

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



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE HARINA DE PLUMAS EN
LA RACIÓN DE ENGORDE EN CONEJOS DE CARNE (*Oryctolagus
cuniculus*) RAZA CALIFORNIANOS EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

Juan Gustavo Orozco Ramallo

La Paz – Bolivia

2012

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE HARINA DE PLUMAS EN
LA RACIÓN DE ENGORDE EN CONEJOS DE CARNE (*Oryctolagus
cuniculus*) RAZA CALIFORNIANOS EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

*Tesis de grado presentada como requisito
parcial para optar al Título de Licenciado en
Ingeniería Agronómica*

JUAN GUSTAVO OROZCO RAMALLO

ASESORES:

Ing. Ph. D. Carmen Rosa Del Castillo Gutiérrez.....

Ing. Msc. Eddy Diego Gutiérrez Gonzales.....

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. Víctor Castañón Rivera.....

Ing. Fanor Antezana Loayza.....

Ing. Msc. Héctor Cortez Quispe.....

APROBADO

PRESIDENTE TRIBUNAL EXAMINADOR.....

ÍNDICE GENERAL

	Pg.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. Origen del conejo.....	3
3.2. Clasificación taxonómica del conejo.....	3
3.3. Clasificación de razas de los conejos.....	4
3.4. Carne de conejo.....	5
3.5. Razas productoras de carne.....	5
3.6. La raza californiana.....	6
3.6.1. Características técnicas del conejo californiano.....	7
3.7. Sistema digestivo del conejo.....	8
3.7.1. Sistema digestivo de los monogástricos.....	8
3.7.2. Partes del sistema digestivo del conejo.....	8
3.7.2.1. Boca.....	8
3.7.2.2. Esófago.....	9
3.7.2.3. Estómago.....	9
3.7.2.4. Intestino delgado.....	10
3.7.2.5. Intestino grueso.....	10
3.7.2.6. Glándulas anexas.....	10
3.8. Fisiología digestiva del conejo.....	12
3.8.1. Proceso de digestión en el sistema digestivo del conejo.....	12
3.8.2. La Coprofagia.....	16
3.9. Requerimientos nutricionales del conejo.....	20
3.9.1. Energía.....	21
3.9.2. Fibra.....	21
3.9.3. Minerales.....	22

3.10. Proteínas.....	22
3.11. Digestibilidad de las proteínas.....	23
3.12. Metabolismo de las proteínas.....	24
3.13. Alimentación de los conejos.....	25
3.13.1. Concentrado para conejos.....	27
3.13.2. Elaboración de pellets.....	28
3.13.2.1. Extrudizado.....	29
3.13.2.2. Ventajas del peletizado.....	29
3.14. Torta de Soya.....	30
3.14.1. Características nutricionales del grano de soya.....	30
3.14.2. Procesamiento de la soya.....	31
3.14.3. Ventajas comparativas de la torta de soya.....	32
3.14.4. Importancia de la torta de soya en la alimentación animal.....	33
3.15. Subproductos de matadero empleados en la alimentación animal..	33
3.15.1. Desechos de matadero.....	33
3.15.1.1. Desechos de mataderos avícolas.....	33
3.15.2. Procesamiento de subproductos de matadero.....	35
3.15.2.1. Las plumas.....	35
3.16. Harina de plumas.....	36
3.16.1. Hidrólisis de la pluma.....	38
3.16.1.1. Tipos de hidrolizado de plumas.....	38
3.16.1.1.1. Hidrólisis mecánica.....	38
3.16.1.1.2. Hidrólisis química.....	39
3.16.1.1.3. Hidrólisis enzimática.....	39
3.16.2. Proceso de Harina de Plumas.....	39
3.17. Aplicación de la Harina de Plumas en la nutrición animal.....	41
3.17.1 Aplicación en la nutrición de cuyes.....	41
3.18. Enfermedades nutricionales de los conejos.....	42
3.18.1. Coccidiosis.....	42
3.18.2. Salmonelosis.....	43
3.18.3. Enterotoxemia.....	43

3.18.4. Crecimiento dentario.....	44
3.18.5. Autofagia del pelo.....	44
IV. LOCALIZACIÓN.....	46
4.1. Ubicación geográfica.....	46
4.2. Características climáticas.....	47
4.3. Hidrografía.....	47
4.4. Suelo.....	48
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
5.1. Materiales.....	49
5.1.1. Material biológico.....	49
5.1.2. Insumos nutricionales.....	49
5.1.3. Material de campo.....	49
5.1.4. Productos veterinarios.....	49
5.1.5. Material de gabinete.....	49
5.2. Métodos.....	50
5.2.1. Procedimiento experimental.....	50
5.2.1.1. Obtención de la Harina de Plumas Hidrolizada.....	52
5.2.1.2. Muestreo de la Harina de Plumas Hidrolizada.....	52
5.2.1.3. Formulación de raciones.....	54
5.2.1.4. Peletizado del alimento.....	55
5.2.1.5. Preparación del galpón.....	55
5.2.1.6. Acondicionamiento e instalación de las jaulas.....	55
5.2.1.7. Traslado y recepción de animales.....	56
5.2.1.8. Marcaje y clasificación de los animales.....	56
5.2.1.9. Cambio de alimento.....	56
5.2.1.10. Manejo de los animales en etapa experimental.....	57
5.2.1.10.1. Toma de datos.....	57
5.2.1.10.2. Alimentación.....	57
5.2.1.10.3. Limpieza.....	58
5.2.1.10.4. Manejo sanitario.....	58
5.2.2. Diseño experimental.....	58

5.2.2.1. Disposición de los tratamientos.....	59
5.2.3. Variables de respuesta.....	60
5.2.4. Variables económicas.....	61
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	62
6.1. Ganancia media diaria.....	62
6.2. Conversión alimenticia.....	65
6.3. Eficiencia alimentaria.....	70
6.4. Proporción de eficiencia de uso de la proteína.....	75
6.5. Porcentaje de mortandad.....	80
6.6. Análisis económico.....	82
6.6.1. Costo de alimentos formulados.....	82
6.6.2. Relación Conversión alimenticia – costo de alimentación.....	85
6.6.3. Relación Beneficio Costo.....	86
VII. CONCLUSIONES.....	88
VIII. RECOMENDACIONES.....	92
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	93

ÍNDICE DE CUADROS

	Pg.
Cuadro 1. Clasificación de razas de conejos según el peso en animales adultos.....	4
Cuadro 2. Características técnicas del conejo Californiano.....	7
Cuadro 3. Factores que intervienen en la digestión.....	12
Cuadro 4. Análisis bromatológico de los dos tipos de heces fecales producidas por el conejo.....	18
Cuadro 5. Requerimientos nutricionales del conejo de engorda.....	21
Cuadro 6. Clasificación de aminoácidos esenciales y no esenciales..	23
Cuadro 7. Alimentos para conejos.....	26
Cuadro 8. Composición Nutricional del grano de soya crudo y torta de soya.....	31
Cuadro 9. Evaluación de torta de soya y soya cruda en raciones para cerdos de engorde.....	32
Cuadro 10. Contenido de proteína, energía y aminoácidos en soya cruda y torta de soya.....	32
Cuadro 11. Subproductos y desechos generados por ave en la industria avícola.....	34
Cuadro 12. Contenido nutricional de la harina de pluma.....	37
Cuadro 13. Contenido de aminoácidos en las harinas de plumas.....	37
Cuadro 14. Análisis bromatológico de distintas harinas procedentes de la avicultura.....	40
Cuadro 15. Análisis bromatológico de la harina de plumas hidrolizada utilizada en el estudio.....	54
Cuadro 16. Porcentaje de alimento en base a peso suministrado a los conejillos durante el cambio de alimento.....	57
Cuadro 17. Calendario Sanitario aplicado en la etapa de estudio.....	58

Cuadro 18.	Análisis de varianza obtenido para la Ganancia Media Diaria.....	62
Cuadro 19.	Prueba Tukey para el factor sexo en la variable Ganancia Media Diaria.....	63
Cuadro 20.	Prueba Tukey para el factor porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento en la variable Ganancia Media Diaria.....	63
Cuadro 21.	Análisis de varianza obtenido para la Conversión Alimenticia.....	66
Cuadro 22.	Prueba Tukey para el factor sexo en la variable Conversión Alimenticia.....	66
Cuadro 23.	Prueba Tukey para el factor porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento en la variable Conversión alimenticia.....	66
Cuadro 24.	Análisis de varianza obtenido para la eficiencia alimentaria.....	70
Cuadro 25.	Prueba Tukey para el factor sexo en la variable Eficiencia alimentaria.....	70
Cuadro 26.	Prueba Tukey para el factor porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento en la variable Eficiencia alimentaria.....	71
Cuadro 27.	Análisis de varianza obtenido para la Proporción de eficiencia de uso de la proteína.....	75
Cuadro 28.	Prueba Tukey para el factor sexo en la variable Proporción de Eficiencia de uso de la Proteína.....	76
Cuadro 29.	Prueba Tukey para el factor porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento en la variable Proporción de Eficiencia de uso de la Proteína...	76
Cuadro 30.	Beneficio-Costo general obtenido.....	86
Cuadro 31.	Beneficio-Costo obtenido según tratamiento.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pg.
Figura 1. Conejo de raza californiana.....	7
Figura 2. Sistema digestivo del conejo.....	11
Figura 3. Acción de las enzimas contenidas en el jugo pancreático del conejo sobre los alimentos.....	14
Figura 4. Acción de las enzimas contenidas en el jugo intestinal sobre los alimentos.....	15
Figura 5. Producción diaria de heces fecales del conejo.....	17
Figura 6. Ciclos digestivos del conejo.....	19
Figura 7. Desechos originados en mataderos de aves.....	34
Figura 8. Proceso de elaboración de la harina de plumas hidrolizada.....	38
Figura 9. Precio Relativo de la Unidad de Proteína Cruda de diferentes ingredientes de origen animal.....	41
Figura 10. Ubicación general del lugar de estudio.....	46
Figura 11. Ubicación específica del lugar de estudio.....	47
Figura 12. Flujograma del Procedimiento Experimental desarrollado...	51
Figura 13. Obtención de muestra de Harina de Plumas Hidrolizadas por cuarteo simple.....	53
Figura 14. Disposición de tratamientos y repeticiones en las jaulas de batería.....	59
Figura 15. Comportamiento de la ganancia media de peso vivo en los conejos por tratamiento.....	64
Figura 16. Comparación de la GMD promedio según tratamientos.....	65
Figura 17. Comparación del comportamiento de la Conversión Alimenticia por tratamientos.....	67
Figura 18. Comparación del comportamiento de la Conversión Alimenticia entre tratamientos.....	68

Figura 19.	Comportamiento de la eficiencia alimentaria según tratamientos.....	72
Figura 20.	Comportamiento de la eficiencia alimentaria según tratamientos.....	73
Figura 21.	Comparación de la eficiencia alimentaria de los cuatro alimentos formulados.....	74
Figura 22.	Comportamiento de la Proporción de Eficiencia de uso de proteína por tratamiento.....	77
Figura 23.	Comportamiento de la Proporción de eficiencia de uso de la proteína según tratamientos.....	78
Figura 24.	Comparación de la Proporción de eficiencia de uso de la proteína los niveles de Harina de Pluma Hidrolizada contenido en el alimento.....	79
Figura 25.	Porcentaje de mortandad obtenido por tratamiento.....	80
Figura 26.	Porcentaje de mortandad obtenido en el total de la población observada.....	81
Figura 27.	Costo de los alimentos balanceados formulados en Bolivianos por kilogramo.....	82
Figura 28.	Costo de Proteína cruda según insumo proteico.....	83
Figura 29.	Costo de Proteína Cruda según alimento balanceado formulado.....	84
Figura 30.	Costo invertido en alimento por incremento de peso vivo según tratamiento.....	85

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pg.
ANEXO 1. Raciones formuladas para la etapa experimental.....	I
ANEXO 2. Ganancias Medias Diarias obtenidas por tratamiento.....	II
ANEXO 3. Cargas animales obtenidas por tratamiento.....	IV
ANEXO 4. Eficiencias alimentarias obtenidas por tratamiento.....	VI
ANEXO 5. Porcentajes de eficiencia de uso de Proteína obtenidos por tratamiento.....	VIII
ANEXO 6. Análisis bromatológico de la Harina de Plumas Hidrolizada...	X
ANEXO 7. Elaboración experimental de Harina de Plumas Hidrolizada..	XI
ANEXO 8. Muestreo de Harina de Plumas Hidrolizada para análisis bromatológico.....	XII
ANEXO 9. Montaje de las jaulas.....	XIII
ANEXO 10. Desarrollo de la etapa experimental.....	XIV
ANEXO 11. Análisis Post-mortem de los animales.....	XVI
ANEXO 12. Análisis de la relación Beneficio- Costo.....	XVII

Dedicatoria

A mis papás Gonzalo y Lourdes, fuentes eternas de sabiduría, confianza, amor, fortaleza, entendimiento, paciencia, comprensión y perseverancia; y a mis hermanos Francisco Javier y Gonzalo Rafael, fieles guardianes de secretos, impulsores de sueños, espíritus indomables de constancia y mágicos creadores de felicidad, Dios los bendiga siempre.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos por sus sabios consejos y todo el cariño que me brindaron, sin su ayuda hubiera sido imposible llegar hasta aquí.

Un agradecimiento infinito a mis amigos y amigas quienes, a lo largo de la vida caminaron junto a mi; especialmente a Oliver Quisbert, Gonzalo Valviveso; Nabil Morales, María René (Bruja) Lizarro y María Jesús Lizarro; quienes me acompañaron desde la infancia; a mis queridos amigos y hermanos Sergio Colque y Claudia de la Barra, colegas con los que tuve el privilegio de dar los primeros pasos en la bella carrera de la agronomía en la Universidad Técnica de Oruro; un especial e incansable agradecimiento a mis hermanos Israel Romero, Reynaldo Nina, Daniela Ticona y Eliana Espejo por toda la valiosa ayuda que me prestaron a lo largo de esta investigación y en la carrera universitaria; a mis queridos amigos con quienes tuve el honor de iniciarme en el campo laboral en especial a Gonzalo Maldonado, Omar Quispe y Wara Jimenez, un millón de gracias por todas las enseñanzas, consejos y cooperación.

Un agradecimiento especial a Cristian Gómez, Dennis Riveros, Elisa Huanca, Virginia Vargas, Ximena Luna, María Eugenia Aguilar y Milenka (Mile) Lazcano, gracias por su apoyo.

También un agradecimiento muy especial a todas las *warmis*, mujeres valerosas y entrañables amigas a quienes tuve la dicha de conocer; y de quienes obtuve valiosas lecciones, especialmente a Silvy de Alarcón y Alejandra Wallstron; gracias por no soltarme la mano.

A Cinthya Rollano, eterna compañera de mi vida y evocadora de mis más profundos sentimientos, gracias por permanecer siempre junto a mi a pesar del tiempo y la distancia.

A todos los docentes de la facultad, quienes me formaron profesional, ideológica y personalmente a lo largo de mi carrera, especialmente a: Ing. Jorge Pascuali, Ing. Félix Rojas, Ing. Víctor Castañón, Ing. Luis Goitia, Ing. Fanor Antezana, Ing. Héctor Cortez, Lic. Jorge Mostajo, Ing. Ph. D. Vladimir Orsag, muchísimas gracias por sus valiosos conocimientos.

Un agradecimiento sincero y profundo a mis asesores en este trabajo; a la Ing. Ph. D. Carmen del Castillo, por su interés, colaboración y sobre todo sus sabios consejos para plasmar el presente documento además de sus reflexiones valiosas dentro y fuera del aula; al Ing. Diego Gutiérrez por ser mi único mentor en el bello campo de la zootecnia; muchísimas gracias.

Finalmente y sobre todas las cosas, agradecer a Dios por ponerlos a todos y cada uno de ustedes en mi camino, que Diosito los bendiga y proteja siempre.

RESUMEN

El objeto de la investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de Harina de Plumas Hidrolizada en la ración de engorde de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) destinados a la producción de carne; para ello se formularon raciones de igual contenido proteico y energético con niveles de 0%, 5%, 7,5% y 10% de Harina de Plumas Hidrolizada y se alimentaron a conejillos tanto machos como hembras, conformándose entre los factores sexo y contenido de Harina de Plumas Hidrolizada un experimento bi-factorial compuesto de ocho tratamientos, en los cuales se evaluaron la ganancia media diaria obtenida, conversión alimenticia, Eficiencia alimentaria y el Porcentaje de Eficiencia del Uso de la proteína.

Al cabo de 12 semanas de investigación donde se evaluaron 7 repeticiones por tratamiento, se obtuvieron como resultados, que el tratamiento T8 (Conejillos alimentadas con 10% de Harina de Plumas Hidrolizada en la ración) obtuvo los mejores pesos finales la conversión alimenticia más baja y el alimento con 10% de Harina de Plumas Hidrolizada mostró tener la mayor eficiencia alimentaria con un valor de 39,% así como el Porcentaje de Eficiencia del Uso de la Proteína con un valor de 33,%, por otro lado los alimentos que no contuvieron Harina de Plumas Hidrolizada (T1, T2) en su composición fueron los menos eficientes con una eficiencia de 33,5%. Por otro lado, los resultados mostraron eficiencias significativas a favor de las hembras con respecto a los machos.

Palabras clave: Conejo, Harina de Plumas Hidrolizada, Hidrólisis, Proteína, Copofragia.

SUMMARY
**EVALUATION OF THE EFFECT OF THE APPLICATION OF FEATHER MEAL
RATION IN BROILER MEAT IN RABBITS (*Oryctolagus cuniculus*) RACE
CALIFORNIANS IN LA PAZ TOWN**

The purpose of this study was to evaluate the effect of including Hydrolyzed Feather Meal in the ration of fattening rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) for meat production and testing it as formulated rations containing similar protein and energy levels of 0%, 5%, 7.5% and 10% Hydrolyzed Feather Meal and fed to both male and female rabbits, settling among the factors sex and content of Hydrolyzed Feather Meal a bi-factorial experiment consisted of eight treatments, which evaluated the obtained average daily gain, feed conversion, feed efficiency and Use Efficiency Percentage of the protein.

