves se dio de una manera repentina, sin presentar signos de enfermedad, por lo que el diagnóstico del veterinario fue a causa del síndrome de la muerte súbita, debido a que en el tracto gastrointestinal había alimento, esto coincide con lo expuesto por Ocampo y Vásquez (2011), y corrobora la idea de que el alto contenido de fibra y factores antinutricionales de la harina de algarroba podrían haber contribuido a la presencia de este síndrome (p.1).

En la figura 3.10, se muestran el porcentaje de mortalidad por cada tratamiento y las causas que ocasionaron las muertes.

El tratamiento T1 presentó muertes por ahogo debido a una aglomeración en la criadora que ocasionó la muerte del animal. La muerte por ascitis se produjo a los 38 días, el animal presentó el abdomen hinchado. La causa se debe al excesivo

consumo de alimento por parte del pollo. Solo se presentaron 2 bajas en el tratamiento T1, una por cada causa antes señalada, lo que da un porcentaje de mortalidad bajo.



**Figura 3.10.** Porcentaje de mortalidad por tratamiento y por causas de muerte

En el tratamiento T2 se presentó un total de 3 muertes; el canibalismo y la presencia de un animal con el pico torcido fueron las causas que produjeron los mayores porcentajes de bajas en este tratamiento. El síndrome de muerte súbita presentó una muerte a las 37 semanas.

El ahogamiento provocó una baja en el tratamiento T3 y 2 bajas en el tratamiento T4 durante los primeros días, esto se debió a la aglomeración de los pollos debajo de las criadoras. Las muertes por síndrome de muerte súbita presentaron un elevado porcentaje en los tratamientos T3 y T4 que son los de mayor inclusión de harina de algarroba. El mayor número de bajas por esta causa se produjo durante la etapa de engorde. Los pollos sanos fueron encontrados muertos, se puede atribuir a factores antinutricionales de la vaina de algarroba, así como al elevado porcentaje de fibra que contenían las dietas destinadas para los tratamientos T3 y T4 que no favorecieron una buena absorción de nutrientes por parte del animal.

### 3.3.5 EVALUACIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO

En la tabla 3.22 se presentan un resumen de los resultados obtenidos durante las seis semanas que duró el experimento en forma global, de acuerdo a las variables estudiadas durante el proceso de investigación. En la figura 3.11 se muestra la relación entre el incremento de peso y el índice de conversión alimenticia durante el experimento.

Con los resultados expuestos en la tabla 3.25 se observa que el tratamiento T1 (100% maíz), obtuvo durante todo el experimento el mejor peso promedio (2200,53 g/pollo), seguido por el tratamiento T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba) con un peso de (2 007,47 g/pollo). A medida que aumenta la inclusión de la harina de algarroba el peso disminuye; siendo el tratamiento T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba) el que obtuvo el menor peso promedio (1 930,47 g/pollo).

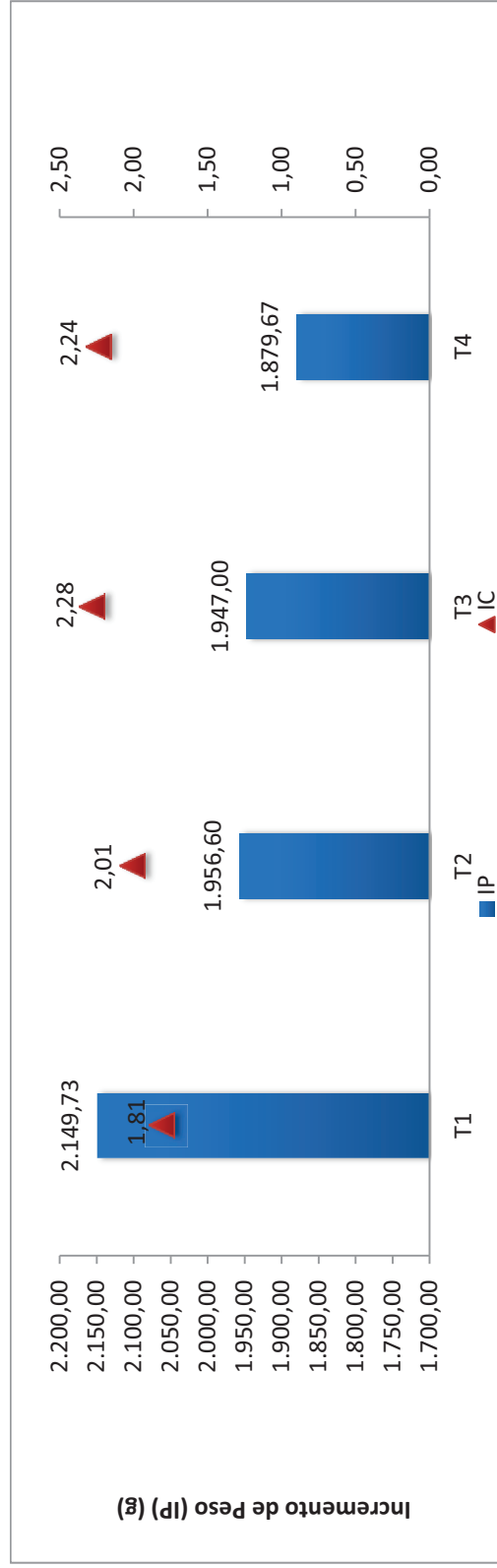
Lesson et al.(2000), sostiene que a los 42 días las aves logran un peso promedio alrededor de 2kg por pollo, los tratamientos T1 (100% de maíz) y T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba) superan este promedio, mientras que T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) se aproxima a los 2 kg y T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba) fue aproximadamente 70 g menor al promedio expuesto por Lesson et al. (2000) (pp. 220-221).

En lo que respecta al consumo en general todos los tratamientos tuvieron un consumo superior a lo que indican las tablas de UNICOL (2008) donde el consumo de alimento sugerido para seis semanas es de 3 539 g/pollo.

En cuanto al índice de conversión alimenticia, el tratamiento que tuvo el menor índice de conversión fue el T1 (100% de maíz), con 1,84; este índice de conversión es similar al establecido en las tablas de UNICOL (2008), que indican que el índice de conversión alimenticia a las seis semanas es de 1,74; lo que hace a T1 el mejor tratamiento, puesto que Buxadé (1995), indica que un buen índice de conversión alimenticia a los 42 días, se encuentra en el rango de 1,80 a 1.90. (p. 129)

**Tabla 3.22.** Resultados de los pesos promedio por semana, incremento de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad del experimento (1 – 42 días)

TRATAMIENTO	INICIO	PESO CORPORAL	IP	CA	IC	M
T1	50,80 <sup>A</sup> ± 0,72	2200,53 <sup>B</sup> ± 50,30	2149,73 <sup>D</sup> ± 50,56	3900,99 <sup>F</sup> ± 221,9	1,81 <sup>H</sup> ± 0,15	3,33%
T2	50,87 <sup>A</sup> ± 0,61	2007,47 <sup>C</sup> ± 19,33	1956,60 <sup>E</sup> ± 19,07	3944,65 <sup>FG</sup> ± 132,08	2,01 <sup>H</sup> ± 0,06	5,00%
T3	51,47 <sup>A</sup> ± 0,42	1998,47 <sup>C</sup> ± 38,42	1947,00 <sup>E</sup> ± 38,69	4509,15 <sup>FG</sup> ± 178,93	2,28 <sup>I</sup> ± 0,09	10,00%
T4	50,80 <sup>A</sup> ± 0,80	1930,47 <sup>C</sup> ± 14,41	1879,67 <sup>E</sup> ± 14,32	4284,96 <sup>G</sup> ± 305,07	2,24 <sup>I</sup> ± 0,20	13,50%



**Figura 3.11.** Relación entre el incremento de peso y el índice de conversión alimenticia

### 3.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

#### 3.4.1 COSTO DE LAS DIETAS

##### 3.4.1.1 Costo de los balanceados de la etapa de inicio

Los costos de 1kg de balanceado de acuerdo a los niveles de reemplazo de cada tratamiento para la etapa de inicio, se muestran en el anexo XXIV.