After 12 weeks of investigation, which evaluated 7 replicates per treatment, were obtained as a result, the treatment T8 (female bunnies fed 10% of Hydrolyzed Feather Meal in the diet) had the best final weights lower feed conversion and food with 10% Hydrolyzed Feather Meal was shown to have greater feed efficiency with a value of 39% and Percent Utilization Efficiency of Protein with a value of 33%, on the other foods that do not contained Hydrolyzed Feather Meal (T1, T2) in composition were less efficient with an efficiency of 33.5%. Furthermore the results showed significant efficiencies in favor of females compared to males.

Keywords: Rabbit, Hydrolyzed Feather Meal, Hydrolysis, Protein, Copofragy.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente uno de los mayores problemas que enfrenta la sociedad en su conjunto, es el de luchar en contra de la escases de alimento buscando diversas alternativas para alcanzar la soberanía y seguridad alimentaria, problema que en los últimos cinco años se ha incrementado a causa de los fenómenos climáticos y la escases de los combustibles lo que ha provocado que parte de las tierras donde antes se cultivaban productos para ser destinados al consumo humano, sean ahora destinados a la producción de vegetales con el propósito de destinar éstos a la elaboración de biocarburantes; todo esto a dificultado también las actividades en el sector pecuario ya que se ve afectado por las limitantes económicas para poder brindar alimento al ganado, porque los precios para la adquisición de alimentos y/o insumos alimenticios (especialmente los proteicos) que proporcionen una adecuada dieta a los animales se han incrementado, como también la poca producción de alimentos y su respectiva comercialización en los mercados, lo que ha ocasionado que los grandes y medianos productores incrementen sus costos de producción y por lo tanto los precios de venta de los productos obtenidos, especialmente la carne; mientras que los productores de sistemas minoritarios o autoconsumo han relegado la nutrición de sus animales tales como cuyes y conejos al uso de residuos de cocina y pastos de baja calidad, o sistemas de pastoreo extensivos, esto en el caso de ovinos, caprinos y bovinos especialmente, donde los pastos ofrecidos a éstos no son siempre de la calidad deseada.

Por tanto, se deben buscar nuevas fuentes de proteína eficientes para el consumo animal, que sean relativamente de fácil acceso y cuyos costos sean bajos para permitir su adquisición, en tal sentido se plantea como una alternativa el empleo de harina de plumas hidrolizada.

El presente trabajo ofrece una alternativa a los cunicultores para mejorar sus ingresos económicos reduciendo costos por concepto de alimentación y manteniendo la calidad productiva.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la aplicación de Harina de Plumas en la ración de engorde en conejos de carne (*Oryctolagus cuniculus*).

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar diferentes niveles de Harina de Plumas Hidrolizada en sustitución parcial de torta de soya en las raciones formuladas.
- Evaluar el efecto de la Harina de Plumas Hidrolizada en los requerimientos nutricionales del conejo.
- Evaluar el desarrollo de los conejos utilizados en cada uno de los tratamientos evaluando índices zootécnicos.
- Realizar un análisis de costos parciales para cada una de las raciones empleadas.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Origen del conejo

Respecto al origen del conejo mucho se ha discutido, casi todos los naturalistas aceptan que durante la Prehistoria, el conejo se extendió por toda Europa en la era cuaternaria, pero los fríos de la época glacial produjeron su exterminio, propagándose solo por la región mediterránea especialmente en España y Grecia.

Hacia el siglo III los romanos lo llevaron a Italia y después se introdujo en Francia, extendiéndose luego por toda Europa. Al continente americano lo trajeron los españoles (López, 1987).

3.2. Clasificación taxonómica del conejo

Sánchez (2002), clasifica al conejo de la siguiente manera:

Reino:	Animal
Sub Reino:	Metazoos
Tipo:	Cordados
Sub Tipo:	Vertebrados
Clase:	Mamíferos
Sub Clase:	Placentarios
Orden:	Lagomorfos
Familia:	Lepóridos
Género:	<i>Oryctolagus</i>
Especie:	<i>Cuniculus</i>

Para López (1987), el conejo pertenece al orden de los roedores, familia de los lepóridos (por tener en el labio superior una hendidura en su parte media), constituyendo la única especie del mismo, *cuniculus*, siendo su nombre completo *Oryctolagus cuniculus*.

3.3. Clasificación de razas de los conejos

Ruiz (1983), señala que existen numerosas clasificaciones de razas de conejos bien atendiendo a su producción, carne, pelo, color, peso, tamaño y otros.

Al mismo tiempo Castellanos *et al.* (2006), mencionan que cada raza de conejo posee un fenotipo especial que lo diferencia de las demás razas; y considera como una de las principales diferencias al peso de los animales adultos, clasificando a las razas como se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación de razas de conejos según el peso en animales adultos

Clasificación de razas	Peso (Kg)
Razas pequeñas	< 2.5
Razas medianas	2.5 - 4.0
Razas grandes	4.0 – 5.5
Razas gigantes	>5.5

Fuente: Castellanos *et al.* (2006).

Por otro lado López (1987), indica que los conejos se clasifican por razas, es decir por conjuntos de individuos de caracteres de conformación, tipo y actitudes semejantes que a través de generaciones sucesivas se perpetúan.

Existen innumerables razas de conejos, la mayoría son razas tradicionales de países europeos como Francia, Inglaterra y Alemania. Las dos razas más difundidas son sin duda la neozelandés blanca y la californiana, ambas de origen estadounidense, y son seleccionadas para la producción de carne intensiva y están adaptadas para el manejo de las jaulas de piso de alambre (Sánchez, 2002).

3.4. Carne de conejo

La producción de carne de conejo representa una función económica y social de gran importancia, ya que el conejo es un animal de fácil crianza, gran reproducción, acelerado crecimiento y uno de los mejores conversores de alimentos variados en carne comestible para el consumo humano, de primera calidad, ya que la composición química de la carne de conejo, nos permite deducir que su valor nutritivo es realmente notable, ya que provee más del 20% de proteínas de primera calidad por su riqueza en aminoácidos esenciales, junto a un bajo contenido de grasas que la hace altamente digestible (López, 1987).

3.5. Razas productoras de carne

Para producir carne, según Castellanos *et al.* (2006), se usan conejos cuyos pesos oscilan entre 4 y 5 kilos en su estado adulto y que poseen un buen desarrollo muscular en todo el cuerpo. Éstos animales tienen una conformación típica que permite reconocerlos mediante un examen visual, las características más sobresalientes de un conejo productor de carne son las siguientes:

- Forma cilíndrica del cuerpo con igual anchura adelante y atrás.
- Actitud calmada, con temperamento linfático.
- Cabeza grande, un poco tosca.
- Cuello corto y grueso.
- Orejas gruesas.
- Pecho y espalda anchos y carnosos.
- Patas cortas y gruesas.
- Lomo, grupa y muslos grandes, carnosos.

Entre las más importantes razas productoras de carne se encuentran: Gigante de Flandes, Nueva Zelanda Blanco y Californiano (Castellanos *et al.*, 2006).

3.6. La raza californiana

López (1987), señala que al crear esta raza se buscó obtener un tipo de animal apto para la producción de carne en cantidad y un alto rendimiento, de huesos finos y recubiertos por abundante carne de buena calidad; son animales tranquilos y las hembras muy buenas madres, siendo la conversión muy buena ya que en muchos casos con animales seleccionados se consigue superar los de la raza Blanca de Nueva Zelandia.

Esta raza de conejos de talla mediana empezó en Estados Unidos de Norte América en el año 1923, habiéndose formado con la base del conejo Ruso o Himalaya cruzándolo en primer lugar con el Chinchilla grande, utilizándose luego el macho de éste cruzamiento con una serie de conejos Neozelandeses hasta obtener un tipo estable. En el año 1928 se presentó por primera vez en California estados Unidos y en 1939 la raza Californiana fue aceptada como raza Standard Americano (López, 1987).

El conejo californiano es procedente de los Estados Unidos. Es un conejo bien musculado sobre todo en dorso y lomos. Su peso oscila entre 4,0 a 4,5 kilos en el caso del macho y la hembra supera este peso con un promedio de 500 gramos, ambos en un estado adulto. Poseen las orejas, patas, cola y hocico de color negro, las crías son blancas y conforme van creciendo les aparecen dichas manchas. Es un conejo muy apreciado por su carne, dando una canal bien conformada (Ruiz, 1983).

En cuanto a la descripción del conejo californiano, Castellanos *et al.* (2006), indican que éste tiene cuerpo largo de forma cilíndrica, típica de las razas productoras de carne. La cabeza está única al cuerpo sin cuello aparente. Los ojos son de color rojo pálido. Las orejas son erguidas y de base carnosa. El pelaje es blanco, con manchas sobre el hocico, las orejas, el rabo y las cuatro patas. Puede presentar una mancha negra en el cuello, pero es indeseable si se presenta en el cuerpo. Estas manchas no restan valor a la piel porque se presentan en partes no utilizables (figura1).

El rápido crecimiento de esta raza y su bajo requerimiento de espacio combinada con la excelente calidad de carne que el conejo produce, hacen que esta especie, y en particular la raza californiana pueda, en una crianza convencional, producir altas cantidades de proteína en poco tiempo y espacio (Sánchez, 2002).



Figura 1. Conejo de raza californiana.

3.6.1. Características técnicas del conejo californiano

López (1987), define las características técnicas de la raza en el cuadro 2:

Cuadro 2. Características técnicas del conejo Californiano

Parámetro de selección	Característica técnica
Edad de alcance de estado adulto	5 - 6 meses
Crías por camada	6 – 12 gazapos
Número de camadas	5 – 8
Edad Destete	30 – 45 días
Edad ideal de sacrificio	4 meses

Fuente: López (1987).

3.7. Sistema digestivo del conejo

El sistema digestivo del conejo está formado por órganos capacitados para la recepción, preparación, digestión y absorción de nutrientes además de la eliminación de las porciones no absorbidas. El sistema digestivo se extiende desde los labios hasta el ano y presenta las siguientes partes: boca, faringe, tubo digestivo y órganos complementarios como ser: dientes, lengua, glándulas salivales, hígado y páncreas (Castañón y Rivera, 2005).

3.7.1. Sistema digestivo de los monogástricos

Según algunos autores también se denominan no rumiantes. Este tipo de estomago se caracteriza por presentar un estómago unilocular o simple. Dentro de éste grupo se encuentra el conejo. (Castañón y Rivera, 2005).

Los mismos autores indican que, en el intestino grueso de los carnívoros no hay absorción alguna de nutrientes, mientras que en los herbívoros y omnívoros como en el caso del conejo, éste tiene gran importancia para la digestión y absorción que se realiza a nivel del colon y ciego, ya que el 25% de los alimentos ingeridos por éstos animales llega al intestino grueso sin estar listos para su absorción.

3.7.2. Partes del sistema digestivo del conejo

Castellanos *et al.* (2006), indican que el aparato digestivo del conejo está conformado de las siguientes partes:

3.7.2.1. Boca

La boca del conejo se encuentra conformada por el vestíbulo y la cavidad oral propiamente dicha (López, 1987). El paladar del conejo, según lo describe Ruiz

(1983), es largo y con un techo estrecho y atravesado por una cresta en forma de acento circunflejo.

Castellanos *et al.* (2006), describen que la boca posee incisivos largos y muy afilados para cortar los alimentos en trozos que luego son triturados por los molares.

Con respecto a los dientes el maxilar inferior posee: dos incisivos, cuatro premolares y seis molares. Los dientes de los conejos tienen la característica de no poseer raíces, por lo que su crecimiento es continuo. Entre los incisivos y los molares hay un espacio vacío el cual se puede aprovechar para medicar. Los gazapos al nacer poseen dos incisivos superiores y los tres primeros molares, y su dentición es completa a partir de los 18 días de edad (Ruiz, 1983).

3.7.2.2. Esófago

El esófago es una cavidad tubular alargada que conduce el alimento desde la cavidad bucal hasta el estómago y el píloro regula el ingreso del alimento del esófago al estómago (Castellanos *et al.*, 2006).

3.7.2.3. Estómago

El estómago de los animales funciona como un órgano importante en la transformación y depósito de alimentos (Castañón y Rivera, 2005).

Las medidas aproximadas del estómago del conejo según Ruiz (1983), son de aproximadamente 15 milímetros de largo y 75 milímetros de ancho, siendo su capacidad de 50 centímetros cúbicos.

El estómago es donde se mezclan los alimentos y los jugos gástricos y donde empieza la digestión (Castellanos *et al.*, 2006).

3.7.2.4. Intestino delgado

El intestino delgado se divide en tres partes: duodeno, yeyuno e ilion (López, 1987). El intestino delgado, según la descripción de Ruiz (1983) tiene una longitud aproximada de 2-3 metros y posee un diámetro de aproximadamente 9 milímetros, éste termina en un saco redondo. Además Castellanos *et al.* (2006), indican que es en el intestino delgado del conejo donde se complementa la digestión y empieza la absorción de nutrientes.

3.7.2.5. Intestino grueso

El intestino grueso está compuesto por el ciego, un apéndice vermiforme, el colon y el recto (López, 1987). Respecto a éste punto, Castellanos *et al.* (2006) explican que el ciego es el lugar donde el alimento es sometido a un proceso de digestión bacteriana donde además se digiere la fibra cruda, mientras que el apéndice vermiforme o apéndice cecal es simplemente la terminación del ciego.

En una descripción que realiza Ruiz (1983), indica que la longitud del intestino grueso es de 1 metro pudiendo llegar en animales adultos a 3 metros. El ciego tiene una capacidad de 300 a 600 centímetros cúbicos y después de que el alimento atraviesa éste, el alimento pasa al colon el cual se divide en dos partes, la primera de gran diámetro e irregular y la segunda de forma cilíndrica que termina en el recto. El ano es simplemente un esfínter que regula la evacuación de desechos sólidos (Choque, 2005).

3.7.2.6. Glándulas anexas

López (1987), señala que las glándulas anexas o glándulas digestivas coadyuvan al proceso digestivo, entre estas se encuentran:

- a) **Glándulas salivares:** Que se distribuyen en parótidas, sub maxilares, molar superior u orbitaria y molar inferior.
- b) **Hígado:** Órgano que posee una vesícula biliar la cual desemboca en la salida del estómago y segrega agua y bilis.
- c) **Páncreas:** Que segrega jugo pancreático sobre los alimentos contenidos en el intestino delgado.

En la figura 2 puede observarse la conformación del sistema digestivo del conejo:

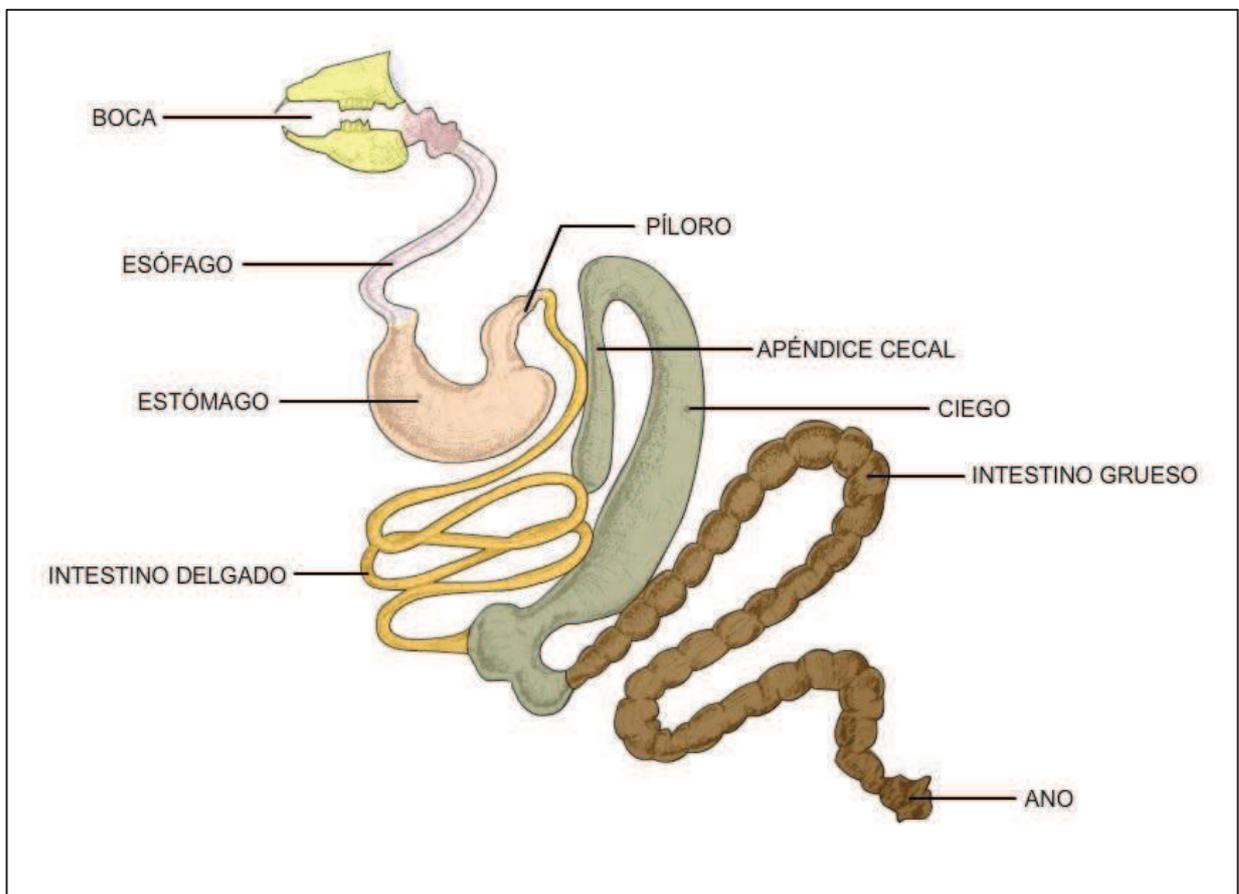


Figura 2. Sistema digestivo del conejo (Quisbert y Orozco, 2012; después de Castellanos *et al.* 2006).