En la tabla 3.23, se presenta el costo de la dieta de la etapa de inicio por cada tratamiento.

De acuerdo con lo expuesto en la tabla 3.23, se puede observar que el tratamiento de menor costo en la etapa de inicio, fue el tratamiento T4, el de mayor inclusión de harina de algarroba, con un costo de 20,86 USD., a pesar de que este tratamiento tuvo el mayor consumo de alimento.

**Tabla 3.23.**Costo de la dieta de la etapa de inicio por tratamiento.

Tratamiento	Costo balanceado (USD/kg)	Consumo (g)	Consumo (kg)	Costo/pollo (USD)	Aves vivas	Costo de dieta (USD)
T1	0,41	970,28	0,97	0,40	59	23,47
T2	0,39	991,99	0,99	0,39	58	22,44
T3	0,38	990,34	0,99	0,37	58	21,83
T4	0,36	1053,54	1,05	0,38	55	20,86

Por otra parte el mayor costo en la alimentación en la etapa de inicio se tuvo en el tratamiento T1 (23,41 USD.), el mismo que presentó el menor consumo de alimento. Su valor se incrementó por el costo de la materia prima utilizada en la elaboración del balanceado.

La harina de algarroba disminuyó los costos de los balanceados en proporción a su porcentaje de inclusión, por su menor costo frente al del maíz, al no ser el algarrobo un árbol con valor industrial, la obtención de la harina de algarroba es baja, tomándose como rubro más importante en el valor del kilogramo de harina de algarroba la mano de obra, para la recolección, secado y molienda de las vainas de algarrobo.

### 3.4.1.2 Costo de los balanceados de la etapa de engorde

El costo de 1 kg de balanceado de acuerdo a los niveles de reemplazo de cada tratamiento para la etapa de engorde, se muestran en el anexo XXV.

En la tabla 3.24 se muestra el costo de los balanceados para la etapa de engorde por cada tratamiento.

Al igual que en la etapa de inicio el menor costo se obtuvo con el tratamiento T4, a pesar de tener el mayor consumo de alimento con relación a los demás tratamientos, esto se debió a las razones antes expuestas.

**Tabla 3.24.** Costo de la dieta de la etapa de engorde por tratamiento.

Tratamiento	Costo balanceado (USD /kg)	Consumo (g)	Consumo (kg)	Costo/pollo (USD)	Aves vivas	Costo de dieta (USD)
T1	0,38	2 930,71	2,93	1,13	58	65,42
T2	0,37	2 952,65	2,95	1,09	57	61,97
T3	0,35	3 096,54	3,10	1,09	54	58,78
T4	0,33	3 231,43	3,23	1,08	52	56,27

### 3.4.1.3 Costo total por tratamiento

En la tabla 3.25 se muestra el costo final de cada dieta por tratamiento al finalizar el experimento.

**Tabla 3.25.** Costo en dólares del total de cada dieta por tratamiento

Tratamiento	Nivel de Reemplazo	Costo dieta de inicio (USD)	Costo dieta engorde (USD)	Costo del Alimento (inicio + engorde) (USD)
<b>T1</b>	Balanceado + 100 % maíz	23,41	65,42	85,22
<b>T2</b>	Balanceado + 75% maíz + 25% H.A.	22,57	61,97	82,72
<b>T3</b>	Balanceado + 50% maíz + 50% H.A.	21,57	58,78	74,99
<b>T4</b>	Balanceado + 25% maíz + 75% H.A.	20,80	56,27	69,22

Se observa que el tratamiento con mayor inclusión de harina de algarroba T4, tuvo el menor costo durante todo el experimento, debido a que el costo de obtención de la harina es bajo. Para determinar el costo del saco de vainas de algarrobo solo se tomó en cuenta la mano de obra del trabajador que recolectó las vainas, debido a que en la zona donde se realizó el experimento el algarrobo es un fruto al que no se le da valor. Otros costos en los que se incurrieron están asociados a la elaboración de harina, con el alquiler del molino y la mano de obra para el secado y tamizado.

### 3.4.2 PRESUPUESTOS PARCIALES

Para la elaboración de los presupuestos parciales se anotaron los pesos (kg) obtenidos al final del experimento por cada uno de los tratamientos. El precio establecido es al cual se encontraba el kg de pollo vivo al momento de finalizar el experimento.

En la tabla 3.26 se muestra el análisis de los presupuestos parciales del experimento.



**Tabla 3.26.** Análisis de presupuestos parciales del experimento

Parámetros	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
<b>1. Peso Total (Kg)</b>	127,63	114,43	107,92	100,38
<b>2. Precio (USD./kg)</b>	1,65	1,65	1,65	1,65
<b>3. Beneficio Bruto (1*2) (USD.)</b>	210,59	188,80	178,06	165,63
<b>COSTOS</b>				
<b>4. Costo Total del Alimento (USD.)</b>	88,83	84,54	80,36	77,07
<b>5. Vitaminas, Vacunas, Insumos (USD.)</b>	10,00	10,00	10,00	10,00
<b>6. Total Costo (4 + 5) (USD.)</b>	98,83	94,54	90,36	87,07
<b>7. Beneficio Neto (3-6) (USD.)</b>	111,76	94,26	87,71	78,57

Con el tratamiento T1 (100% de maíz), se obtuvo el mayor beneficio bruto (210,56), mientras que el tratamiento T4 obtuvo el menor beneficio bruto (165,63), por el bajo peso total al final del experimento y al alto índice de mortalidad.

El tratamiento T1 (100% de maíz), obtuvo el mayor beneficio neto por poseer el mayor peso total y el menor índice de mortalidad durante el desarrollo del experimento.

### 3.4.3 ANÁLISIS DE DOMINANCIA

En la tabla 3.27 se muestra el análisis de dominancia del costo de alimentación de cada una de las dietas que se utilizaron en el experimento.

**Tabla 3.27.** Análisis de dominancia de los costos de alimentación de cada dieta por tratamiento que se utilizaron en el experimento

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>COSTOS QUE VARÍAN (USD)</b>	<b>BENEFICIO NETO (USD)</b>	<b>DOMINANCIA</b>
<b>T4</b>	87,07	78,57	DOMINADO
<b>T3</b>	90,36	87,71	DOMINADO
<b>T2</b>	94,54	94,26	DOMINADO
<b>T1</b>	98,83	111,76	NO DOMINADO

Se observa que los tratamientos con mayor inclusión de harina de algarroba presentaron el menor costo, pero fueron los que menos beneficios lograron, esto se debió al menor rendimiento de peso que presentaron y los altos índices de mortalidad para estos tratamientos.