3.8. Fisiología digestiva del conejo

Castañón y Rivera (2005), señalan que la fisiología digestiva se encuentra muy relacionada con la nutrición, puesto que de esta depende el aprovechamiento de los nutrientes, por eso es necesario e importante determinar como funciona el aparato digestivo de los animales en el proceso de digestión y la absorción de nutrientes. Fisiológicamente la digestión es la función que cumple el tubo digestivo y los órganos accesorios, preparando los alimentos para su posterior aprovechamiento y contribuyendo a la eliminación de los residuos alimenticios.

Además indican que en la digestión interfieren los factores que se resumen en el cuadro 3, mismos que están estrechamente relacionados entre si.

Cuadro 3. Factores que intervienen en la digestión

Factores interventores en la digestión	Componente principal
Factores Mecánicos	Aprehensión de alimentos
	Masticación
	Deglución
Factores secretores	Funcionamiento de glándulas anexas
Factores químicos	Acción enzimática
Factor Microbiológico	Acción de bacterias y protozoarios en el intestino grueso

Fuente: Basado en Castañón y Rivera (2005).

3.8.1. Proceso de digestión en el sistema digestivo del conejo

En la boca una vez que los alimentos han sido cortados y triturados por acción dentaria, gracias a las glándulas salivales que poseen una enzima llamada Pتيالina, al ingerir el conejo los hidratos de carbono preferentemente en estado de almidón (azúcar complejo), la Pتيالina lo degrada a estado de maltosa (López, 1987).

Posteriormente al alimento es conducido por el esófago (Castellanos *et al.*, 2006) el cual tiene por función el pasaje mecánico de los alimentos hacia el estómago (López, 1987).

Castellanos *et al.* (2006) indican que es en el estómago donde se mezclan los alimentos y los jugos gástricos dándose de ésta manera inicio a la digestión y donde los alimentos se digieren parcialmente. En éste sentido López (1987), hace una explicación más detallada de este proceso e indica que: “El estómago contiene jugo gástrico que está constituido por agua, ácido clorhídrico y enzimas (pepsina y renina) las cuales actúan sobre las proteínas degradando éstas a productos nitrogenados intermedios”.

Posteriormente el alimento pasa al intestino delgado por medio del píloro (Castellanos *et al.* 2006) y es en éste lugar donde la vesícula biliar segrega agua y bilis y es esta última la encargada de emulsionar las grasas (López, 1987) (figura 3).

En el intestino delgado los alimentos son reducidos a compuestos químicos más simples ya que por un lado actúa el páncreas que segrega jugo pancreático sobre los alimentos contenidos en el intestino delgado y como el jugo pancreático contiene enzimas se producen las siguientes reacciones según López (1987):

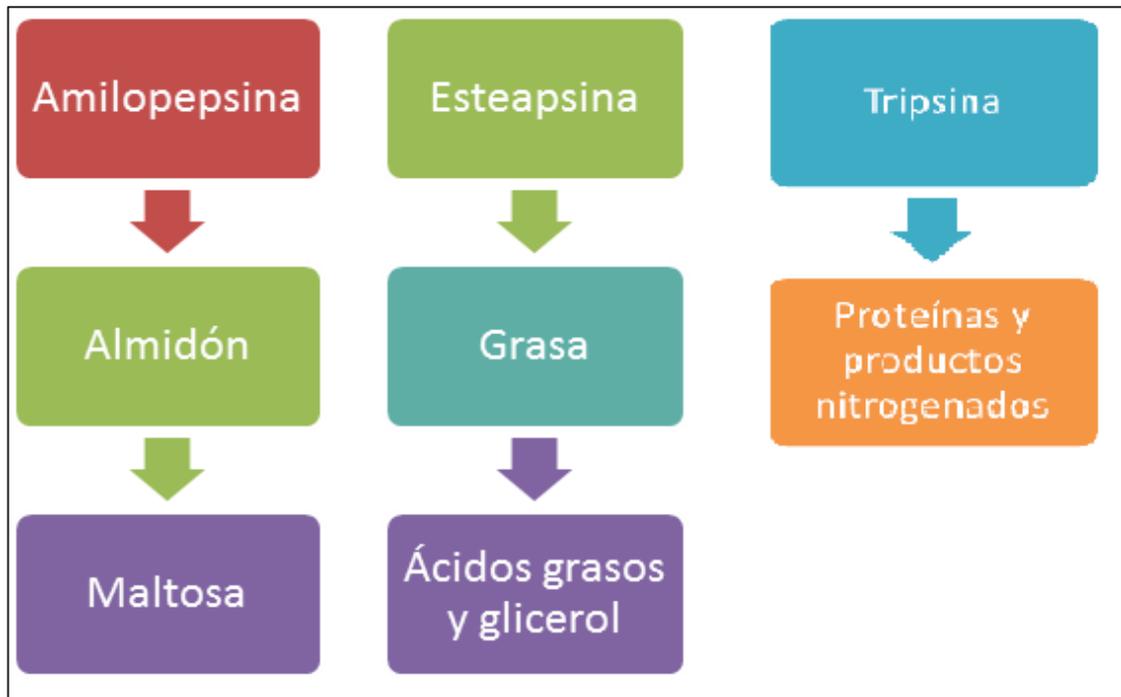


Figura 3. Acción de las enzimas contenidas en el jugo pancreático del conejo sobre los alimentos (Orozco, 2012; después de López, 1987).

Como se puede ver, las enzimas del jugo pancreático tienen una estrecha relación con la descomposición de los alimentos en compuestos más sencillos, sin embargo el jugo pancreático no actúa sólo puesto que también existe una acción del jugo intestinal contenido en el intestino delgado el cual contiene dos enzimas: Erepsina e Invertasa, al mismo tiempo, López (1987), muestra como actúan dichas enzimas sobre los alimentos, mismas que pueden observarse en la figura 4.

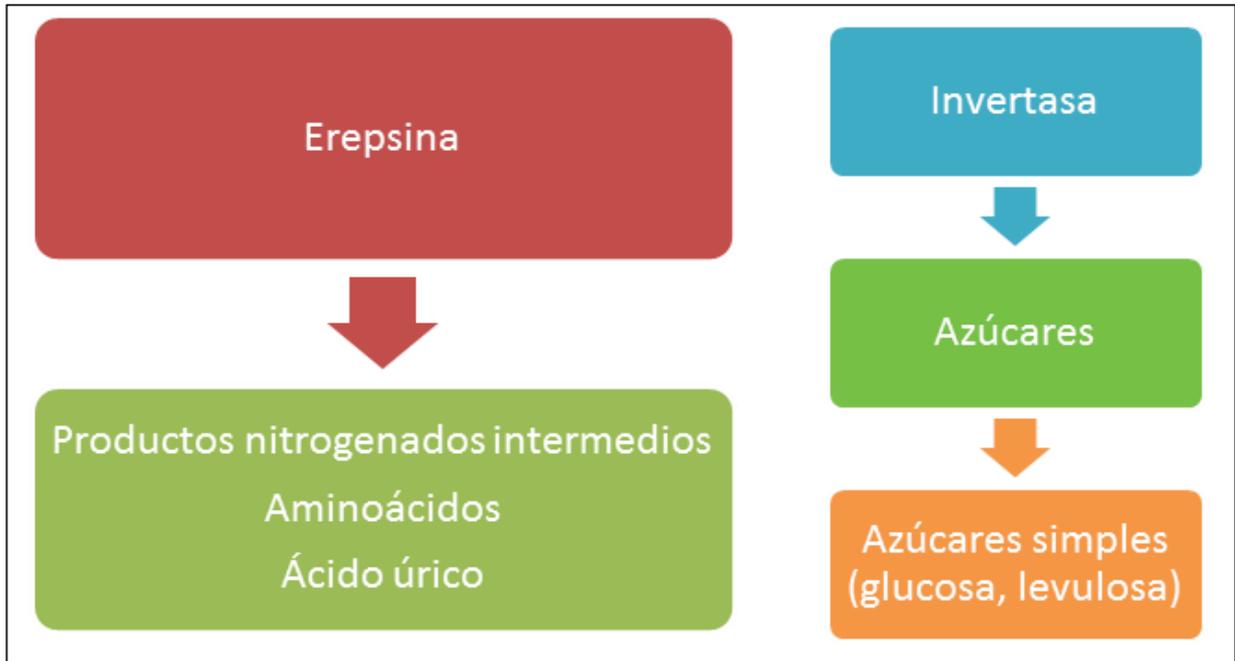


Figura 4. Acción de las enzimas contenidas en el jugo intestinal sobre los alimentos (López 1987, mejorado por Orozco 2012).

Esto refleja que el alimento ingerido por el conejo llega en estructuras químicas más simples al ciego, donde permanece por aproximadamente 12 horas y llega a éste por medio del *Sacculus rotundus* (Castellanos *et al.*, 2006).

El ciego tiene una pequeña cantidad de flora bacteriana celulolítica, es decir que es la responsable de destruir y asimilar pequeñas cantidades de celulosa que el conejo ingiere con sus alimentos comunes, por ser un animal monogástrico la digestión de la celulosa es escasa y ésta sirve más bien para provocar repleción gástrica, es decir llenar el volumen del aparato digestivo (López, 1987). En el ciego el alimento se convierte en pequeñas bolitas húmedas y blandas (Castellanos *et al.*, 2006).

Luego el alimento pasa rápidamente por el intestino grueso (Castellanos *et al.*, 2006), éste tiene por función la de absorber la humedad del contenido intestinal, especialmente en la porción del recto el cual termina en el ano evacuando los excrementos en forma de bolitas (López, 1987).

3.8.2. La Coprofagia

Castellanos *et al.* (2006), indican que este alimento que ha salido del ano del animal, es tomado directamente por la boca del mismo dando inicio al segundo ciclo digestivo.

Sánchez (2002), define que estos “excrementos especiales” son conocidos como cecotropos y son esenciales para la nutrición del conejo, estos son más suaves, de color más verdoso y tienen un olor más fuerte que los excrementos normales los cuales son duros y secos puesto que los cecotropos provienen del ciego donde la comida se ha desarmado por acción de bacterias y donde la mayoría de los nutrientes no son absorbidos por el intestino grueso antes de ser eliminados.

Por otro lado López (1987), señala que la coprofagia no es vicio, sino un hábito natural en el conejo que empieza a partir de las tres semanas de vida y es un proceso que le permite aprovechar al máximo las vitaminas del complejo B y el alimento ya que aumenta la digestibilidad de los nutrientes, sobretodo de las proteínas; pues es así que los conejos producen dos tipos de heces fecales:

- a) **Heces fecales diurnas:** Que se producen entre las horas 8 y 16 del día y estas son las heces comunes que se conocen son grandes y consistentes.
- b) **Heces fecales nocturnas (cecotropo):** Producidas entre las horas 16 y 8 del día, estas son heces pequeñas, blandas y cubiertas por una mucosidad.

López (1987), muestra las cantidades de los excrementos producidos por el conejo en un lapso de 24 horas en la siguiente figura:

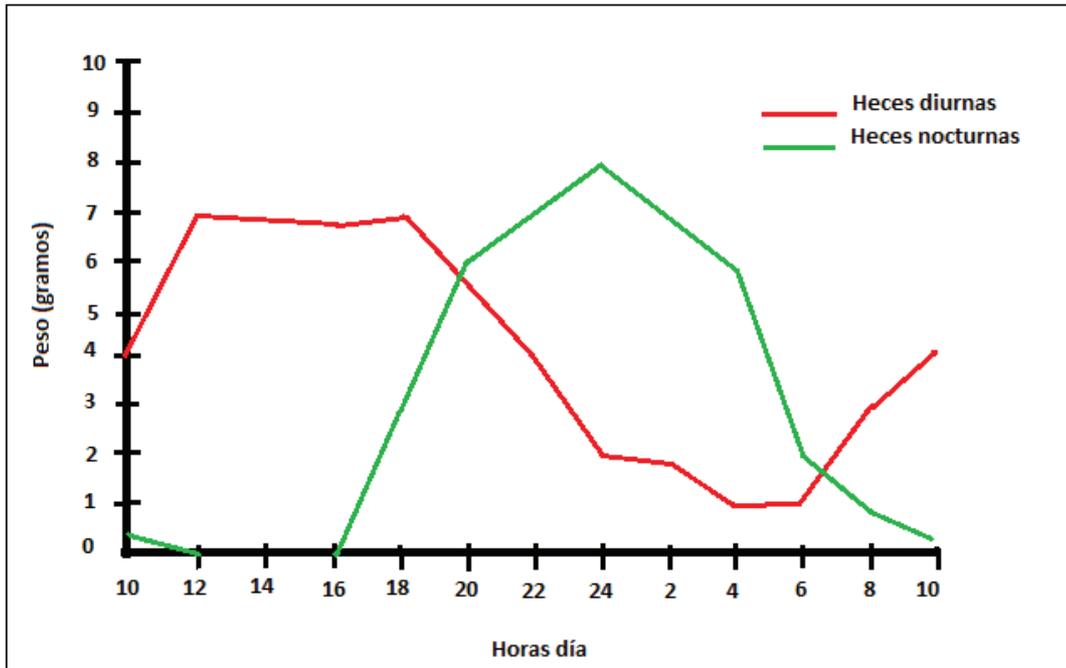


Figura 5. Producción diaria de heces fecales del conejo (López 1987, mejorado por Orozco, 2012).

Cañizo (1981), citado por López (1987), indica además que las heces blandas o nocturnas contienen entre tres y cuatro veces más de riboflavina, seis veces más de ácido pantoténico y de tres a cuatro veces más de vitamina B₁₂, pero además lo que llama la atención es que las heces blandas son nuevamente ingeridas por el conejo por ser ricas en proteína, al respecto Castellanos *et al.* (2006), anotan que una vez que son ingeridas llegan nuevamente al estómago y se someten a una nueva digestión estomacal, posteriormente éste ingresa al intestino delgado donde son absorbidos más nutrientes; la principal diferencia radica en que éstas heces fecales ya no atraviesan por el ciego en el segundo proceso digestivo sino que mas bien atraviesan lentamente el intestino grueso para transformarse en los denominados excrementos diurnos.

Para comprender mejor la diferencia del valor nutricional entre las heces nocturnas y diurnas, utilizaremos el cuadro siguiente elaborado por López (1987):

Cuadro 4. Análisis bromatológico de los dos tipos de heces fecales producidas por el conejo.

Componente	Heces nocturnas	Heces diurnas
% Materia seca	29,3	58,9
% Proteína bruta	32,2	10,7
% Grasa	2,2	2,7
% Fibra	28,5	51,1
% Cenizas	7,9	5,2
% ENN	25,5	30,2

Fuente: López (1987).

Castellanos *et al.* (2006), mencionan que en el aparato digestivo del conejo se están realizando simultáneamente los procesos de digestión del primer y segundo ciclos digestivos; para tal fin se muestra en el siguiente gráfico los ciclos digestivos al interior del conejo, mismos que han sido descritos en la figura 8 donde se observa:

- 1) Ingesta de alimento.
- 2) El alimento llega al ciego donde se produce una digestión bacteriana.
- 3) El alimento pasa rápidamente el intestino grueso y las heces son tomadas directamente del ano por la boca del animal para ser ingeridos nuevamente.
- 4) Los cecotropos son digeridos en el estomago, mientras el nuevo alimento se digieren el ciego.
- 5) La masa alimenticia pasa por el intestino delgado donde se absorben los nutrientes y llega al intestino grueso sin pasar por el ciego.
- 6) Los ciclos nutricionales se reinician.

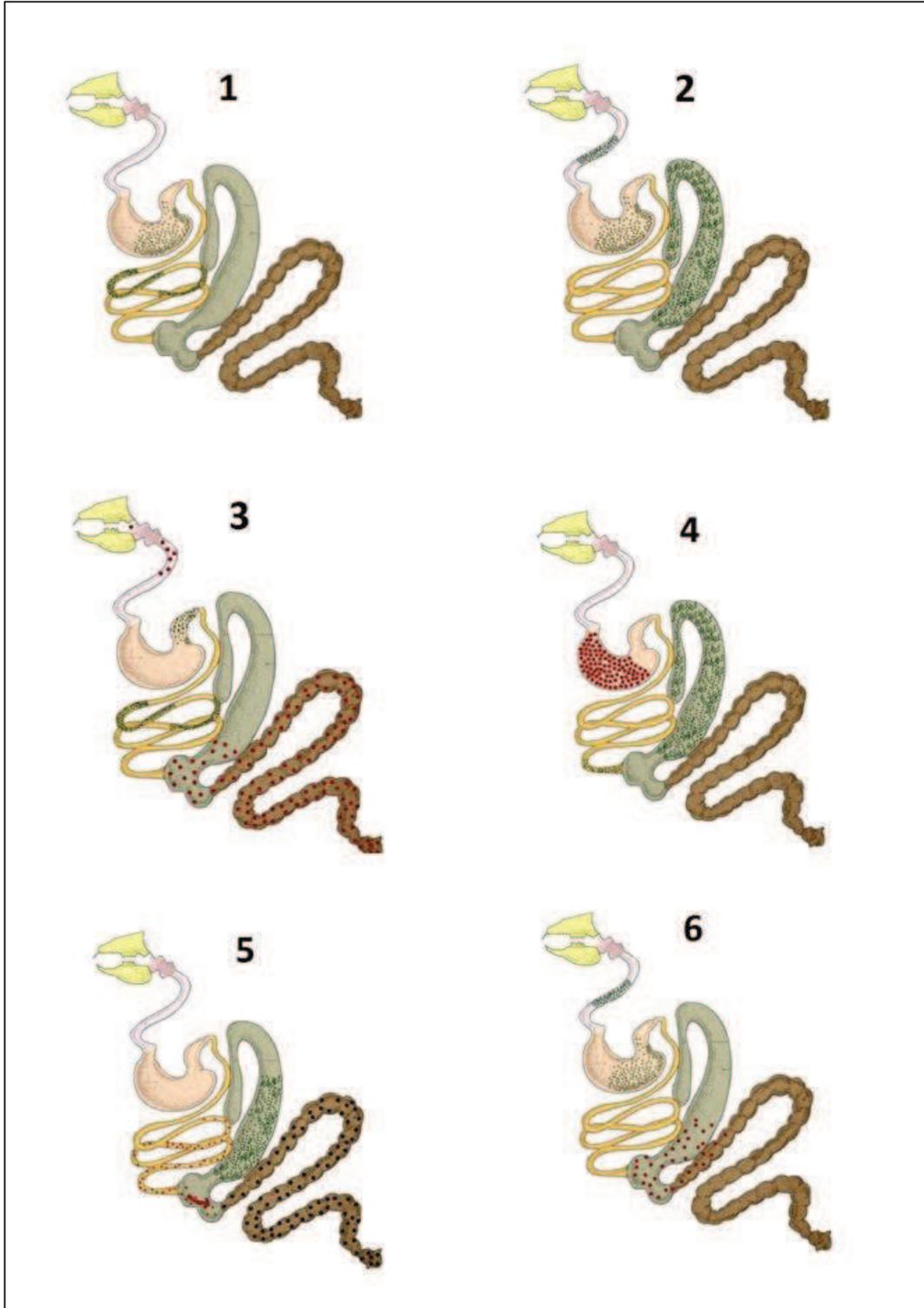


Figura 6. Ciclos digestivos del conejo (Castellanos 2006, mejorado por Quisbert y Orozco, 2012).

3.9. Requerimientos nutricionales del conejo

Requerimientos nutricionales son las necesidades que tiene un organismo de consumir sustancias nutritivas que les permita desarrollar todas sus actividades vitales y productivas de manera satisfactoria (Castañón y Rivera, 2005).

Según Castañón y Rivera (2005), los requerimientos nutricionales dependen de una serie de factores; especialmente el de energía suministrada en forma de carbohidratos, lípidos y proteínas. Entre otros factores podemos mencionar a la actividad física, edad, clima, estado fisiológico, estrés y fuentes nutrientes. Por otro lado (Castellanos *et al.*, 2006), mencionan que las necesidades nutricionales se definen como las cantidades mínimas de nutrientes que deben estar presentes en la dieta para que los conejos puedan desarrollarse y producir normalmente.

Respecto a los requerimientos nutricionales Ruiz (1983), menciona que estos varían en función a numerosos factores entre los cuales los más importantes son la raza y el nivel de producción. López (1987), señala también que para cada una de las etapas que atraviesa el conejo y de acuerdo con su rol o función al que esté destinado, necesitará un determinado tipo de alimento para obtener un rendimiento óptimo, con el mínimo de gastos.

La alimentación de los conejos requiere proteínas, energía, fibra, minerales, vitaminas y agua, en niveles que dependen del estado fisiológico, la edad y el medio ambiente donde se crían (Sánchez, 2002).

Sánchez (2002), define que los requerimientos nutricionales del conejo para la producción de carne son los siguientes:

Cuadro 5. Requerimientos nutricionales del conejo de engorda

Requerimiento	Porcentaje
Proteína Cruda	16-17 %
Energía digestible	2600 Kcal/Kg
Fibra cruda	14-15%
Calcio	1,0 %
Fósforo	0,5 %

Fuente: Sánchez (2002).

Por otro lado Castellanos *et al.* (2006), indican que los conejos destinados a engorda requieren un contenido de energía de 2600 Kcal/kg, 16,5% de proteína y 15% de fibra.

3.9.1. Energía

Las necesidades energéticas no son conocidas con precisión. Si la apetencia del alimento no es un factor límite, el conejo parece regular su consumo en función de la concentración energética de este alimento (Ruiz, 1983).

Según Castellanos *et al.* (2006), son los carbohidratos y las grasas las que proporcionan al animal la energía química para realizar funciones vitales, como la producción de calor corporal, el crecimiento y la producción de leche. Mencionan además que los carbohidratos son nutrientes formados por azúcares almidones y fibra. Los almidones son fáciles de digerir.

3.9.2. Fibra

Ruiz (1983), menciona que la celulosa o fibra es poco digerida por el conejo y debe ser considerada solamente como un lastre que facilite el trabajo mecánico del tubo digestivo.

Alcázar (1997), sin embargo menciona que la fibra cruda es un conjunto de compuestos químicos que no tienen un análisis común y corresponde a la fracción de alimentos insoluble en ácidos y álcalis, se denomina fibra y esta está formada por hemicelulosa y lignina, puesto que la celulosa es una fracción soluble.

3.9.3. Minerales

Los minerales tienen muchas funciones dentro del organismo animal. La presencia de minerales como calcio, fósforo, potasio, magnesio, sodio, zinc, hierro y cobre en la dieta del conejo son importantes para su desarrollo normal (Castellanos *et al.* 2006).

Ruiz (1983), menciona que es necesario cuidar de distribuir cantidades suficientes de calcio y fósforo, además menciona que el conejo es muy sensible a una carencia de sal.

3.10. Proteínas

Las proteínas, según Goyes (2000), citado por Castañón y Rivera (2005), forman la porción orgánica mayor del cuerpo de los animales, se necesitan en cantidades generosas en todas las edades y etapas de vida, además la proteína se utiliza para cubrir la formación de las proteínas funcionales como ser enzimas, hormonas y otros, luego se utilizan éstas para la reparación y finalmente para la formación de tejidos.

Por otro lado Alcázar (1997), menciona que las proteínas constituyen un grupo de compuestos orgánicos afines pero con diferencias fisiológicas especiales y que son indispensables para el organismo. Los animales monogástricos deben ingerir necesariamente proteínas en el alimento.

Según Castellanos *et al.* (2006), la calidad de la proteína es lo más importante ya que las proteínas son el material de construcción de los músculos y tejidos del cuerpo y ésta calidad depende de los aminoácidos esenciales existentes en el alimento.

Los aminoácidos son derivados de los ácidos grasos que forman las proteínas y están formados por un grupo amino (-HN₂) ligado a un carbono alfa y un grupo

carboxilo ácido (-COOH), es decir que las proteínas son polímeros de aminoácidos y son muy variables entre proteína y proteína (Alcázar, 1997).

Castañón y Rivera (2005), mencionan que por acción de las enzimas proteolíticas secretadas en el estómago y en los intestinos, las proteínas de los alimentos son hidrolizadas pasando por varias fases intermedias, hasta desdoblarse en sus componentes aminoácidos.

Alcázar (1997), describe que existen alrededor de 20 aminoácidos que forman parte de las proteínas y estos se dividen entre esenciales y no esenciales en el cuadro 6.

Cuadro 6. Clasificación de aminoácidos esenciales y no esenciales

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos no esenciales
Argirina	Alanina
Histidina	Ácido aspártico
Isoleucina	Citrulina
Leucina	Cistina
Lisina	Ácido glutámico
Metionina	Glicina
Fenilalalina	Hidroxiproplina
Treocina	Prolina
Triptófano	Serina
Valina	Tirosina

Fuente: Alcázar (1997).

3.11. Digestibilidad de las proteínas

La digestibilidad de una proteína depende de diversos factores, uno de ellos es la naturaleza de las proteínas, es así que la digestión de las proteínas vegetales, por parte de los animales monogástricos está usualmente dificultada por una relativa incapacidad de tratar las paredes celulares fibrosas que encierran las proteínas,

mientras que las proteínas animales no presentan este problema (Castañón y Rivera, 2005).

Los mismos autores señalan que los factores que afectan a la digestibilidad de una proteína son:

- a) Naturaleza de la proteína en sí misma.
- b) Cantidad de la proteína que se ha suministrado en un periodo dado.
- c) Manipulación a la que haya sido sometida la proteína.
- d) Naturaleza del resto de la ración.
- e) Factores biológicos como la especie y edad del animal que consume la proteína.

3.12. Metabolismo de las proteínas

El metabolismo de las proteínas comienza en el estómago bajo la acción de la pepsina y el ácido Clorhídrico en un pH de 2,1 (Castañón y Rivera, 2005). En éste medio intensamente ácido se atacan a todas la proteínas excepto la mucina y la queratina (López, 1987), sin embargo señala que las proteínas también son atacadas por acción de las enzimas liberadas por el páncreas, a éstas enzimas se llaman enzimas pépticas y son de dos tipos: las exoenzimas que son representadas por carboxipeptidasas y peptidasas; y endoenzimas, representadas por la pepsina, tripsina y quimiotripsina, estas endoenzimas destruyen las moléculas grandes en otras más pequeñas actuando sobre la cadena peptídica, mientras que las exoenzimas actúan sobre los aminoácidos terminales produciendo aminoácidos libres (Castañón y Rivera, 2005).

Llegados al duodeno, los materiales proteicos del quimo sufren la acción hidrolítica de dos fermentos la tripsina y erepsina, entonces la absorción de aminoácidos se realiza muy rápidamente en el duodeno además de algunos polipéptidos (López, 1987), éstos polipéptidos ingresan, en su mayor parte en los capilares de las vellosidades y llegan hasta el hígado por la vena aorta (Castañón y Rivera, 2005). Llegados a los tejidos son retenidos por las células que los emplean para la renovación de sus estructuras (López, 1987).

3.13. Alimentación de los conejos

En la alimentación de los conejos domésticos se debe elegir la mejor fórmula para obtener la finalidad más conveniente, es así que todos los componentes de una fórmula alimenticia deben estar constituidos del aspecto nutritivo en escala especial para cada proceso de desarrollo, pero se debe tener en cuenta que éstas raciones deben ser económicas para así obtener una compensación que represente una utilidad en beneficio del criador (Herrera, 2008).

Según Castellanos *et al.* (2006), los alimentos utilizados en la producción cunícola se dividen en voluminosos y concentrados, siendo los primeros las plantas forrajeras como alfalfa, trébol y otros forrajes, mientras los concentrados son ricos en proteínas como por ejemplo la harina de soya y otros.

Castañón y Rivera (2005), aseveran que los alimentos concentrados poseen un principio nutritivo en mayor proporción entre ellos los que contienen gran cantidad de proteínas y carbohidratos, por lo general éstos alimentos poseen más de 60 % de nutrientes digestibles y menos del 18% de fibra.

Estos mismos autores, aseveran que los alimentos pueden dividirse en dos tipos, energéticos o básicos y proteicos siendo sus características las siguientes:

- a) **Alimentos energéticos:** Son aquellos que posean menos de 16 % de proteína, pobres en lisina, y tienen poco contenido de calcio aunque el contenido de fósforo es bueno; sin embargo la principal características de estos alimentos es que están constituidos por Carbohidratos.
- b) **Alimentos proteicos:** Poseen más de 20% de proteína en su contenido y pueden ser de origen vegetal, como ser la torta de soya, o animal como la harina de pescado.

Castellanos *et al.* (2006), señalan que los conejos no consumen bien los suplementos proteínicos de origen animal, por lo que prefieren satisfacer sus necesidades de proteína con alimentos de origen vegetal. Asevera también que en

las explotaciones cunícolas generalmente se suministran raciones balanceadas que contienen mezclas de forrajes, energéticos y proteínicos.

Por otro lado, Sánchez (2002), asegura que en la dieta de un conejo, el forraje fresco es importante y que éstos deberían ser suministrados diariamente ya que poseen altos niveles de fibra los cuales ayudan a mantener el normal funcionamiento del intestino.

López (1987), indica que para cada una de las etapas por las que atraviesa el conejo y de acuerdo a su función al que esté destinado, necesitará un determinado tipo de alimento para obtener un rendimiento óptimo con un mínimo de gastos, y esto se consigue con una alimentación integral o balanceada. Además Castellanos *et al.* (2006), muestran que estos alimentos pueden ser molidos, mezclados y presentados en forma de pastillas o en forma separada.

Castellanos *et al.* (2006), también dan a conocer una lista de alimentos para conejos, misma que se muestra a continuación:

Cuadro 7. Alimentos para conejos

Tipo de alimento	Alimentos
Raíces y tubérculos	Col forrajera, Nabo, Zanahoria.
Henos	Alfalfa en corte temprano, Alfalfa en corte mediano.
Granos y semillas	Avena, Cebada, Maíz, Sorgo, Trigo, Mezquite.
Concentrados	Tomate deshidratado, Polvillo de arroz, Salvado de trigo, Bagazo de cerveza, Harina del alfalfa, Harina de ajonjolí, Harina de maní, Harina de coco, Harina de garbanzo, Harina de lino, Harina de soya, Leche entera, Melaza de caña, Harina de huesos.

Fuente: Adaptado de Castellanos *et al.* (2006).

3.13.1. Concentrado para conejos

La formulación de alimentos concentrados consiste en un apropiado uso de los alimentos y una adecuada distribución de los principios nutritivos, tal que el alimento ofrecido al animal cumpla sus requerimientos adecuadamente (Castañón y Rivera, 2005).

Según Sánchez (2002), los pellets para conejos son los alimentos más importantes dentro la dieta del conejo, éstos son alimentos concentrados trabajados sobre la base de cubrir requerimientos nutritivos de nuestros animales, son bajos en volumen y requieren pequeños bocados. Al mismo tiempo, Ruiz (1983), sostiene los alimentos granulados de 2,5 a 5 mm de diámetro, duros y que no corren el riesgo de convertirse en polvo son los que más convienen a los conejos.

Los pellets son harinas balanceadas que se comprimen mecánicamente en prensas especiales, obteniéndose la mezcla en forma de comprimidos que favorecen el desgaste de dientes del conejo y evita que el alimento sea desperdiciado por corrientes de viento (López, 1987).

Las principales ventajas que tiene el ofrecer alimento en forma de pellets al conejo según López (1987), son las siguientes:

- a)** El prensado protege las vitaminas, conservándolas más tiempo.
- b)** Los pellets se conservan mejor durante más tiempo.
- c)** Son más digestibles, ya que la máquina en la que se prensa el alimento también somete el alimento a un proceso de pre cocido.
- d)** Son menos vulnerables a la acción de los insectos.
- e)** Su fórmula no se desequilibra puesto que se impide al conejo que seleccione dentro el mismo alimento un componente de otro.
- f)** No se producen desperdicios dado que el derrame de los comederos es mínimo.

- g) No ensucian el agua de los bebederos porque los conejos no llevan en la boca polvo adherido hacia el bebedero.

Así mismo, los pellets fueron originalmente diseñados para el rápido crecimiento de la producción de conejos y que en caso de usar pellets en la alimentación de los conejos, éstos deben contener al menos 18% de fibras, 2,5% como máximo de grasas, un 16% o menos de proteínas y un 1% como máximo de calcio, otra de las ventajas de los pellets es su fácil distribución en jaulas (Sánchez, 2002).

3.13.2. Elaboración de pellets

El peletizado es una operación de moldeado termoplástico en el que las partículas finamente divididas de una ración se integran en un pellet compacto y de fácil manejo, el cual incluye condiciones específicas de humedad, temperatura y presión. Al realizar el peletizado, se asegura que los ingredientes previamente mezclados se compacten para formar un comprimido con tamaño y dureza variable de acuerdo al animal que se desee alimentar, facilitado así su manejo y mejorando la aceptación y aprovechamiento de éste por parte del animal (Pérez, 1993).

Una vez que el alimento es fabricado en harina, se lleva al proceso de peletización en donde se agrega vapor de agua al alimento formulado, para lograr una hidratación del mismo a temperaturas que oscilan entre los 60 y 75 °C. Con lo anterior se logra una masa caliente, a partir de las cuales se forman pequeñas estructuras cilíndricas, que según sea el tipo de alimento que se esté fabricando, como se mencionó anteriormente, tendrán diferente diámetro y longitud. Terminado el proceso de peletización, el producto final se enfría y se pasa por una zaranda para luego ser secado (ALMOSI, 2010).

Según el JICA (2007), el peletizado de un alimento se realiza en máquinas llamadas peletizadoras, las cuales se componen de dos partes; una mezcladora de alimento, en el cual se deposita el alimento en forma de harina y cuyos componentes del alimento pueden adicionarse de forma separada cada uno de los insumos, y en la cual se adicionará también agua y otros floculantes como maicena o aceite de soya (estos últimos deben ser considerados al momento de formular el alimento en caso

de utilizarse), y permitir la formación de una masa homogénea; la otra parte de la maquinaria, corresponde a un rodillo en espiral que compacta la masa dirigiéndola hacia una salida que posee un disco con orificios por la cual atraviesa la masa para tomar la forma cilíndrica de pellets; por otro lado, esta salida tiene una variante, pudiendo o no llevar internamente una extrudizadora, la cual por fricción permitirá pre-cocer el alimento al momento de salir de la máquina peletizadora, luego se debe realizar un secado del alimento en bandejas planas.

Al mismo tiempo ALMOSI (2010), señala que al momento de peletizar, el alimento pasa por un proceso de cocción, el cual favorece a la disponibilidad de los nutrientes (principalmente almidones y proteínas), lográndose así, un mejor aprovechamiento en el tracto digestivo del animal, y con ello, mejores conversiones alimenticias además, de eliminar una serie de bacterias patógenas, que pueden comprometer la buena salud de los animales, y con ello una disminución en la rentabilidad de la granja. Un buen proceso de peletizado, secado y almacenamiento, permite que el alimento dure por al menos dos meses.

3.13.2.1. Extrudizado

Una de las principales diferencias entre la extrusión y la peletización radica en que la primera puede ser mediante un procesamiento en seco o húmedo, además de que la temperatura que alcance el alimento extrudizado es considerablemente mayor, siendo el rango de 120 a 150 °C, razón por la cual el producto final podría ser considerado prácticamente estéril (Behnke, 1993).

3.13.2.2. Ventajas del peletizado

ALMOSI (2010), señala que algunas ventajas de utilizar alimentos peletizados para la alimentación pecuaria son las siguientes:

- Mejor palatabilidad.
- Mayor consumo.
- Mayor digestibilidad de almidones y proteínas.
- Menor selección del alimento por parte del animal.

- Menor separación de las partículas en los comederos.
- Facilidad de manejo del alimento en almacén.
- Disminuye el riesgo de enfermedades.
- Mayor tiempo de vigencia del alimento.
- Fácil distribución de alimento al ganado.

Por otro lado Ponce de León (1993), señala que la peletización beneficia especialmente a una mejor asimilación de la torta de soya así como a algunos insumos proteicos de origen animal.

3.14. Torta de Soya

El uso de la soya (*Glycine max*) en la alimentación animal ha abierto un amplio panorama a la industria de concentrados, al permitir la formulación de dietas con una excelente concentración y disponibilidad de energía, aminoácidos y ácidos grasos esenciales. Por su alto contenido de grasas y proteínas, la soya se presenta como una valiosa materia prima para la utilización en la industria destacándose la fabricación de aceites y la formulación de alimentos para animales (Garzón, 2010).