El tratamiento T1 (100% de maíz) fue el único tratamiento no dominado, porque aunque presentó el mayor costo, de este se obtuvo el mayor beneficio neto. No se realizó el cálculo de la tasa de retorno marginal por no encontrar al menos dos tratamientos no dominados dentro del experimento.

Los resultados de los presupuestos parciales tuvieron concordancia con los resultados de los análisis estadísticos de las variables de estudio que evaluaron los rendimientos de los pollos en cada tratamiento. El tratamiento testigo T1 (100% de maíz), presentó económicamente mejores resultados que los tratamientos con inclusión de harina de algarroba.

#### **3.4.4 BENEFICIO – COSTO**

Tomando en cuenta los costos que varían y el beneficio neto que se obtuvo en cada tratamiento durante las 6 semanas que duró el experimento, se procedió al

cálculo del beneficio - costo para cada tratamiento, el mismo que se expone en la tabla 3.28.

**Tabla 3.28.** Análisis beneficio costo de cada tratamiento del experimento

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>COSTO QUE VARÍA (USD)</b>	<b>BENEFICIO NETO (USD)</b>	<b>BENEFICIO/COSTO</b>
<b>T1</b>	98,83	111,76	1,13
<b>T2</b>	94,54	94,26	1,00
<b>T3</b>	90,36	87,71	0,97
<b>T4</b>	87,07	78,57	0,90

Al realizar el análisis beneficio costo, el tratamiento T1 (100% de maíz), mantiene el mayor beneficio costo, al aplicar este tratamiento por cada dólar invertido se recibe una ganancia de 0,13 USD ( $B/C \geq 1$  viable)

El tratamiento T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba) tiene un beneficio/costo igual a 1 lo que también lo hace viable económicamente, aunque los réditos son menores que a los obtenidos con el tratamiento testigo T1.

Con los tratamientos T3 (50% de maíz + 50% de harina de algarroba) y T4 en los que se incluyó mayor porcentaje de harina de algarroba no se obtiene beneficio como se puede observar en la tabla 3.31 donde  $B/C \leq 1$  por lo tanto no son viables.

De acuerdo al resultado obtenido en los presupuestos parciales, el único tratamiento que surgió como el mejor fue el tratamiento T1 (100% maíz), cuyos costos que varían fueron los más bajos obteniéndose el mayor beneficio neto.

El resultado obtenido en la evaluación económica tuvo concordancia con los resultados de los análisis estadísticos que examinaron el rendimiento de los pollos determinando como mejor tratamiento al T1 (100% maíz).

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- Los análisis bromatológicos de cada una de las dietas demostraron que las formulaciones donde se sustituyó parcialmente el maíz por harina de algarroba poseen características nutricionales similares tanto en proteínas, como en energía metabolizable, a la dieta formulada solo con maíz y balanceado y elevados porcentajes de fibra cruda.
- La mejor respuesta de los pollos Broilers se obtuvo con el tratamiento testigo T1 (100% de maíz) tanto en promedio de peso corporal como en el índice de conversión de alimento, mientras que los tratamientos con inclusión de algarroba presentaron una relación indirecta entre el porcentaje de inclusión y el peso corporal de alimento, es decir a mayor inclusión de harina de algarroba, menor peso corporal; el tratamiento T4 (25% de maíz + 75% de harina de algarroba) fue el que presentó el menor peso corporal.
- Al aumentar el porcentaje de harina de algarroba en cada una de las dietas se incrementó el índice de mortalidad, debido a factores antinutricionales como la cantidad de fibra que puede reducir una buena absorción de los nutrientes y causar la muerte.
- Económicamente el tratamiento más viable fue el T1 (100% de maíz), pero no debe descartarse el tratamiento T2 (75% de maíz + 25% de harina de algarroba), que también es viable y es una alternativa para obtener beneficios a menores costos.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones posteriores, donde se valoren los posibles factores antinutricionales que limitan el uso potencial de harina de algarroba en la alimentación de pollos de engorde y pueden influir negativamente en la utilización y asimilación de proteínas y nutrientes.
- Efectuar estudios en donde se disminuya el porcentaje de inclusión de harina de algarroba por maíz, poniendo especial atención en la disminución de factores antinutricionales en la formulación, que pueden limitar el uso potencial de este alimento en pollos broilers.
- La disponibilidad y bajo costo de la vaina de algarrobo (*Prosopis pallida*) en la zona donde se realizó el experimento, hacen de este alimento, un recurso potencial que debe ser fomentado para poder ser suministrado como alimento a los animales y de esta manera reducir la dependencia a productos importados que elevan el costo de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aedo, A. (2007). Factibilidad técnico-económica de generar productos alimenticios a partir del fruto de Algarrobo Chileno (*Prosopis chilensis* Mol. Stuntz) para la alimentación humana o animal. Proyecto de Titulación previo a la obtención de Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/faa246f/doc/faa246f.pdf>, (Mayo, 2010). pp.1-3, 8-11
2. Alzate, L., Arteaga, D. y Garcés Y.(2008).Propiedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de interés para la industria de alimentos. Revista Lasallista de Investigación, Colombia. Recuperado de [http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?pid=S1794-44492008000200013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?pid=S1794-44492008000200013&script=sci_arttext), (Julio, 2010). pp. 103 - 106
3. AGROBIT.(2006). Cría de pollos camperos. Recuperado de <http://www.cria-de-animales.com.ar/Pollos-Camperos.htm>, (Abril, 2010).
4. AVIMENTOS.(2010). Plan de Alimentación para Pollos de Engorde. Recuperado de [http://www.bio.com.ec/avimentos/plan\\_alimenticio.php?id=1](http://www.bio.com.ec/avimentos/plan_alimenticio.php?id=1), (Octubre, 2010).
5. AVIAGEN.(2009). Suplemento de Nutrición del Pollo de Engorde Ross. Recuperado de [http://nicholasturkey.com/ss/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Ross-Suplemento-Nutricin-Pollo-Engorde-2009.pdf](http://nicholasturkey.com/ss/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-Suplemento-Nutricin-Pollo-Engorde-2009.pdf). (Mayo,2010).
6. Barros, P. (2009). Evaluación de un subproducto de destilería de alcohol (vinaza) como aditivo en la alimentación de pollos de engorde. Tesis de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero Zootecnista. Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Recuperado de [www.dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/63/1/17to921.pdf](http://www.dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/63/1/17to921.pdf), (Enero 2012). pp. 39 - 43