3.14.1. Características nutricionales del grano de soya

La semilla de soya, se compone de proteínas, lípidos, hidratos de carbono, y minerales; siendo las proteínas y los lípidos las partes principales, constituyendo aproximadamente un 60% de la semilla, además las proteínas contienen un alto contenido de Lisina (Ortiz, 1998).

Actualmente la soya está considerada como la fuente proteica de mejor elección para la alimentación de cerdos y aves, entre otros, por su alto contenido proteico y alta digestibilidad (82%), buen alcance de aminoácidos, calidad consistente y bajos costos comparada con otras fuentes proteicas (Ortiz, 1998).

Por otro lado Valencia y Garzón (1999), citados por Garzón (2010), señalan que la principal desventaja para la utilización del grano de soya en un estado natural para la alimentación de monogástricos, es la presencia de factores antinutricionales como ser la Antitripsina, Lipoxigenasa, Ureasa, Hemaglutinina y factor Anti tiroideo.

3.14.2. Procesamiento de la soya

Buitrago *et al.* (1992), señalan que uno de éstos procesos se realiza al transformar el frijol de soya en torta de soya, es decir al realizar el proceso de extracción de aceite vegetal y obteniendo la torta de soya como un subproducto.

Buitrago *et al.* (1992), muestran una comparación de la composición nutricional del grano de soya crudo y la torta de soya, como se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Composición Nutricional del grano de soya crudo y torta de soya

Componente	Unidad	Grano de soya crudo	Torta de soya
Materia seca	%	90	90
Energía Metabolizable	Mcal/Kg	3.2	3.25
Grasa	%	3.2	1.5
Proteína	%	17.5	45.5
Metionina	%	37.5	0.70
Metionina + cistina	%	0.52	1.41
Lisina	%	1.08	2.90
Triptófano	%	2.42	0.62
Ácido linoleíco	%	0.54	0.55
Fibra	%	8.5	3.4
Calcio	%	5.5	0.30
Fósforo	%	0.26	0.64
Índice Ureasa	%	0.61	0.02 -0.5
Inhibidor tripsina	%	75 - 80	< 0.10

Fuente: Adaptado de Buitrago *et al.* (1992).

3.14.3. Ventajas comparativas de la torta de soya

Hanke (1972), citado por Buitrago *et al.* (1992), muestran el siguiente cuadro de evaluación de la torta de soya:

Cuadro 9. Evaluación de torta de soya y soya cruda en raciones para cerdos de engorde

Alimento	Ganancia de peso diario (gr)	Índice de conversión
Torta de soya	780	3.23
Soya Cruda	570	4.00

Fuente: Hanke (1972), citado por Buitrago *et al.* (1992).

La eficiencia se debe a que el subproducto obtenido, es decir la torta de soya, pasa por un tratamiento térmico como ya se ha dicho anteriormente, sin embargo también se debe a que existe una alteración en la composición química de la torta de soya como resultado de la extracción de aceite (ABBE, 1996; citado por Garzón, 2010); en el cuadro 10 se muestra la composición química de la soya cruda y la torta de soya.

Cuadro 10. Contenido de proteína, energía y aminoácidos en soya cruda y torta de soya

Alimento	Proteína (%)	E.D. (Kcal/Kg)	Lisina (%)	Metionina + Cistina (%)	Fibra (%)
Soya Cruda	37.5	4.140	2.42	1.08	5.5
Torta de soya	46.0	3.565	2.90	1.41	3.4

Fuente: ABBE (1996), citado por Garzón (2010).

3.14.4. Importancia de la torta de soya en la alimentación animal

Alcázar (1997), haciendo referencia al poder biológico de las proteínas, rescata que la torta de soya, es la fuente de proteína de origen vegetal destinada al consumo animal que más se utiliza debido a que el valor biológico de ésta oscila entre 65 y 76.

3.15. Subproductos de matadero empleados en la alimentación animal

3.15.1. Desechos de matadero

Los animales normalmente producen grandes cantidades de proteínas para el consumo humano, pero compiten en su alimentación con el hombre, por lo que se hace necesario incrementar la producción de proteínas de origen vegetal e intensificar la búsqueda por la obtención de nuevas fuentes de proteína (Álvarez, 2008).

Es así que la utilización de fuentes de proteína de origen animal tales como la harina de pescado han sido ya utilizadas para la alimentación animal, sin embargo el alto costo de adquisición resulta en una limitante de uso, por tal motivo se han buscado formas de obtener harinas de alto valor nutricional a bajos costos, encontrándose como alternativas a la utilización de desechos de matadero como ser la sangre, carne y vísceras (Álvarez, 2008).

3.15.1.1. Desechos de mataderos avícolas

La crianza avícola ha tenido un crecimiento importante en los últimos años, dada la importancia social que radica en el rápido crecimiento de las aves, su rapidez de producción misma que ayuda a satisfacer la demanda de proteína animal de la población (Álvarez, 2008).

Sin embargo esta crianza intensiva también ha generado un incremento en la obtención de subproductos y desechos generados por la industria avícola; SANDACH (2011), muestra en el cuadro siguiente una relación de los subproductos y desechos obtenidos de la industria avícola:

Cuadro 11. Subproductos y desechos generados por ave en la industria avícola

Ave	Gallinas de postura	Pollos parrilleros
Peso Medio de sacrificio	2000 gr	3462 gr
Subproductos y desechos generados por ave		
Gallinaza	29	31,5
Bajas en transporte	20	17,31
Sangre	80	170,68
Plumas	172	166,18
Visceras	266	339,97
Patas	60	59,89
Cuellos y cabezas	112	112
Mollejas, hígados y grasa	176	176

Fuente: SANDACH (2011).

Al mismo tiempo, SANDACH (2011), elabora un esquema donde se detallan los desechos que se producen en los mataderos de aves industriales producto del proceso de faena, éste se muestra a continuación.



Figura 7. Desechos originados en mataderos de aves

(Modificado de SANDACH, 2011).

Según SANDACH (2011), los desechos de categoría 3 deben ser eliminados mediante incineración, o caso contrario debe realizarse un tratamiento en una planta de transformación donde pueden utilizarse éstos como materia prima para la fabricación de alimentos para animales de compañía, es decir pueden ser o desechados o procesados.

3.15.2. Procesamiento de subproductos de matadero

Del Águila (2010), menciona que uno de los grandes problemas en muchas plantas de faena de pollos es el manejo de los desechos y básicamente de las plumas, tal es el caso de Bolivia. Se estima que cien mil pollos producen aproximadamente 100 toneladas de plumas, las cuales en algunas plantas de faena se procesa obteniéndose productos bastantes desuniformes o son eliminados en botaderos constituyéndose un problema ambiental.

3.15.2.1. Las plumas

Las plumas son casi proteína pura. En su mayoría queratina, que en su forma nativa, es escasamente digerida por los animales (Wessels, 1972).

Según la AFCO (1983), las plumas son un subproducto de la industria avícola que puede aprovecharse en vestidos, aislamientos, camas, decoración equipos deportivos, harinas de plumas y fertilizantes. Las características de las plumas varían según la especie, edad, sexo y localización en el cuerpo de las aves. Hardy y Hardy, (1949); citado por Bauza *et al.* (2007), clasifican a las plumas en los siguientes grupos:

- a) Plumas duras, remeras y timoneras, de la punta de las alas y de la cola.
- b) Plumas de la quilla, largas, estrechas, con cañones, de la quilla y parte posterior de los pollos.
- c) De media pelusa, con cañones y pelusa, de la mitad inferior de la pechuga.

d) Con pelusa en sus tres cuartas partes, con cañones, cubren la mitad superior de la pechuga.

e) Pelusonas, con cañones duros en todo el cuerpo.

f) Plúmulas, plumas pequeñas con cañones blandos.

g) Plumones, plumas muy ligeras sin cañones, con fibras de larga longitud. Son tridimensionales y no se pueden unir entre sí.

Tras el escaldado, los pollos pasan a través de un sistema de rodillos los cuales, por fricción separan la pluma de la piel, esto permite que los pollos pasen a la siguiente fase del proceso de faena, el eviscerado, sin plumas, mientras que las plumas son llevadas mecánicamente a un depósito para su desecho o procesamiento (ALG, 2009).

3.16. Harina de plumas

Álvarez (2010), señala que la harina de plumas constituye un subproducto con posibilidades de ser utilizados como suplemento de proteínas, sin embargo, su proteína está constituida por queratina. Ésta es una proteína que en su estado natural es resistente a las enzimas digestivas, por tanto su utilización en el organismo es muy baja.

Gonzales (2006), por otro lado menciona que las plumas están hechas de una proteína llamada queratina la cual hay que degradar mediante hidrólisis para que sea digestible. En el proceso, las plumas se lavan con agua y en algunos casos se escurren por presión y en otros por desecación al aire. Cuando se ha eliminado parte del agua se tratan con vapor, cociéndolas en húmedo con agitación constante y posteriormente se someten a una cocción en seco a 2-3 atmósferas de presión durante 1-2 horas. Las plumas entonces se enfrían y se desecan y finalmente se trituran. La digestibilidad de la harina de plumas depende directamente del tiempo de cocción y de la presión (intensidad de la hidrólisis), consiguiéndose un mayor rendimiento en aminoácidos utilizables, de mayor valor biológico cuando el proceso

se hace intensivo. El cuadro 12, presenta el contenido nutricional de la harina de plumas.

Cuadro 12. Contenido nutricional de la Harina de Plumás

Proteína	Total digestible Mínimo 75 % de la proteína.
Humedad	Máximo 10 %
Fibra	Máximo 4 %
Grasa	Máximo especificados.

Fuente: NRC (1970).

Las harinas de plumas son ricas en cistina, treonina y arginina, pero deficientes en cuatro aminoácidos esenciales: lisina, metionina, histidina y triptófano. Por ello, cuando las harinas de plumas se emplean en alimentación de animales como pollos y cerdos hay que suplementar los piensos con esos aminoácidos (cuadro 13) (Morris y Balloun, 1973).

Cuadro 13. Contenido de aminoácidos en las harinas de plumas

Aminoácido	Porcentaje en la proteína
Alanina	2,2-4,4
Arginina	4,4-8,8
Ácido aspártico	3,4-6,1
Cistina	1,6-3,7
Ácido glutámico	6,1-8,9
Glicina	4,2-9,0
Histidina	0,4-1,8
Isoleucina	3,0-6,2
Leucina	5,4-11,9
Lisina	0,9-2,4
Lisina utilizable	1,2-1,6
Metionina	0,3-0,6
Fenilalanina	3,2-7,9
Prolina	6,8-14,7
Serina	7,9-12,0
Treonina	1,7-3,4
Tirosina	1,9-3,2
Valina	4,0-10,4
Proteína (%)	82,9-84,7
Extracto etéreo (%)	1,2-2,4
Cenizas (%)	3,6-4,2
Digestible por la pepsina (%)	71,8-74,6

Fuente: Morris y Balloun (1973).

3.16.1. Hidrólisis de la pluma

Hidrólisis es la separación, fragmentación o ruptura de los enlaces químicos mediante la acción del agua en cualquiera de sus estados (Solarte, 2007).

Los tratamientos que se utilizan para incrementar la digestibilidad de la queratina, se basan en realizar una ruptura de sus enlaces químicos por hidrólisis, esta ruptura, se realiza a nivel de los enlaces di-sulfuro, a fin de obtener aminoácidos libre o péptidos (Bauza *et al.*, 2007).

3.16.1.1. Tipos de hidrolizado de plumas

Existen diversos métodos para realizar una hidrólisis de las plumas para su transformación en harina (Solarte, 2007).

3.16.1.1.1. Hidrólisis mecánica

Uno de los procedimientos utilizados, consiste en someter las plumas a condiciones de alta temperatura y presión durante un tiempo determinado (Bauza *et al.*, 2007).

Gonzales (2006), esquematiza en la siguiente figura el proceso de elaboración de Harina de Plumas por hidrólisis mecánica.

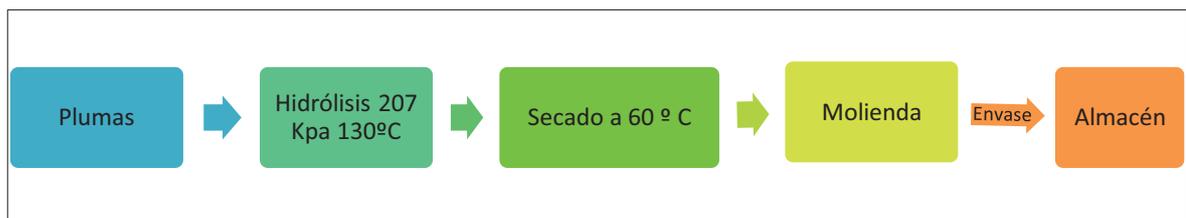


Figura 8. Proceso de elaboración de la Harina de Plumas Hidrolizada (Gonzales, 2006).

La hidrólisis mecánica por tanto, se realiza empleando el vapor de agua en autoclaves, pues de esta manera la hidrólisis es completa y rápida (Solarte, 2007).

3.16.1.1.2. Hidrólisis química

Bauza *et al.* (2007), indican que también se puede utilizar la hidrólisis química, ésta a su vez puede ser ácida o alcalina, en el caso de realizar una hidrólisis química, puede utilizarse ácido peroxiacético o ácido clorhídrico; sin embargo Tiampei (1996), así como Kim *et al.* (2000), ambos citados por Bauza *et al.* (2007); coinciden en que la hidrólisis ácida provoca la destrucción del triptófano, por lo cual recomiendan utilizar una hidrólisis alcalina.

En el caso de la hidrólisis alcalina pueden utilizarse hidróxido de sodio o hidróxido de potasio; en éste caso debe someterse la pluma a hidróxido de sodio o potasio en concentración 1 Molar por un lapso de 36 horas y posteriormente neutralizar la sustancia resultante con ácido acético (Bauza *et al.*, 2007).

3.16.1.1.3. Hidrólisis enzimática

Las enzimas encargadas de hidrolizar proteínas, en este caso la queratina, son las llamadas proteasas; son catalizadores potentes y eficaces que degradan las proteínas sin afectar equilibrios químicos, sin embargo el elevado costo hace a este método injustificable (Solarte, 2007).

3.16.2. Elaboración de harina de plumas

La pluma debe ser recolectada, y puede procederse primero a un secado para evitar su descomposición antes de que la pluma sea llevada al autoclave, posteriormente la pluma es sometida a presión y temperatura elevadas por lapso de aproximadamente 3 horas; cuando la pluma sale del autoclave, posee un color café colorado; luego la pluma se la recolecta en bandejas planas y se la deja secar; a éste proceso se denomina acondicionamiento, posteriormente se realiza el molido en cribas de dos milímetros y se realiza el envasado (Solarte,2007).

Se estima que 1000 pollos con 1,75 kg de peso medio rinden 480 Kg de subproductos de peso húmedo o 187 kg de ingredientes de piensos: 80 Kg de harina de subproductos avícolas, 70 kg de harina de plumas hidrolizadas, 27 Kg de grasa de ave y 10 kg de harina de sangre (Vandepopuliere, 1984).

El análisis de los subproductos para pienso muestra que las plumas contienen muchos nutrientes que son esenciales en la alimentación de los animales tal como se observa en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis bromatológico de distintas harinas procedentes de la avicultura

Componente	Harina de subproductos de aves	Harina de sangre	Harina de plumas
Energía metabolizable (kcal/kg)	2.670	3.420	2.360
Proteína (N x 6,25) (%)	50	88,9	86,4
Grasa (%)	13	1	3,3
Humedad (%)	7	7	7
Calcio (%)	3	0,3	0,33
Fósforo (%)	1,7	0,25	0,55
Digestibilidad de la pepsina (%)	90	95,6	
Vitaminas (mg/kg)			
Riboflavina	11	1,3	2,1
Niacina	40	13	27
Ácido pantoténico	12,3	5	10
Vit. B12	0,31	41	0,08
Colina	5952	280	891
Aminoácidos			
Arginina	4,0	3,8	5,4
Ácido glutámico	5,5		10,7
Histidina	1,5	5,2	0,3
Lisina	2,7	8,9	1,7
Leucina	3,7	13	6,7
Isoleucina	2,0	0,9	3,3
Metionina	1,0	1,5	0,4
Cistina	0,7	1,5	4,0
Fenilalanina	2,1	7,3	3,3
Treonina	2,0	4,9	3,4
Triptófano	0,5	1,1	0,5
Tirosina	0,5	3,0	6,3
Valina	2,6	9,1	5,6
Glicina	5,9	4,0	6,3

Fuente: NRC (1977).

Gonzales (2006), señala que la harina de plumas, respecto a otras fuentes de proteína animal, posee un precio inferior, tal como se puede apreciar en la figura 9.

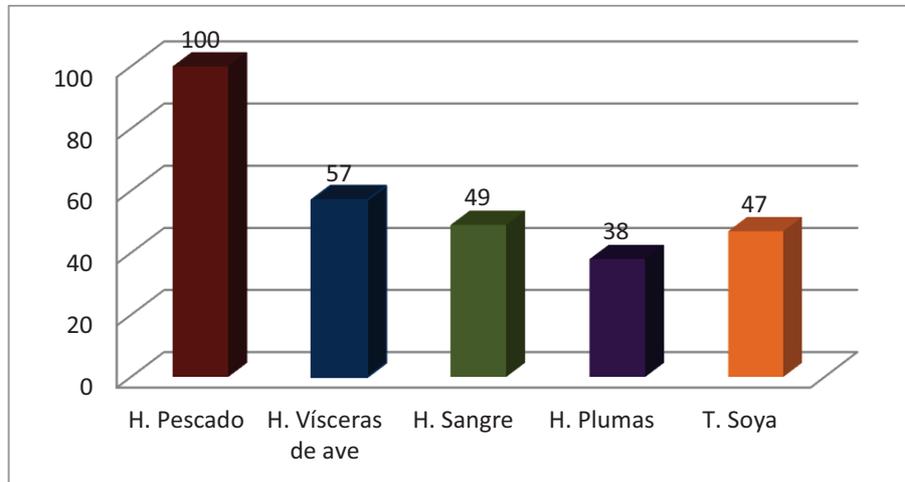


Figura 9. Precio Relativo (%) / Unidad de Proteína Cruda de diferentes ingredientes de origen animal (Gonzales, 2006).