7. Basurto, L.(2009). ALGARROBO *Prosopis pallida*, Perú. Recuperado de <http://taninos.tripod.com/algarrobo.htm>, (Marzo, 2010).
8. Bayona C.(1999). Algarrobo El superárbol del desierto Peruano. Organización de Estados Iberoamericanos, Servicio Informativo, Perú. Recuperado de <http://www.oei.org.co/sii/entrega26/art08.htm>, (Junio, 2010).
9. Bernardi C., Drago S., Sabbag N., Sanchez H. y Freyre M. (2006). Formulation and sensory evaluation of *Prosopis alba* (algarroba) pulp cookies with increased iron and calcium dialyzabilities. *Plant Foods for Human Nutrition*, pp. 39-44, 61.
10. Bravo L., Grados N. y Saura-Calixto F.(1998). Characterization of syrups and dietary fiber obtained from mesquite pods (*Prosopis pallida* L). *J Agric Food Chem*, pp. 17, 27-33, 46.
11. Bonilla, O. y Díaz O.(1994) Elementos Básicos para el manejo de animales de granja 5. Aves (Gallinas, patos, gansos, codornices y pavos. Editorial Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, pp. 11-22, 29-33, 39-40.
12. Buxadé, C.(1995). Zootecnia. Base de Producción Animal (Avicultura Clásica y Complementaria. Ediciones Mundi – Prensa, pp. 115 -130.
13. Cadena, S.(2002). Pollos: Microcriaderos Intensivos. 1ra. Edición, Editorial Cadena, Quito, pp. 15, 24, 36, 45-70, 90-112, 125-135, 154.
14. Carpio A. (1991). Formulación y elaboración de balanceados para iniciación y engorde de patos, sustituyendo el maíz por diferentes porcentajes de algarroba. Proyecto de Titulación previo a la obtención de Ingeniero en

Industrias Agropecuarias, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.

15. Cativo, J., Mancía, C., Sandoval J.(2008). Diseño de un modelo de Control administrativo para minimizar los costos de producción de las pequeñas empresas avícolas que operan en el departamento de Sonsonate. Universidad Francisco Gavidia, San Salvador. p.2
16. Chain, L. (2005). Consejos para cría de pollos parrilleros. España. p. 4.
17. Camiruaga, M.(2004). Líneas Genéticas de Aves de Carne. Universidad Católica de Chile. Recuperado de [http://www.uc.cl/sw\\_educ/prodenim/aves/si2.htm](http://www.uc.cl/sw_educ/prodenim/aves/si2.htm), (Junio, 2010). p. 19
18. Castellanos, F., Kirchner, F., y Acosta, M. (2007). Aves de corral. Manual para Educación Agropecuaria. Editorial Trillas, México.p. 61.
19. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)(1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición revisada, México, pp. 1-76.
20. Ciriaco, P., y Montalvo, M.(2001). Comportamiento productivo y reproductivo de codornices (*CoturnixCoturnix Japónica L.*) en postura alimentadas con algarrobo (*Prosopis Pallida*) en la etapa de desarrollo. Perú. Recuperado de [www.tumi.lamolina.edu.pe/resumen/anales/julio\\_agosto\\_2001\\_pdf](http://www.tumi.lamolina.edu.pe/resumen/anales/julio_agosto_2001_pdf). (Abril, 2010). p.234
21. Díaz, D, y Campos, J (2002). Efecto del sistema de explotación (Slat en la etapa inicial) sobre la curva de crecimiento del pollo de engorde sobre la base del estudio del caso. Revista Científica de la Universidad de los Andes, Trujillo, Venezuela. Recuperado de



[www.saber.ula.ve/revistacientifica/n12/pdf/articulo\\_22pdf](http://www.saber.ula.ve/revistacientifica/n12/pdf/articulo_22pdf), (Julio 2010). P.476

22. Duran, L., Rodríguez C., Salvador F.(2004).Formulación de Raciones. BensonAgriculture&FoodInstitute&Corporation, México.
23. Ensminger, M. y Olentine, C.(1983) Alimentos y Nutrición de los Animales.1ra. Edición, Editorial El Ateneo, Buenos Aires, pp. 267,268, 485, 498.
24. FEDNA.(1997). Últimos Avances en Nutrición de Aves. Universidad de Iowa.,U.S.A. Recuperado de [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Avances en la Alimentaci%C3%B3n de Aves.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Avances_en_la_Alimentaci%C3%B3n_de_Aves.pdf), (Junio, 2010). pp. 6-7
25. Fernández, C(2007). Guía de manejo broilers. DIPRODAL, Avícola Metrnco. Recuperado de <http://www.avicolametrenco.cl/Manual%20Broiler.pdf> .(Diciembre, 2011). pp. 5-8,13-14
26. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS FAO. (2000). El Género Prosopis “Algarrobos” En América Latina y El Caribe. Distribución, Bioecología, Usos y Manejo. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/ad314s/AD314S09.html>, (Marzo, 2010).
27. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONSFAO). (1997). Prosopis chilensis. En Especies arbóreas y arbustivas paralas zonas áridas de América Latina. Serie: Zonas áridas y semiáridasNº12. Santiago, Chile. Recuperado de [www.fao.org/prosopis\\_chilensis/html](http://www.fao.org/prosopis_chilensis/html), (Marzo, 2010).
28. French, K. (2008). Crianza Práctica de Aves. Peace Corps Information Collection & Exchange, USA. Recuperado de<http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/pc/m0034s/m0034s00htm#Contents>, (Marzo 2012). pp. 84,109, 126 -128

29. González, G.(2001). Fundamentos de nutrición animal aplicada. Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia, pp. 289-290
30. Hoyos, K.(2010). Especies menores en Colombia. Recuperado de <http://es.calameo.com/read/000460483b4f5da87c00c>, (Diciembre, 2010). p. 2
31. INAMHI. (2009). Recuperado de [www.inamhi.gov.ec](http://www.inamhi.gov.ec),(Mayo, 2010)
32. Ocampo, J; Vasquez, M. (2011). Fisiopatología de la hipertensión arterial pulmonar en aves.Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria. Perú Reciperado de [http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo\\_ocampo\\_fisiopatologia.pdf](http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo_ocampo_fisiopatologia.pdf). p. 1
33. Lesson, S., Summers, J. y Díaz, G. (2000). Nutrición Aviar Comercial. Editorial Le Print Club Express, Colombia. pp. 218, 220, 221, 247,248, 249.
34. Loaiza A.(2009). Crianza de Pollos Broilers. Recuperado de <http://crianzadepollosbroiler.blogspot.com/2009/07/clasificacion-taxonomica>, (Mayo 2010). p.1
35. Macías, M., y Martínez, O.(2009). Composición en Aminoácidos de Diferentes Fuentes Tropicales No Convencionales para la Alimentación Animal. La Habana, Cuba, Recuperado de <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones /rccpn/rev43/macias.htm>, (Julio, 2010). p.1
36. Mateos, G., Lázaro, R., González-Alvarado J., Jiménez, E. y Vicente, B.(2006).Efectos de la fibra dietética en piensos de iniciación parapollitos y lechones”, Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid, XXII Curso de especialización FEDNA, Barcelona. Recuperado de

[http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP\\_III.pdf](http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP_III.pdf), (Diciembre, 2011). p. 42

37. Mattiello, R.(2008). Alimentación y Nutrición en aves de jaula. Argentina. Recuperado de [www.grupo-inninet/nutricion.pdf](http://www.grupo-inninet/nutricion.pdf), (Julio, 2010).
38. Melgarejo, S.(1996). Evaluación de Cinco Programas de Alimentación con Algarroba (*Prosopis pallida*) en el Crecimiento y Acabado de Patos Criollos (*Cairina moschata* doméstica L.). Tesis UNALM, Lima – Perú, Recuperado de <http://www.lamolina.edu.pe/zootecnia/web2007/documentos/cd/Res%C3%B3menes%20Investigaci%C3%B3n%20Programa%20de%20Alimentos.pdf>, (Junio, 2010). p.234
39. Meyer, D., Becker R., Gumbmann, M., Vohra P., Neukom H., Saunders M.(1986) Processing, composition, nutritional evaluation, and utilization of Mesquite (*Prosopis spp.*) pods as a raw material for the food industry, *JAgric Food Chem*, p. 34.
40. NRC.(1994). Nutrient Requirements of Poultry. National Academy Press. Washington.
41. Olcese, M(2009). Manejo de pollos de Engorde. Recuperado de <http://elzootecnista.wordpress.com/2009/11/17/manejo-de-pollos-de-engorde-2/>, (Diciembre, 2011).
42. Palomino, S.(2004). Granja Integral Autosuficiente. Editorial San Pablo, Cali, Colombia. p. 139.
43. Panda, D.(2009). Clasificación Zoológica de los pollos Broilers. Recuperado de <http://evaluaciondelbalanciado.blogspot.com/2009/07/clasificacion-zoologica-de-los-pollos.html>, (Junio 2010).

44. Panissella, T. (2005). La Patología y el Medio Ambiente en las Granjas Broilers. Real Escuela de la Avicultura, Valladolid. Recuperado de <http://www.avicultura.com/docsav/ja0518270405-R-panisello.pdf>, (Agosto, 2010). pp. 14-15
45. Paredes, M.(2009) Factores causantes del síndrome ascítico en pollos de engorde. Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de [http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/sindrome\\_ascitico\\_paredes.pdf](http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/sindrome_ascitico_paredes.pdf), (Diciembre, 2011). p.3
46. Pérez, M. (2004). Manual de Crianza de Animales. Editorial Lexus, 1ra. Edición, p. 152.
47. Pontes M. y Castello J.(1995). Alimentación de las aves. Real Escuela de Avicultura, Barcelona, pp. 55, 56, 57, 329-330.
48. Ponte, P., Mendes I., Quaresma M., Aguilar M., Lemos C., Ferreira L., Cheveiro-Soares J., Alfaia C., Prates J. y Fontes C.(2004).Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderated to high levels of alfalfa. Poultry Science, pp.810-814.
49. PROHUERTA. (2004). Algarrobo. Santiago del Estero. Recuperado de <http://www.inta.gov.ar/extension/prohuerta/info/carpetas/horticultura/Algarrobo%20-%20Santiago%20del%20Estero.pdf>, (Agosto, 2004). p.4
50. Quintana, J.(1999). Avitecnia: Manejo de las Aves Domésticas más Comunes. 3ra. Edición, Editorial Trillas, México D.F., pp. 14, 15, 16, 17, 18,46, 47, 49.
51. Quiroz, P.(2011). Seguimiento a la crianza comercial de pollos. Recuperado de [www.fcv.uagrm.edu.bo/.../quiroz%patricia\\_arreglado\\_29](http://www.fcv.uagrm.edu.bo/.../quiroz%patricia_arreglado_29), (Julio 2010). p. 37

52. Rentería, O.(2007). Manual Práctico del Pollo de Engorde. Recuperado de [www.valledelcauca.gov.co/agricultura/descargar.php?id=2333](http://www.valledelcauca.gov.co/agricultura/descargar.php?id=2333)(Junio, 2010). pp. 2 -10
53. Rodríguez, D. (2009). Industria Avícola Ecuatoriana. Recuperado de [http://www.engormix.com/industria\\_avicola\\_ecuatoriana\\_s\\_articulos\\_26\\_06\\_AVG](http://www.engormix.com/industria_avicola_ecuatoriana_s_articulos_26_06_AVG), (Julio 2010).
54. Rostagno, H.(2005). Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales.2<sup>da</sup> Edición, Brasil, (Marzo 2012). pp. 89-94
55. SERAGRO.(2007). Producción avícola: Cría de pollos, broilers, aves. Sistemas de producción. Recuperado de <http://seragro.cl/?a=652>, (Mayo, 2010).
56. SERVET. (2009). Pollo de engorde. Recuperado de <http://www.proclave.com/servet/aviar/PolloEngorde.htm>. (Julio, 2010).
57. Sindik, M., Bettella, A., Fernández, R., Revidatti, F., Riagonatto, T., Terraes, J.C., (2008). Efecto de la incorporación de materias primas regionales sobre los indicadores productivos, composición corporal y variables bioquímicas en pollos parrilleros. Proyecto de Titulación previo a la obtención del Título de Médico Veterinario, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Recuperado de [www.unne.edu.ar/investigacion/com/2009/CV-035.pdf](http://www.unne.edu.ar/investigacion/com/2009/CV-035.pdf),(Noviembre, 2009).
58. UNICOL. (2008). Manejo de alimento para pollos. Recuperado de <http://www.grasasunicol.com/pbio.php>, (Mayo, 2010).
59. Vaca. L. (2001). Producción Avícola. Editorial Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, p. 144.

60. Villagómez, C (2009). Avicultura: Pollos de Engorde. AVIPUNTA, Ecuador.  
Recuperado de [www.pollosengorde.blogspot.com](http://www.pollosengorde.blogspot.com), (Diciembre, 2011).  
pp. 30-34, 49-54, 170-173

## **ANEXOS**

**ANEXO I**  
**VACUNAS SUMINISTRADAS A LOS POLLITOS**





**ANEXO II**  
**HARINA DE ALGARROBA**









## ANEXO VI

**REGISTRO DE PESOS PROMEDIOS DEL TRATAMIENTO T1 EN  
LA ETAPA DE INICIO (1-21 DÍAS) (g/pollo)**

TRATAMIENTO 1 (T1)										
DÍA DE LLEGADA (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T1A	49	54	52	53	50	258	51,6	152,4	50,8	
T1B	51	48	55	47	52	253	50,6			
T1C	52	50	53	50	46	251	50,2			
SEMANA 1 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T1A	160	158	149	143	163	773	154,6	471,2	157,07	
T1B	152	165	142	160	162	781	156,2			
T1C	166	160	156	150	170	802	160,4			
SEMANA 2 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T1A	365	369	420	423	396	1973	394,6	1156	385,33	
T1B	378	324	435	368	325	1830	366			
T1C	438	365	412	387	375	1977	395,4			
SEMANA 3 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T1A	840	839	845	849	842	4215	843	2543	847,67	
T1B	850	860	820	815	874	4219	843,8			
T1C	862	845	890	867	817	4281	856,2			