3.17. Aplicación de la harina de plumas en la nutrición animal

Alcázar (1997), indica que la harina de plumas puede utilizarse en la aplicación de aves porcinos y bovinos; sin embargo ésta debe aplicarse en concentraciones moderadas a fin de no afectar la calidad del alimento ofrecido, por tal razón indica que en caso de las raciones de aves y cerdos, puede utilizarse ésta en niveles de 2-5%; y en el caso de las vacas lecheras debe aplicarse como máximo 500 gramos diariamente.

3.17.1. Aplicación en la nutrición de cuyes

Solarte (2007), evaluó niveles de 6, 8, 10 y 12 por ciento respectivamente de harina de plumas hidrolizada en la alimentación de cuyes, evaluándose, entre otros factores, el incremento de peso, obteniendo como resultado que la aplicación de harina de plumas en dichas concentraciones en la alimentación de cuyes presenta una similar eficiencia en cuanto a incremento de peso y conversión alimenticia en

comparación a los balanceados comerciales además de presentar menores costos adquisición.

3.18. Enfermedades nutricionales de los conejos

En la industria cunícola, al igual que en el resto de los animales, la nutrición juega un papel importante en el desarrollo de los animales, sin embargo si no se tiene un cuidado sanitario adecuado, toda la inversión en la alimentación será desechada al tener animales enfermos que no asimilen los nutrientes contenidos en el alimento (Sánchez, 2002).

Sin embargo, una alimentación inadecuada puede provocar enfermedades y problemas como canibalismo, intoxicaciones y trastornos digestivos (Castellanos *et al.*, 2006).

3.18.1. Coccidiosis

Es la enfermedad que con más frecuencia se presenta en el conejo, causando grandes pérdidas, que es causada por el grupo de las *Eimerias* que en el conejo puede producirse en forma hepática o intestinal; en animales jóvenes se produce en forma aguda y en animales adultos se da en forma crónica. En forma hepática se produce el enflaquecimiento de los animales con pérdida de apetito, pelo deslucido, tristeza, abatimiento, vientre hinchado y muerte con convulsiones e incontinencia de orina. En su forma intestinal, los síntomas son similares y en caso de presentarse diarrea, ésta es mal oliente; además se presenta un abultamiento del vientre, parálisis de los miembros posteriores y tras la diarrea existe estreñimiento (Ruíz, 1983).

En condiciones normales el coccidio convive en equilibrio con el conejo y el stress causado en los animales genera una baja de defensas que permite la multiplicación indiscriminada del coccidio; la coccidiosis puede combatirse con sulfas en el agua o en el alimento principalmente en forma preventiva (Sánchez, 2002).

3.18.2. Salmonelosis

Se presenta principalmente cuando existen grandes grupos de conejos y se da cuando al interior del galpón existe mala ventilación, humedad y frío; entre los principales síntomas se encuentra la abundancia de líquido en la cavidad torácica; bazo aumentado de tamaño a nivel del hígado y encogimiento de los riñones, el ciego e intestino contienen focos necróticos y en ocasiones ulcerados (Ruíz, 1983).

La salmonelosis es una enfermedad altamente contagiosa y como medida preventiva se deben mantener el agua y los alimentos limpios, además de adicionar cloro en 1 o 2 ppm al agua de los bebederos (Castellanos *et al.*, 2006).

3.18.3. Enterotoxemia

Es una enfermedad causada por el *Clostridium perfringens* que se encuentra saprófito a lo largo del tracto digestivo de los conejos que, por desordenes alimenticios o el consumo de forrajes tiernos, produce alteraciones gastrointestinales y adquieren un carácter patógeno. Es de alta mortalidad y afecta principalmente a hembras gestantes y gazapos. En los gazapos se presenta pérdida de apetito, diarrea y timpanización, muriendo al cabo de una semana. Por otro lado, en los animales adultos se presentan inapetencias bruscas, el animal presenta decaimiento y se queda en una de las esquinas de la jaula, no bebe y tiene estreñimiento el cual ocasiona una pared abdominal distendida; en otros casos puede existir diarrea amarillenta y fétida (Ruíz, 1983).

Entre las principales lesiones ocasionadas por la enterotoxemia se observa el hígado de color amarillo, descolorido y con focos necróticos de color grisáceo; la vesícula biliar puede estar dilatada, los riñones se tornan de color gris y la mucosa estomacal se desprende con mucha facilidad. Cuando se realiza autopsia, puede observarse que la sangre no está coagulada a nivel de los vasos; otra de las características a observarse, es la gran rapidez con que se descompone el cadáver pudiendo estar completamente descompuesto a las dos o tres horas posteriores a la muerte (Ruíz, 1983).

La aplicación de oxitetraciclina por vía oral en forma preventiva puede prevenir esta enfermedad (Rodríguez, 1994).

3.18.4. Crecimiento dentario

Se caracteriza por un crecimiento exagerado de los incisivos superiores e inferiores, dificultando la ingestión de los alimentos y llegando incluso a penetrar las fosas nasales. Son producidos por un trastorno hereditario o por deficiencia de vitamina A; si el problema se da en pocos animales, el problema es de carácter genético (Castellanos *et al.*, 2007).

3.18.5. Autofagia del pelo

Consiste en que el conejo come su pelo o el de sus vecinos (Castellanos *et al.*, 2006).

La autofagia, según Ruíz (1983), es un trastorno bastante frecuente en el conejo, sobretodo en los destinados a la producción de carne y su origen, según este autor puede deberse a las siguientes causas:

- a) **Déficit proteico:** Especialmente aminoácidos sulfurados, bien en el pienso o en la síntesis microbiana intestinal.
- b) **Deficiencias vitamínico-minerales:** Siendo la principal la vitamina A, y minerales como el calcio u otros micro-elementos. Otra causa es el alto aporte de calcio que produce un desequilibrio de magnesio o un bajo aporte de magnesio y sal.
- c) **Palatabilidad del pienso:** Cuando existe una baja palatabilidad del pienso, la autofagia se incrementa.
- d) **Stress ambiental:** Causada por la temperatura alta, humedad, falta de higiene, falta de ventilación, ruidos, luz intensa, transportes y cambios de manejo.
- e) **Disfunciones hepáticas:** Que impiden la correcta utilización de los principios nutritivos de los alimentos, es decir una consecuencia de la coccidiosis hepática.

- f) Disfunciones digestivas:** Coccidiosis, poca fibra en el alimento, exceso de proteína, desequilibrio de flora bacteriana y otras que pueden causar anomalías en el aparato digestivo y deficiente absorción de los principios nutritivos de la ración.
- g) Ingestión de alimentos mal conservados:** Por consumo de alimentos enmohecidos que pueden dar lugar a la toxicosis, o liberación de toxinas en la sangre del conejo producto del moho consumido.

IV. LOCALIZACIÓN

4.1. Ubicación geográfica

El estudio se realizó en el municipio de La Paz, en la provincia Murillo, del departamento de La Paz; geográficamente se ubica los $16^{\circ} 29' 9.14''$ de latitud sur, $68^{\circ} 7' 22.96''$ de longitud oeste y a una altura de 3649 m.s.n.m. (IGM, 2009).

En las figuras 10 y 11, se presenta la ubicación del lugar donde se realizó el estudio.

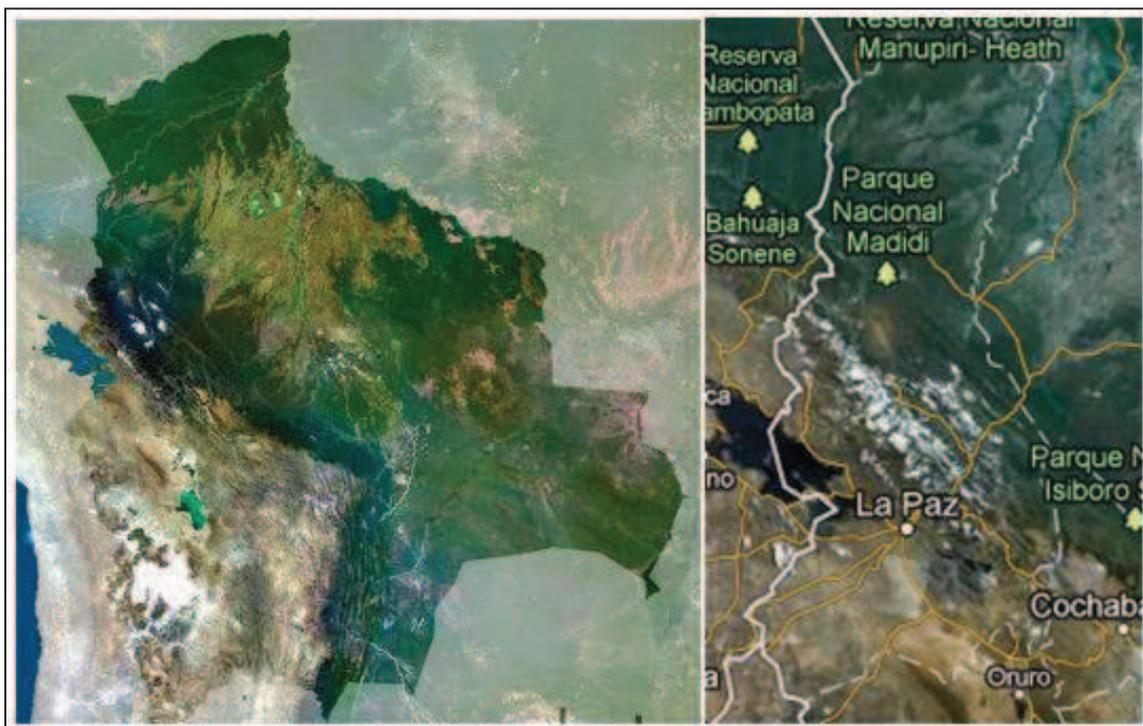


Figura 10. Ubicación general del lugar de estudio (Googlemaps, 2012).



**Figura 11. Ubicación específica del lugar de estudio
(En base a Googlemaps, 2012).**

4.2. Características climáticas

El municipio de La Paz presenta un clima templado desde los 2000 a 3400 metros de altura. La temperatura oscila entre los -5°C como mínima, misma que se da en la estación de invierno y los 25°C como máxima en los meses de verano; teniéndose una temperatura media de 10°C (IGM, 2009).

La precipitación media en el municipio de La Paz, es de 400 mm/año (Guzmán, 2000).

4.3. Hidrografía

El municipio de La Paz, se ubica en la sub-cuenca Titicaca, en la Cuenca cerrada o lacustre, comprende entre sus afluentes más importantes al Río Seco, originado entre las estribaciones del Chacaltaya y tiene una longitud de 33 kilómetros, hasta su desembocadura en el Río Pallina, otro es el río Achachicala con un largo de 11 kilómetros y desemboca en el río Carajahuira; entre los ríos secundarios que atraviesan la urbe paceña están el río Orko Jahuirá y el Choqueyapu (SNHN, 2007).

4.4. Suelo

La zona presenta suelos compactos de características franco a franco arcillosa con presencia de rocas ígneas; son suelos profundos, las características del suelo, permiten contar con suelos aptos para la construcción y buena adaptación de especies forestales, las laderas alledañas, presentan suelos de característica arcillosa y deleznales, aptos únicamente para uso forestal destinadas a áreas verdes (PDM, 2007).

Entre la presencia de animales, predominan animales domésticos y aves silvestres, especialmente palomas (*Columba livia*) (PDM, 2007).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Material biológico

- 28 conejillos raza californiana de 3-4 semanas de edad
- 28 conejillas raza californiana de 3-4 semanas de edad

5.1.2. Insumos nutricionales

- Afrecho de trigo
- Frangollo molido
- Torta de soya
- Harina de plumas hidrolizada
- Sal común
- Sal mineral
- Alfalfa verde

5.1.3. Material de campo

- Jaulas metálicas
- Comederos metálicos
- Bebederos plásticos
- Balanza digital
- Cámara fotográfica
- Planillas de registros
- Aretes metálicos
- Lavandina
- Mochila aspersora
- Materiales de limpieza

5.1.4. Productos veterinarios

- Oxitetraciclina
- Jeringas desechables
- Ivomec
- Algodón
- Sulfaquinoxalina
- Violeta de genciana
- Tintura de iodo
- Vitamina ADE

5.1.5. Material de gabinete

- Ordenador
- Impresora
- Material de escritorio

5.2. Métodos

La investigación se realizó empleando la metodología de las Experiencias comparativas de López (1987), el cual cita: *“La forma más simple de ensayar un alimento es la de anotar los resultados que se obtienen en su administración que son controlables pues se reflejan en el crecimiento, engorde, proporción de leche, etc. Pueden así compararse dos o más alimentos, para ver cuál es mejor, tanto desde el punto de vista nutritivo como de su costo, etc. También pueden compararse en la misma forma raciones compuestas de dos o más alimentos, para ver cual es la mejor o la más apropiada”.*

5.2.1. Procedimiento experimental

El procedimiento experimental desarrollado para la investigación se muestra a continuación en la figura 12:

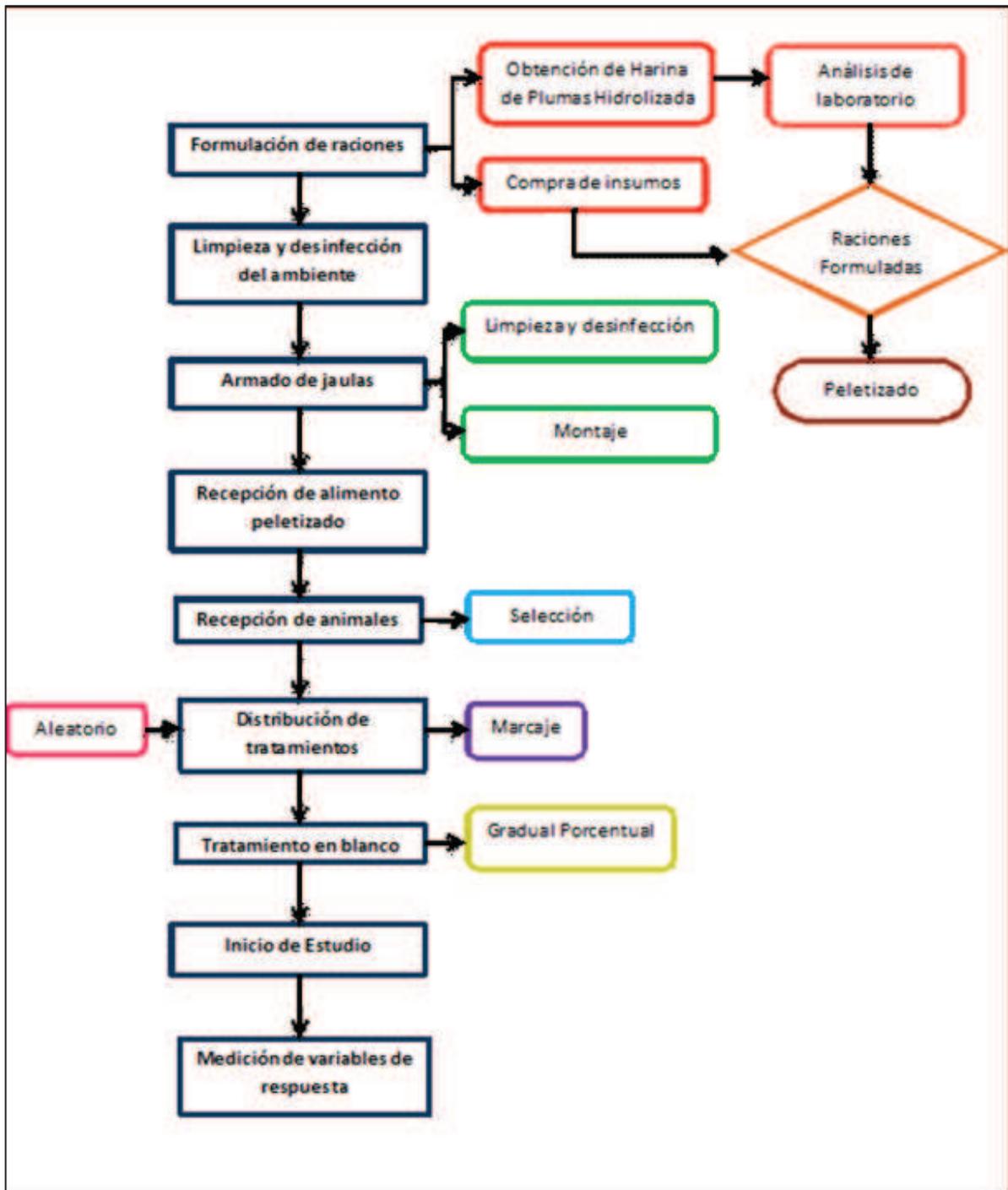


Figura 12. Flujoograma del Procedimiento Experimental desarrollado

5.2.1.1. Obtención de la Harina de Plumas Hidrolizada

Uno de los factores importantes dentro del estudio, ha sido la obtención de la Harina de Plumas Hidrolizada, para tal efecto, se realizó una visita a la Planta de faena de Pollos A.L.G., ubicada en el municipio de Sutico en el departamento de Cochabamba a fin de recolectar plumas de pollos parrilleros; las plumas fueron trasladadas hasta la ciudad de La Paz por vía terrestre, donde fueron secadas, y posteriormente se sometieron muestras de éstas a autoclavado en el laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía de la UMSA, con la finalidad de realizar el hidrolizado mecánico de las plumas en forma experimental según la metodología planteada por Gonzales (2006), obteniéndose como resultado al cabo de tres horas de autoclavado plumas de color caramelo y estructura gelatinosa, aspecto de mostraba que la pluma había sufrido cambios en su estructura.

Una vez verificado el estado de la pluma hidrolizada, se realizó otra visita a la Planta de faena de Pollos A.L.G., en ésta, se adquirieron en la planta 80 kilogramos de Harina de Plumas Hidrolizada pura.