## ANEXO VII

**REGISTRO DE PESOS PROMEDIOS DEL TRATAMIENTO T2 EN  
LA ETAPA DE INICIO (1-21 DÍAS) (g/pollo)**

TRATAMIENTO 2 (T2)										
DÍA DE LLEGADA (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T2A	51	53	50	48	49	251	50,2	152,6	50,87	
T2B	53	51	51	49	51	255	51			
T2C	48	56	52	50	51	257	51,4			
SEMANA 1 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T2A	163	166	164	163	159	815	163	482,8	160,93	
T2B	162	163	155	163	166	809	161,8			
T2C	157	160	155	159	159	790	158			
SEMANA 2 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T2A	350	390	341	432	416	1929	385,8	1115,8	371,93	
T2B	364	369	380	325	370	1808	361,6			
T2C	342	335	357	398	410	1842	368,4			
SEMANA 3 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T2A	802	867	826	875	814	4184	836,8	2540	846,67	
T2B	871	862	858	819	816	4226	845,2			
T2C	887	856	833	889	825	4290	858			

**ANEXO VIII**  
**REGISTRO DE PESOS PROMEDIOS DEL TRATAMIENTO T3 EN**  
**LA ETAPA DE INICIO (1-21 DÍAS) (g/pollo)**

TRATAMIENTO 3 (T3)										
DÍA DE LLEGADA (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T3A	56	50	51	49	52	258	51,60	154,40	51,47	
T3B	48	52	50	52	53	255	51,00			
T3C	53	55	52	49	50	259	51,80			
SEMANA 1 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T3A	155	157	160	158	162	792	158,40	474,20	158,07	
T3B	153	156	155	160	155	779	155,80			
T3C	161	163	157	160	159	800	160,00			
SEMANA 2 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T3A	365	340	368	412	416	1901	380,20	1126,60	375,53	
T3B	358	410	377	345	367	1857	371,40			
T3C	355	347	368	405	400	1875	375,00			
SEMANA 3 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	g	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T3A	768	745	790	792	803	3898	779,60	2461,80	820,60	
T3B	790	879	856	830	886	4241	848,20			
T3C	827	862	836	847	798	4170	834,00			

## ANEXO IX

**REGISTRO DE PESOS PROMEDIOS DEL TRATAMIENTO T4 EN  
LA ETAPA DE INICIO (1-21 DÍAS) (g/pollo)**

TRATAMIENTO 4 (T4)										
DÍA DE LLEGADA (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T4A	55	50	47	52	50	254	50,8	152,4	50,8	
T4B	53	50	51	48	48	250	50			
T4C	51	53	51	49	54	258	51,6			
SEMANA 1 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T4A	157	154	162	160	154	787	157,4	475,2	158,4	
T4B	160	161	163	155	157	796	159,2			
T4C	163	157	158	160	155	793	158,6			
SEMANA 2 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T4A	378	424	430	390	367	1989	397,8	1115,2	371,73	
T4B	316	345	327	400	366	1754	350,8			
T4C	346	389	376	390	332	1833	366,6			
SEMANA 3 (INICIO)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T4A	762	806	797	865	766	3996	799,2	2434,6	811,53	
T4B	789	827	873	844	869	4202	840,4			
T4C	765	796	808	810	796	3975	795			



## ANEXO X

**REGISTRO DE PESOS PROMEDIOS DEL TRATAMIENTO T1 EN  
LA ETAPA DE IENGORDE (22- 42 DÍAS) (g/pollo)**

TRATAMIENTO 1 (T1)										
SEMANA 4 (ENGORDE)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T1A	1245	1278	1189	1140	1167	6019	1203,8	3469,6	1156,53	
T1B	1025	1100	1208	1063	1205	5601	1120,2			
T1C	1010	1170	1189	1156	1203	5728	1145,6			
SEMANA 5 (ENGORDE)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T1A	1520	1471	1603	1524	1538	7656	1531,2	4707	1569	
T1B	1629	1549	1623	1678	1545	8024	1604,8			
T1C	1569	1587	1462	1563	1674	7855	1571			
SEMANA 6 (ENGORDE)										
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento	
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo	
T1A	2134	2145	2210	2256	2232	10977	2195,4	6601,6	2200,53	
T1B	2130	2168	2236	2116	2115	10765	2153			
T1C	2210	2246	2361	2215	2234	11266	2253,2			

## ANEXO XI

**REGISTRO DE PESOS PROMEDIOS DEL TRATAMIENTO T2 EN  
LA ETAPA DE IENGORDE (22- 42 DÍAS) (g/pollo)**

TRATAMIENTO 2 (T2)									
SEMANA 4 (ENGORDE)									
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T2A	990	1089	1045	1023	1098	5245	1049	3250,2	1083,4
T2B	1020	1205	1165	1142	1110	5642	1128,4		
T2C	1134	1121	1049	1024	1036	5364	1072,8		
SEMANA 5 (ENGORDE)									
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T2A	1267	1326	1357	1478	1300	6728	1345,6	4154	1384,67
T2B	1253	1480	1321	1359	1482	6895	1379		
T2C	1467	1374	1460	1379	1467	7147	1429,4		
SEMANA 6 (ENGORDE)									
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T2A	1978	2089	1768	1967	2156	9958	1991,6	6022,4	2007,47
T2B	1983	2134	1853	2110	2065	10145	2029		
T2C	1754	1983	2142	2064	2066	10009	2001,8		

## ANEXO XII

**REGISTRO DE PESOS PROMEDIOS DEL TRATAMIENTO T3 EN  
LA ETAPA DE ENGORDE (22- 42 DÍAS) (g/pollo)**

TRATAMIENTO 3 (T3)									
SEMANA 4 (ENGORDE)									
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T3A	1050	1089	1147	1182	1101	5569	1113,80	3277,40	1092,47
T3B	1062	1133	1165	1107	997	5464	1092,80		
T3C	1103	989	1093	1132	1037	5354	1070,80		
SEMANA 5 (ENGORDE)									
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T3A	1367	1332	1434	1140	1315	6588	1317,60	4111,60	1370,53
T3B	1247	1374	1456	1471	1298	6846	1369,20		
T3C	1430	1513	1462	1374	1345	7124	1424,80		
SEMANA 6 (ENGORDE)									
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T3A	2019	1879	1995	2145	2078	10116	2023,20	5995,40	1998,47
T3B	1878	1976	2073	2156	2007	10090	2018,00		
T3C	2071	2156	1945	1834	1765	9771	1954,20		

## ANEXO XIII

**REGISTRO DE PESOS PROMEDIOS DEL TRATAMIENTO T4 EN  
LA ETAPA DE IENGORDE (22- 42 DÍAS) (g/pollo)**

TRATAMIENTO 4 (T4)									
SEMANA 4 (ENGORDE)									
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T4A	1107	987	1043	1078	1067	5282	1056,4	3177,8	1059,27
T4B	1045	1108	1089	983	1014	5239	1047,8		
T4C	1083	1123	1067	1100	995	5368	1073,6		
SEMANA 5 (ENGORDE)									
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T4A	1284	1346	1522	1469	1462	7083	1416,6	4036,2	1345,4
T4B	1344	1523	1140	1135	1247	6389	1277,8		
T4C	1398	1478	1267	1262	1304	6709	1341,8		
SEMANA 6 (ENGORDE)									
Repetición	Unidad experimental (g)					$\Sigma$ Repet.	Promedio Repetición	$\Sigma$ Promedio Repet.	Promedio Tratamiento
	1	2	3	4	5	G	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T4A	1934	1789	1844	1939	2064	9570	1914	5791,4	1930,47
T4B	1777	1936	2072	2005	1893	9683	1936,6		
T4C	1945	1882	1967	2010	1900	9704	1940,8		

## ANEXO XIV

## CONSUMO DE ALIMENTO DEL TRATAMIENTO T1 EN LA ETAPA DE INICIO (1-21 DÍAS) (g/pollo)

## TRATAMIENTO 1 (T1)

SEMANA 1											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T1A	143	175	250	360	470	650	760	2808,00	147,79	8514,00	144,36
T1B	150	198	272	380	490	590	688	2768,00	138,40		
T1C	156	220	275	430	539	598	720	2938,00	146,90		
SEMANA 2											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T1A	781	840	920	935	945	963	997	6381,00	335,84	19086,00	323,70
T1B	740	833	907	929	960	981	1005	6355,00	317,75		
T1C	793	825	910	921	952	970	979	6350,00	317,50		
SEMANA 3											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T1A	1192	1235	1353	1453	1541	1585	1736	10095,00	531,32	29602,00	502,22
T1B	1093	1185	1206	1423	1507	1651	1740	9805,00	490,25		
T1C	1120	1173	1314	1385	1496	1533	1681	9702,00	485,10		

## ANEXO XV

## CONSUMO DE ALIMENTO DEL TRATAMIENTO T2 EN LA ETAPA DE INICIO (1-21 DÍAS) (g/pollo)

## TRATAMIENTO 2 (T2)

SEMANA 1														
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.		Promedio Rep.		Total Trat.	Promedio Trat.	
								g	g/pollo	g/pollo	g/pollo			
Repetición	Cantidad de alimento (gr)													
T2A	139	180	280	362	473	729	760	2923,00		146,15		8623,00		148,72
T2B	145	203	289	390	525	623	720	2895,00		152,37				
T2C	135	183	256	415	533	583	700	2805,00		147,63				
SEMANA 2														
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.		Promedio Rep.		Total Trat.	Promedio Trat.	
								g	g/pollo	g/pollo	g/pollo			
Repetición	Cantidad de alimento (gr)													
T2A	772	833	910	955	965	977	1021	6433,00		321,65		19406,00		334,81
T2B	754	848	893	960	973	1003	1038	6469,00		340,47				
T2C	789	860	878	971	996	1010	1000	6504,00		342,32				
SEMANA 3														
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.		Promedio Rep.		Total Trat.	Promedio Trat.	
								g	g/pollo	g/pollo	g/pollo			
Repetición	Cantidad de alimento (gr)													
T2A	1103	1200	1302	1433	1539	1564	1810	9951,00		497,55		29480,00		508,46
T2B	1125	1138	1289	1320	1496	1630	1830	9828,00		517,26				
T2C	1098	1163	1205	1341	1527	1598	1769	9701,00		510,58				

## ANEXO XVI

## CONSUMO DE ALIMENTO DEL TRATAMIENTO T3 EN LA ETAPA DE INICIO (1-21 DÍAS) (g/pollo)

## TRATAMIENTO 3 (T3)

SEMANA 1											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T3A	134	156	256	360	510	621	760	2797,00	147,21	8320,00	141,12
T3B	136	173	278	376	525	634	710	2832,00	141,60		
T3C	140	168	213	354	512	625	679	2691,00	134,55		
SEMANA 2											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T3A	761	809	849	960	963	1001	1022	6365,00	335,00	19071,00	328,99
T3B	743	825	868	931	970	989	1008	6334,00	333,37		
T3C	770	812	838	940	985	1012	1015	6372,00	318,60		
SEMANA 3											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T3A	1073	1164	1227	1480	1613	1701	1739	9997,00	526,16	30152,00	520,23
T3B	1069	1201	1276	1393	1693	1752	1798	10182,00	535,89		
T3C	1055	1134	1293	1368	1578	1743	1802	9973,00	498,65		

## ANEXO XVII

## CONSUMO DE ALIMENTO DEL TRATAMIENTO T4 EN LA ETAPA DE INICIO (1-21 DÍAS) (g/pollo)

## TRATAMIENTO 4 (T4)

SEMANA 1													
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Cantidad de alimento (gr)			Promedio Rep. g/pollo	Total Trat. g/pollo	Promedio Trat. g/pollo
								Total Rep. g	Total Rep. g/pollo	Total Rep. g/pollo			
Repetición													
T4A	132	159	245	379	516	623	765	2819,00	148,37	150,89	8576,00	150,46	
T4B	127	145	265	470	564	624	695	2890,00	152,11				
T4C	141	157	254	478	548	638	651	2867,00					
SEMANA 2													
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Cantidad de alimento (gr)			Promedio Rep. g/pollo	Total Trat. g/pollo	Promedio Trat. g/pollo
								Total Rep. g	Total Rep. g/pollo	Total Rep. g/pollo			
Repetición													
T4A	780	801	855	931	976	953	1030	6326,00	332,95	373,53	18900,00	344,69	
T4B	743	793	823	885	918	969	1093	6224,00	327,58				
T4C	760	768	840	903	951	1030	1098	6350,00					
SEMANA 3													
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Cantidad de alimento (gr)			Promedio Rep. g/pollo	Total Trat. g/pollo	Promedio Trat. g/pollo
								Total Rep. g	Total Rep. g/pollo	Total Rep. g/pollo			
Repetición													
T4A	1104	1136	1213	1465	1630	1676	1744	9968,00	524,63	610,00	30608,00	558,39	
T4B	1133	1161	1230	1429	1654	1801	1862	10270,00	540,53				
T4C	1141	1198	1267	1387	1698	1830	1849	10370,00					



## ANEXO XVIII

## CONSUMO DE ALIMENTO DEL TRATAMIENTO T1 EN LA ETAPA DE ENGORDE (22 - 42 DÍAS) (g/pollo)

## TRATAMIENTO 1 (T1)

SEMANA 4											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T1A	1740	1810	1853	2060	2105	2143	2210	13921,00	732,68	41188,00	698,68
T1B	1715	1790	1815	1894	2046	2117	2176	13553,00	677,65		
T1C	1760	1812	1863	1940	2083	2116	2140	13714,00	685,70		
SEMANA 5											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T1A	2215	2260	2343	2468	2571	2758	3112	17727,00	933,00	53127,00	901,00
T1B	2231	2284	2313	2418	2568	2793	2975	17582,00	879,10		
T1C	2260	2310	2360	2462	2619	2891	2916	17818,00	890,90		
SEMANA 6											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T1A	3280	3425	3581	3865	4090	4115	4185	26541,00	1474,50	76913,00	1331,03
T1B	3114	3291	3376	3418	3695	3865	4090	24849,00	1242,45		
T1C	3091	3262	3489	3571	3980	4022	4108	25523,00	1276,15		