5.2.1.2. Muestreo de la harina de plumas hidrolizada

Se realizó un muestreo por el método de cuarteo simple de la Harina de Plumas Hidrolizada en la misma ciudad de Cochabamba, a fin de trasladar una muestra representativa al laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor San Simón, para que la muestra sea sometida a un análisis bromatológico siguiendo el método de Weende; en la siguiente figura se muestra el procedimiento de la obtención de la muestra para ser llevada a laboratorio.

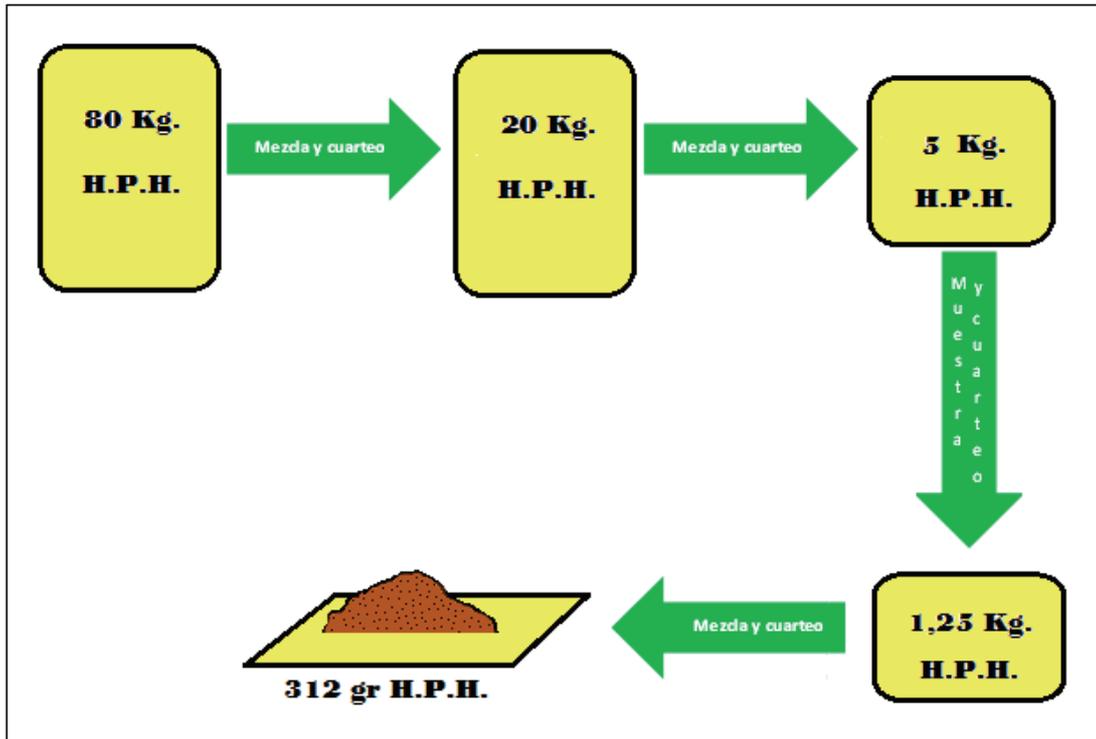


Figura 13. Obtención de muestra de Harina de Plumas Hidrolizadas (H.P.H.) por cuarteo simple.

Finalmente se llevó una muestra obtenida de 312 gramos al laboratorio para obtener su análisis bromatológico y la cantidad restante fue trasladada hasta el lugar de estudio.

El resultado que mostró el análisis bromatológico de la Harina de Plumas Hidrolizada que se obtuvo en el Laboratorio de la Universidad Mayor San Simón, se presenta en el cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis bromatológico de la Harina de Plumas

Hidrolizada utilizada en el estudio.

Muestra	% Materia seca	% Ceniza	% Extracto Etéreo	% Proteína Cruda	% Fibra Cruda	% E.L.N.
Harina de Plumas Hidrolizada	95,10	2,60	27,00	60,80	0,95	3,75

5.2.1.3. Formulación de raciones

Posteriormente, se procedió a preparar cada una de las raciones que se emplearían en el estudio, el primer paso fue adquirir los insumos necesarios, es decir la torta de soya, el afrecho de trigo, el frangollo molido, la sal común y la sal mineral, una vez que se adquirieron los insumos, y aplicando las tablas de contenido nutricional de éstos insumos que muestra Alcázar (1997), se procedió a calcular cada una de las cuatro raciones a emplear mismas que fueron iso-proteicas utilizando el Sistema de Información Orientada a Formular Raciones (SIOFRAM) versión 2.2 diseñado por López (2008), y por otro lado utilizándose el método manual del cuadrado de Pearson planteado por Alcázar (1997), obteniéndose similares resultados en ambos casos, por otro lado se consideraron los requerimientos nutricionales del conejo en las etapas de inicio, crecimiento y acabado de acuerdo a Sánchez (2002); las raciones que se calcularon y aplicaron se muestran el Anexo 1.

Dado que el estudio de campo se desarrolló durante un tiempo de doce semanas, se suministró el alimento de crecimiento durante las primeras cuatro semanas, el alimento de crecimiento se aplicó de la semana cinco a la ocho y finalmente el alimento de acabado entre las semanas nueve a la doce.

5.2.1.4. Peletizado del alimento

Una vez que las raciones se prepararon en base a las formulaciones obtenidas, se observó que dadas las características de los insumos, se podría dar una selectividad por parte de los conejos al momento de ofrecer el alimento a éstos en forma de amasijo, es decir al humedecer el alimento con agua antes de ser ofrecido a los animales; por lo que se decidió someter todas las raciones al proceso de peletizado utilizando como único medio de emulsión el agua al momento de formar la masa, esto con la finalidad de no alterar la composición nutricional de las raciones, una vez concluido el peletizado, se obtuvieron pellets uniformes de forma cilíndrica con un diámetro de cuatro mm y un largo de diez mm, de ésta manera pudo obtenerse un alimento uniforme con mayor tiempo de durabilidad.

5.2.1.5. Preparación del galpón

El galpón utilizado para el estudio se encontraba dividido en dos partes, un galpón principal donde se ubicarían las jaulas, y un depósito para alimento y materiales requeridos.

En el galpón se realizaron todas las medidas de Bioseguridad, el galpón primeramente fue vaciado en su totalidad y posteriormente se procedió a una limpieza en seco, luego se fumigó el interior del galpón con una solución de formol con concentración del 37 % y agua en una relación de 1:10, misma que fue aplicada al interior y exterior del galpón, finalmente se aplicó una solución de hipoclorito de sodio en relación 1:5, es decir, un litro de lavandina por cada cinco litros de agua, se aplicó el vacío sanitario por lapso de una semana.

5.2.1.6. Acondicionamiento e instalación de las jaulas

Para el estudio se utilizaron jaulas individuales de batería; en primer lugar se lavaron las jaulas y comederos con agua y detergente común a fin de retirar el polvo acumulado, posteriormente se procedió a flamear las jaulas y se aplicó la misma solución de hipoclorito de sodio que al interior del galpón para desinfectar

completamente las jaulas, tras la desinfección se instalaron las jaulas, y una calera en seco en el ingreso al galpón.

5.2.1.7. Traslado y recepción de animales

Para la presente investigación se emplearon como material biológico conejillos y conejillas de raza californiana con una edad de entre tres y cuatro semanas de edad y un peso de 350 y 450 gramos de peso vivo, para tal efecto se seleccionaron como madres a trece conejas de raza californiana medias hermanas entre sí mismas que se encontraban en su tercer y cuarto parto, éstas madres fueron seleccionadas de la Asociación de Cunicultores Santa María, en el departamento de Cochabamba.

5.2.1.8. Marcaje y clasificación de los animales

Después de tres días de haber mantenido a los animales en forma grupal en las jaulas y haber observado su buena adaptación no habiéndose presentado bajas durante ese lapso de tiempo, se procedió a distribuir cada una de las 56 jaulas individuales de acuerdo a los tratamientos a emplear, para tal efecto se emplearon etiquetas de distintos colores, posteriormente se procedió colocar aretes metálicos a cada uno de los animales según el protocolo indicado por la FAO (2004), los aretes fueron sumergidos en tintura de iodo y posteriormente, con el mismo arete se realizaba la incisión a la altura de la base de la oreja de los conejos, colocando además el arete en la oreja izquierda de las hembras y en la oreja derecha en los machos.

Una vez que los animales fueron numerados, se pesó cada uno de ellos y éstos fueron distribuidos en las jaulas individuales, tomándose datos del número de arete en los registros previamente elaborados.

5.2.1.9. Cambio de alimento

Una vez que los conejillos fueron distribuidos en las jaulas, se empezó a administrar las raciones elaboradas a cada uno de los tratamientos designados, a fin de que los animales se acostumbren y acepten el nuevo alimento en lugar del forraje al cual estaban acostumbrados, sin embargo, a fin de evitar bajas en el peso de los

animales, se les suministró el alimento incrementándose su cantidad gradualmente en base a porcentaje de peso durante seis días, y mezclándose gradualmente el forraje picado con el alimento balanceado, esto se muestra claramente en el cuadro siguiente.

Cuadro 16. Porcentaje de alimento en base a peso suministrado a los conejillos durante el cambio de alimento.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Alimento Balanceado	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Alfalfa fresca	100%	80%	60%	40%	20%	0%

El séptimo día se inició el experimento tomándose el peso vivo de cada uno de los animales considerándose éste el peso inicial.

5.2.1.10. Manejo de los animales en etapa experimental

5.2.1.10.1. Toma de datos

Se pesó a los animales semanalmente por un tiempo de doce semanas de estudio a partir de la culminación del cambio de alimento.

5.2.1.10.2. Alimentación

Los conejos consumen diariamente el equivalente al 3% de su peso vivo en base a materia seca, como señala Sánchez (2002). Por otro lado, de acuerdo a lo planteado por Gonzales y Caravaca (2003), del total de alimento diario a suministrarse a los conejillos, se ofrecía a éstos el 40% durante las mañanas y el 60 % restante en la noche, dado que los conejos presentan hábitos nocturnos.

Además se ofreció agua *ad libitum* a los conejos, cambiando y reponiendo el agua de los bebederos diariamente; y recogiendo el alimento rechazado por los animales para su posterior cuantificación.

5.2.1.10.3. Limpieza

Durante la etapa de desarrollo de la investigación se realizó la limpieza del galpón cumpliendo las normas de Bioseguridad y realizando el recojo de desechos sólidos y líquidos de manera diaria.

5.2.1.10.4. Manejo sanitario

Durante la etapa de experimentación se aplicó un calendario sanitario a la totalidad del plantel, a fin de evitar bajas por enfermedad; y tomando en cuenta además la presencia de coccidiosis en el lugar de origen de los conejillos.

Cuadro 17. Calendario Sanitario aplicado en la etapa de estudio

Enfermedad	Producto empleado	Aplicación	Dosis	Tratamiento	Semanas																		
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Parasitos internos	Piperazina	Oral	2 gr/lt de agua	Dos días consecutivos																			
Coccidiosis	Sulfaquinoxalina	Oral	1 ml	Tres días consecutivos																			
Avitaminosis	Vitamina ADE	Oral	5 gr/20lts de agua	Dos días consecutivos																			
Enterotoxemia	Oxitetraciclina	Oral	1,5 ml	Tres días consecutivos																			

5.2.2. Diseño experimental

El modelo experimental aplicado para la investigación fue el Diseño Completamente a Azar con arreglo factorial (DCA), planteado por Snedecor (1970), y Torrie (1992), ambos citados por Rivas (1999). El modelo estadístico aplicado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_i + \sigma_j + \delta\sigma_{ij} + \alpha_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- μ : Media general.
- δ_i : Efecto del i-ésimo porcentaje de harina de pluma hidrolizada presente en la ración.
- σ_j : Efecto del j-ésimo sexo del animal.
- $\delta\sigma_{ij}$: Efecto de interacción.
- α_k : Efecto del k-ésimo tratamiento.
- ε_{ijk} : Error Experimental.

5.2.2.1. Disposición de los tratamientos

Para efectos de investigación se dispusieron de 56 jaulas, distribuidas en 8 tratamientos, donde se cada tratamiento albergó a una repetición, haciendo un total de 7 repeticiones por tratamiento, la disposición de cada uno de los tratamientos y las repeticiones se muestra en la figura 14 el cual considera la vista frontal de las jaulas en batería de 16 y 12 jaulas respectivamente.

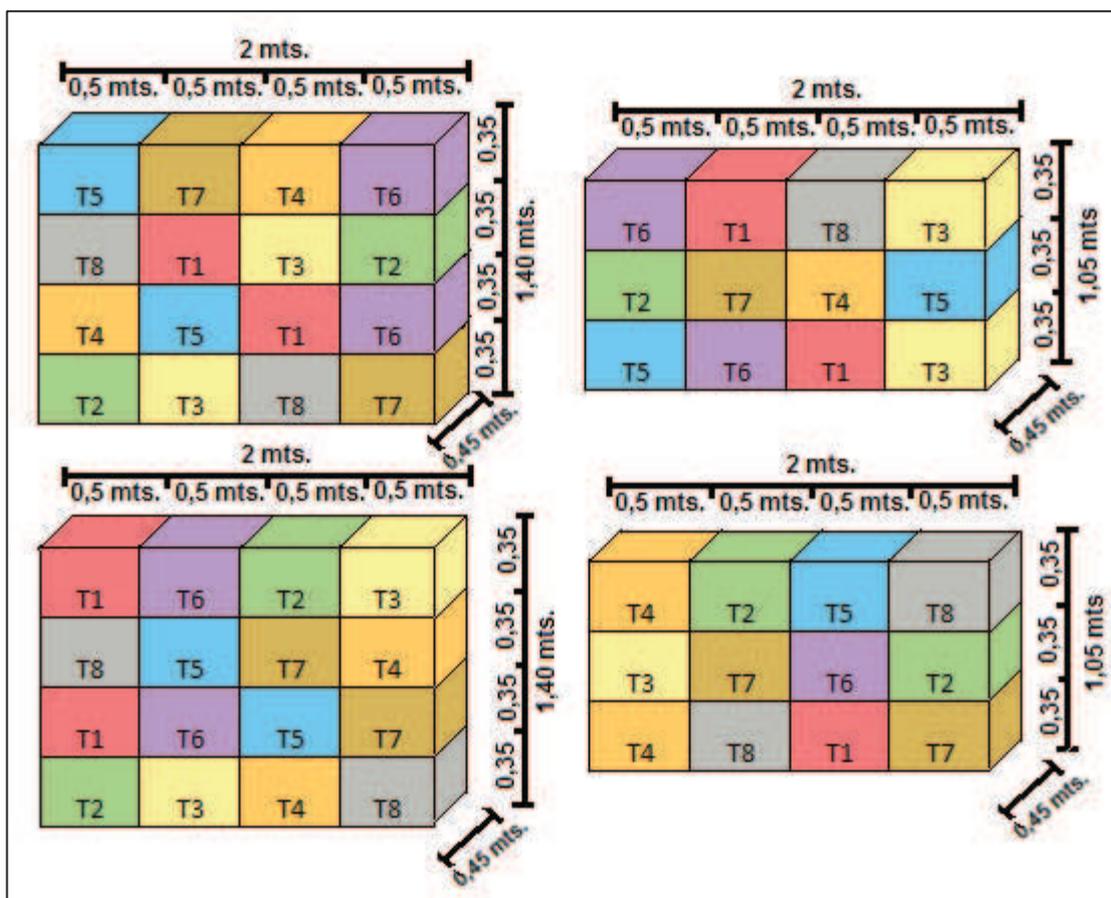


Figura 14. Disposición de tratamientos y repeticiones en las jaulas de batería.

Donde:

T₁: a₁b₁: Conejillos alimentados con ración sin Harina de Plumas Hidrolizada (Testigo conejillos).

T₂: a₂b₁: Conejillas alimentadas con ración sin Harina de Plumas Hidrolizada (Testigo conejillas).

T₃: a₁b₂: Conejillos alimentados con ración con 5% de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento.

T₄: a₂b₂: Conejillas alimentadas con ración con 5% de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento.

T₅: a₁b₃: Conejillos alimentados con ración con 7,5% de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento.

T₆: a₂b₃: Conejillas alimentadas con ración con 7,5% de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento.

T₇: a₁b₄: Conejillos alimentados con ración con 10% de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento.

T₈: a₂b₄: Conejillas alimentadas con ración con 10% de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento.

5.2.3. Variables de respuesta

Las variables de respuesta que se midieron en la investigación han sido descritas por Castañón y Rivera (2005), de la siguiente manera:

Ganancia Media Diaria: relación del peso incrementado por día.

$$GMD = \frac{\text{Peso incrementado}}{\text{tiempo}}$$

Conversión alimenticia: relación entre el consumo de alimento y la ganancia media diaria.

$$CA = \frac{\text{Consumo efectivo de alimento}}{\text{Ganancia media Diaria}}$$

Eficiencia alimentaria: eficiencia que muestra el alimento suministrado expresado en porcentaje.

$$EA = \frac{\text{Ganancia media diaria}}{\text{Consumo Efectivo de Alimento}} \times 100$$

Porcentaje de mortandad: relación entre el número de animales vivos y muertos expresada en porcentaje.

$$\%M = \frac{\text{Nº animales muertos}}{\text{Total de animales}} \times 100$$

Proporción de Eficiencia de uso de la proteína: relación de ganancia de peso de un animal por unidad de proteína consumida.

$$PER = \frac{\text{Aumento de peso vivo}}{\text{Proteína consumida}}$$

5.2.4. Variables económicas

Para realizar una comparación económica referente al uso de los alimentos se emplearon indicadores económicos, tales como la relación beneficio costo, en base a la siguiente fórmula:

$$BC = \frac{\text{Ganancia Bruta}}{\text{Costos de inversión}}$$

Así mismo se calculó el costo de cada uno de los alimentos empleados en el estudio por kilogramo, el costo de unidad de proteína cruda contenida en cada uno de los alimentos por kilogramo de alimento y la relación costo- Conversión alimenticia.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Después de la obtención de los datos durante la etapa experimental, y el procesamiento de los mismos en el programa estadístico SAS (*Statiscic Analisis System*); en base a cada una de las variables de respuesta; se han obtenido los siguientes resultados, mismos que se presentan en los acápite siguientes:

6.1. Ganancia media diaria

En el cuadro 18 se observa el análisis de varianza para la variable Ganancia Media Diaria:

Cuadro 18. Análisis de varianza obtenido para la Ganancia Media Diaria

Fuente de variación	Grados de Libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Pr>F
Tratamiento	4	44,24	11,06	19,69	0,0001
Error Experimental	43	24.15	0,56		
Total corregido	47	68.39			
Coef. Var.	5,18				

Al mismo tiempo, las pruebas de significancia Tukey obtenidas para ambos factores de estudio se detallan en el cuadro 19.