## ANEXO XIX

## CONSUMO DE ALIMENTO DEL TRATAMIENTO T2 EN LA ETAPA DE ENGORDE (22 - 42 DÍAS) (g/pollo)

## TRATAMIENTO 2 (T2)

SEMANA 4											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T2A	1823	1843	1890	1934	1985	2068	2142	13685,00	684,25	41800,00	721,33
T2B	1854	1861	1901	2040	2110	2139	2158	14063,00	740,16		
T2C	1806	1874	1911	2029	2105	2153	2174	14052,00	739,58		
SEMANA 5											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T2A	2198	2273	2354	2460	2583	2714	2985	17567,00	878,35	52849,00	911,77
T2B	2212	2308	2468	2509	2540	2698	2810	17545,00	923,42		
T2C	2209	2299	2377	2493	2619	2730	3010	17737,00	933,53		
SEMANA 6											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T2A	3108	3205	3384	3584	3809	4031	4163	25284,00	1264,20	76479,00	1319,56
T2B	3093	3146	3369	3619	3973	4163	4198	25561,00	1345,32		
T2C	3114	3223	3443	3623	3988	4090	4153	25634,00	1349,16		

## ANEXO XX

## CONSUMO DE ALIMENTO DEL TRATAMIENTO T3 EN LA ETAPA DE ENGORDE (22 - 42 DÍAS) (g/pollo)

## TRATAMIENTO 3 (T3)

SEMANA 4											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T3A	1765	1821	1868	1925	1974	2073	2177	13603,00	715,95	41193,00	723,88
T3B	1809	1846	1905	1943	1968	2049	2192	13712,00	761,78		
T3C	1821	1873	1917	1962	2004	2093	2208	13878,00	693,90		
SEMANA 5											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T3A	2214	2292	2341	2531	2730	2814	2996	17918,00	995,44	53934,00	965,07
T3B	2235	2301	2383	2540	2693	2790	2871	17813,00	989,61		
T3C	2268	2318	2460	2562	2712	2861	3022	18203,00	910,15		
SEMANA 6											
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
Repetición	Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
T3A	3083	3154	3361	3548	3811	4093	4196	25246,00	1402,56	75867,00	1407,60
T3B	2985	3067	3247	3606	3961	4150	4173	25189,00	1481,71		
T3C	3106	3128	3394	3593	3843	4168	4200	25432,00	1338,53		

## ANEXO XXI

## CONSUMO DE ALIMENTO DEL TRATAMIENTO T4 EN LA ETAPA DE ENGORDE (22 - 42 DÍAS) (g/pollo)

## TRATAMIENTO 4 (T4)

SEMANA 4												
Día	Repetición	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
		Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
	T4A	1793	1816	1903	1961	2009	2089	2197	13768,00	724,63		
	T4B	1850	1869	1920	1984	2011	2104	2204	13942,00	733,79	41622,00	758,92
	T4C	1863	1891	1935	1959	2028	2073	2163	13912,00	818,35		
SEMANA 5												
Día	Repetición	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
		Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
	T4A	2258	2361	2413	2630	2718	2819	2993	18192,00	957,47		
	T4B	2273	2343	2390	2569	2701	2841	3001	18118,00	953,58	54639,00	996,41
	T4C	2289	2401	2418	2643	2793	2800	2985	18329,00	1078,18		
SEMANA 6												
Día	Repetición	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Rep.	Promedio Rep.	Total Trat.	Promedio Trat.
		Cantidad de alimento (gr)							g	g/pollo	g/pollo	g/pollo
	T4A	3101	3214	3461	3780	3911	4065	4178	25710,00	1353,16		
	T4B	3043	3199	3383	3651	3714	3973	4180	25143,00	1479,00	76391,00	1476,10
	T4C	3091	3201	3452	3743	3858	3985	4208	25538,00	1596,13		

**ANEXO XXII**

**REGISTROS DE MORTALIDAD POR TRATAMIENTOS EN LA**

**ETAPA DE INICIO (1-21 DÍAS)**

Registro de mortalidad durante fase de inicio (1 -21 días)															
Tratamiento	T1			T2			T3			T4			Total diario	Causa de la muerte	
Repeticiones	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
# de pollos al inicio	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
Día	Pollos muertos														
1											1	1		2	Pollos aplastados y ahogados
2														0	
3														0	
4					1	1								2	Otros (Canibalismo y Pico torcido)
5	1						1							2	Pollos aplastados y ahogados
6														0	
7													1	1	Ascitis
8														0	
9														0	
10														0	
11								1					2	3	Síndrome de muerte súbita
12														0	
13														0	
14														0	
15														0	
16														0	
17														0	
18														0	
19														0	
20														0	
21														0	
Total fase de inicio	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	3	10		
Total pollos vivo fase inicio	19	20	20	20	19	19	19	19	20	19	19	17			
Total pollos vivos tratamiento	59			58			58			55					

**ANEXO XXIII**  
**REGISTROS DE MORTALIDAD POR TRATAMIENTOS EN LA**  
**ETAPA DE ENGORDE (22 - 42 DÍAS)**

Registro de mortalidad durante fase de engorde (22 - 42 días)														
Tratamiento	T1			T2			T3			T4			Total diario	Causa de la muerte
Repeticiones	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
# de pollos al inicio	19	20	20	20	19	19	19	19	20	19	19	17		
Día	Pollos muertos													
22													0	
23													0	
24													0	
25													0	
26													0	
27													0	
28								1					1	Síndrome de Muerte Súbita
29													0	
30													0	
31													0	
32													0	
33													0	
34								1					1	Síndrome de Muerte Súbita
35													0	
36											2		2	Síndrome de Muerte Súbita
37					1				1				2	Síndrome de Muerte Súbita
38	1												1	Ascitis
39									1				1	Síndrome de Muerte Súbita
40												1	1	Síndrome de Muerte Súbita
41													0	
42													0	
Total Fase de engorde	1	0	0	0	1	0	1	2	1	0	2	1	9	
Total pollos vivo fase inicio	18	20	20	20	18	19	18	17	19	19	17	16		
Total pollos vivos tratamiento	58			57			54			52				

## ANEXO XXIV

## COSTOS DE 1 Kg DE ALIMENTO DE ETAPA DE INICIO POR CADA TRATAMIENTO (USD)

	COSTO SACO DE 45 KG	COSTO DE 1 KG	T1			T2			T3			T4			
			40	60	0	40	45	15	40	30	30	40	15	45	
% DE MATERIA PRIMA															
BALANCEADO	23,5	0,52	20,9			20,9					20,9			20,9	
MAÍZ	15	0,33		20			15			10				5	
HARINA DE ALGARROBO	10	0,22										6,67			10
COSTO \$ DE 100 KG.				40,9			39,22			37,57				35,9	
COSTO \$ DE 1 KG				0,41			0,39			0,38				0,36	

## ANEXO XXV

## COSTOS DE 1 Kg DE ALIMENTO DE ETAPA DE IENGORDE POR CADA TRATAMIENTO (USD)

	COSTO SACO DE 45 KG	COSTO DE 1 KG	T1			T2			T3			T4					
			40%	60%	0%	40%	45%	15%	40%	30%	30%	40%	15%	45%			
% DE MATERIA PRIMA																	
BALANCEADO	20,8	0,46	18,49			18,49			18,49			18,49			18,49		
MAÍZ	15,00	0,33		20,00			15,00			10,00							
HARINA DE ALGARROBO	10,00	0,22			0,00								3,33				10,00
COSTO \$ DE 100 KG.				38,5			36,82			35,16					33,49		
COSTO \$ DE 1 KG				0,38			0,37			0,35					0,33		