Cuadro 19. Prueba Tukey para el factor sexo en la variable Ganancia Media Diaria.

Agrupación	Media	N° muestras	Sexo
A	14,9318	24	Hembra
B	13,9551	24	Macho

Cuadro 20. Prueba Tukey de la para el factor porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento en la variable Ganancia Media Diaria.

Agrupación	Media	N° muestras	% HPH en el alimento
A	15,4477	12	10% HPH
B	14,8885	12	7,5% HPH
B	14,2066	12	5% HPH
C	13,2309	12	0% HPH

El cuadro 20 muestra que la varianza para la Ganancia Media Diaria de los conejos, mostró una probabilidad de ($P < 0,0001$) y a un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$), si hubo una respuesta estadística. El cuadro muestra también una diferencia altamente significativa en la ganancia media diaria del peso de los conejos; en base a pruebas de Tukey, realizadas en el mismo sistema, se ha determinado que el T8 (Alimento con 10% de Harina de Plumas Hidrolizada aplicada en conejillas), obtuvo los valores más altos de Ganancia media diaria, mostrando diferencias no significativas con relación a los tratamientos T4 (Alimento con 10% de HPH en conejillos), T3 (Alimento con 7,5% de HPH en conejillos), y T7 (Alimento con 7,5% de HPH en conejillas); y mostrando una diferencia significativa con los tratamientos T2 (5% de HPH en conejillos), T6 (5% de HPH en conejillas) y en base a los grupos testigo.

Por otro lado, se realizó la comparación entre tratamientos así como entre factores; se ha obtenido como resultado que existe una diferencia significativa entre los niveles de Harina de Pluma Hidrolizada aplicados en la alimentación de los conejillos, y un grado de diferencia poco significativa entre hembras y machos, obteniéndose los mejores resultados en las hembras; estos resultados coinciden con los resultados obtenidos por Solarte (2007), donde, en la aplicación de Harina de Plumas Hidrolizada en la alimentación de cuyes, obtuvo que los mejores niveles de Ganancia Media Diaria en éstos se obtuvo con los mayores niveles de Aplicación de Harina de Pluma en la ración formulada, esto atribuible presumiblemente a los hábitos coprofágicos de la especie, motivo por el cual difiere de los resultados obtenidos por Bauza *et al.* (2007), en un estudio de similares características en cerdos de engorde; por otro lado Sánchez (2002), señala que por causas atribuibles a la especie, en cualquier sistema de crianza, las conejas obtienen un mayor peso final que los machos.

En la figura 15, se observa el comportamiento de cada uno de los tratamientos evaluados con respecto al incremento de peso.

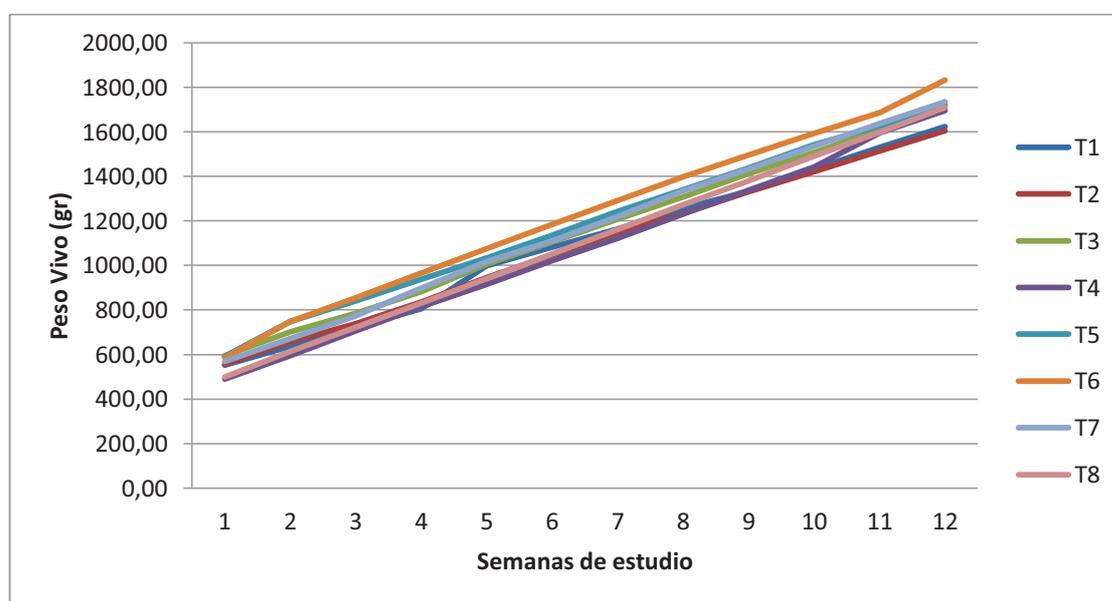


Figura 15. Comportamiento de la ganancia media de peso vivo en los conejos por tratamiento

Como puede observarse en la figura 15, la población estudiada ha tenido un comportamiento normal en cuanto al incremento de peso vivo durante la etapa de estudio.

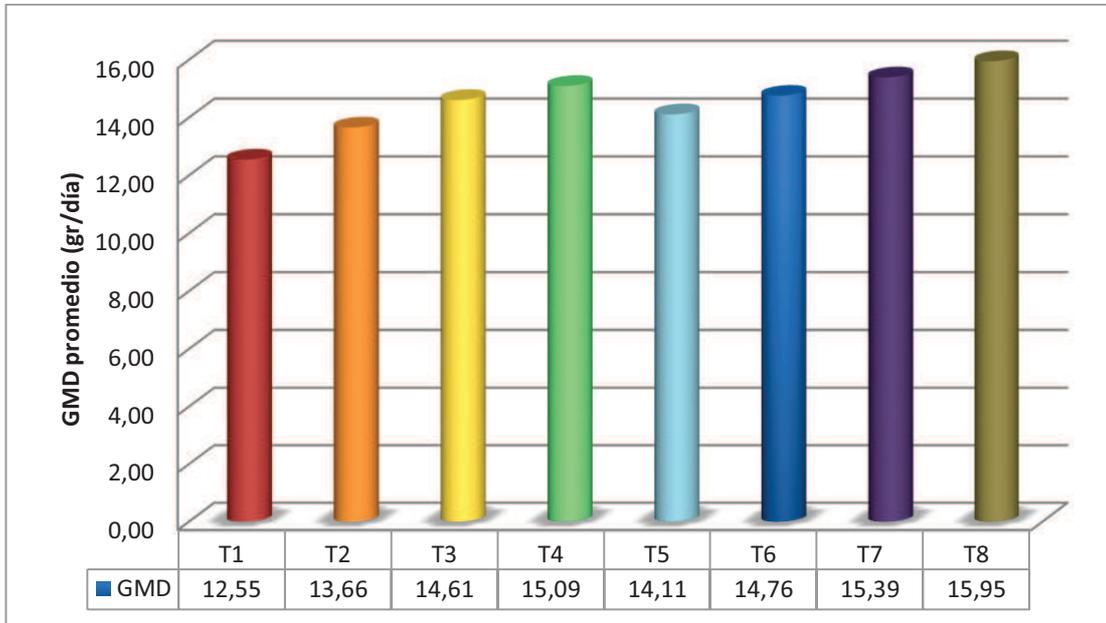


Figura 16. Comparación de la GMD promedio según tratamientos.

En la figura 16 se observa de forma más clara, la diferencia existente en cuanto a Ganancia Media Diaria promedio obtenida por tratamiento, donde se puede apreciar una clara diferencia entre los tratamientos, destacándose los tratamientos en los cuales se ha aplicado un mayor nivel de Harina de Plumas Hidrolizada en la ración.

6.2. Conversión alimenticia

El análisis de varianza obtenido para la eficiencia alimentaria se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 21. Análisis de varianza obtenido para la Conversión Alimenticia

Fuente de variación	Grados de Libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Pr>F
Tratamiento	4	1,46	0,36	3,72	0,109
Error Experimental	43	4,24	0,09		
Total corregido	47	5,71			
Coef. Var.	9,81				

Las pruebas de significancia obtenidas bajo el análisis de Tukey se presentan en el cuadro 22.

Cuadro 22. Prueba Tukey para el factor sexo en la variable Conversión Alimenticia.

Agrupación	Media	N° muestras	Sexo
A	3,24513	24	Hembra
A	3,15767	24	Macho

Cuadro 23. Prueba Tukey para el factor porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento en la variable Conversión alimenticia.

Agrupación	Media	N° muestras	% HPH en el alimento
A	3,3099	12	0% HPH
A	3,3097	12	5% HPH
A	3,2772	12	7,5% HPH
B	2,9088	12	10% HPH

En el cuadro 23 se observa que la varianza para la Conversión alimenticia de los conejos, mostró una probabilidad de ($P < 0,109$) a un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$), si hubo una respuesta estadística. El cuadro muestra también una diferencia poco significativa con respecto a la Conversión Alimenticia obtenida en los tratamientos; por otro lado, realizando las pruebas de Tukey y Duncan, se ha obtenido como resultado que los alimentos que contienen 0%, 5%, 7,5% de Harina de Plumas Hidrolizada presentan una diferencia no significativa entre ellos, siendo el alimento formulado con 10% de Harina de Plumas Hidrolizada el único distinto, mostrando una diferencia poco significativa con relación a los otros; así mismo, se ha obtenido como resultado que no existe diferencia en la conversión alimenticia entre machos y hembras.

Estos datos ratifican los estudios hechos por Solarte (2007), donde indica que la conversión alimenticia disminuye acorde al incremento del contenido de Harina de Plumas en la ración.

En la figura 17 se observa el comportamiento de la Conversión Alimenticia en cada uno de los ocho tratamientos.

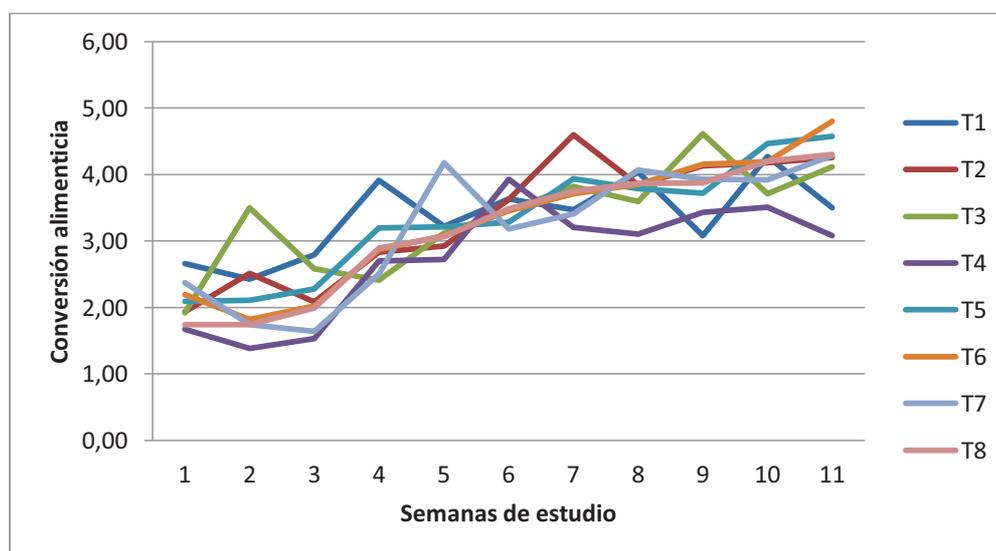


Figura 17. Comparación del comportamiento de la Conversión Alimenticia por tratamientos

Como puede observarse en la figura 17, en todos los tratamientos la Conversión alimenticia se ha ido incrementando paulatinamente acorde al tiempo, esto coincide con lo descrito por Castañón (2007), quien indica que en todas las especies la conversión alimenticia se incrementa con el tiempo, esto debido a que los animales pierden su capacidad metabólica por lo que, a medida que transcurra el tiempo, un animal requerirá una mayor cantidad de alimento para obtener un igual incremento de peso; por otro lado, también señala que otro factor que influye en cada especie es el peso vivo máximo que la especie puede obtener debido a sus caracteres genéticos.

Al respecto Sánchez (2002), indica que si bien la conversión alimenticia depende de ciertos factores como la especie y el entorno, un factor que determina la conversión alimenticia está determinada en base a la eficiencia alimenticia, es decir que mientras más eficiente sea un alimento, la conversión alimenticia será menor. Por esta razón puede observarse en el gráfico anterior que los tratamientos en los cuales se ha empleado un mayor nivel de Harina de Plumaz Hidrolizada han mostrado un índice menor de conversión alimenticia.

En la figura siguiente se muestra una comparación de la Conversión alimenticia promedio obtenida por cada tratamiento.

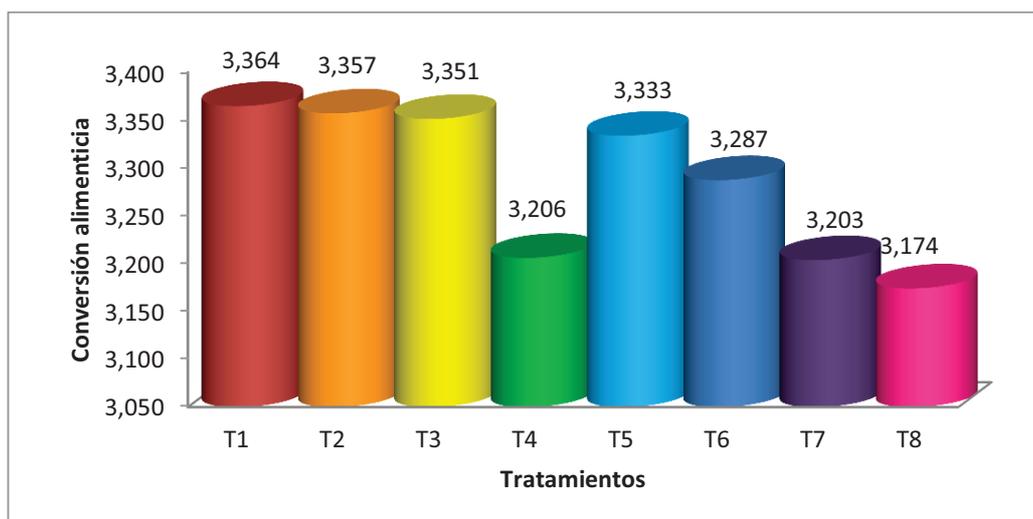


Figura 18. Comparación del comportamiento de la Conversión Alimenticia entre tratamientos

Como se puede apreciar en la figura 18, el T8 (ración con 10% de Harina de Plumas Hidrolizada aplicado en conejillas) es el tratamiento que muestra la Conversión Alimenticia menor, seguido del tratamiento T7 (ración con 7,5% de Harina de Plumas Hidrolizada aplicado en conejillas), y el T4 (ración con 10% de Harina de Plumas Hidrolizada aplicado en conejillos); éstos resultados demuestran que la conversión alimenticia ha sido más eficiente en aquellos tratamientos en donde se ha incluido un mayor porcentaje de harina de Plumas Hidrolizada en la ración, datos que coinciden con los obtenidos por Solarte (2007) en cuyes, mismo que indica que la conversión alimenticia disminuye acorde al incremento de contenido de Hidrolizado de plumas en la ración; sin embargo esta diferencia es de carácter mínimo.

Por otro lado, Abella *et al.* (2008), mencionan que la conversión alimenticia del conejo de carne oscila entre 2,8 y 3,0; niveles superiores disminuyen la productividad de la granja; los resultados obtenidos en el estudio difieren de éstos parámetros; esto puede deberse a dos factores principales como son la altura y la temperatura ambiente; ya que según López (1987), los conejos se crían óptimamente a alturas no por encima de los 2500 m.s.n.m. y a una temperatura media de 18°C, también Castañón (2007), señala éste aspecto e indica que la conversión alimenticia así como el incremento de peso de los animales, está influenciado tanto por factores internos como externos, es así que por ejemplo, bajas en la temperatura ambiental puede incrementar los valores de conversión alimenticia debido a que el animal destinará una mayor parte del alimento a la formación de energía calorífica corporal el lugar de ser destinado a la ganancia del peso propiamente dicho.

6.3. Eficiencia alimentaria

El análisis de varianza obtenido para la eficiencia alimentaria, se detalla en el cuadro 24.

Cuadro 24. Análisis de varianza obtenido para la eficiencia alimentaria

Fuente de variación	Grados de Libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Pr>F
Tratamiento	4	282,82	70,70	11,26	0,0001
Error Experimental	43	269,97	6,27		
Total corregido	47	552,79			
Coef. Var.	7,047				

Las pruebas de significancia obtenidas bajo el análisis de Tukey se muestran a continuación:

Cuadro 25. Prueba Tukey para el factor sexo en la variable Eficiencia alimentaria

Agrupación	Media	N° muestras	Sexo
A	36,5170	24	Macho
B	34,5902	24	Hembra

Cuadro 26. Prueba Tukey para el factor porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento en la variable Eficiencia alimentaria

Agrupación		Media	N° muestras	% HPH en el alimento
	A	38,837	12	10% HPH
B	A	36,252	12	7,5% HPH
B	C	34,141	12	5% HPH
	C	32,985	12	0% HPH

En el cuadro 26, de análisis de varianza, se observa que la varianza para la Eficiencia alimentaria del alimento, mostró una probabilidad de ($P < 0,0001$) a un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$), si hubo una respuesta estadística. El cuadro muestra también una diferencia altamente significativa con respecto a la eficiencia alimentaria de las raciones formuladas; en base a pruebas de Tukey y Duncan, se ha obtenido que el alimento suministrado a los grupos testigo, es decir aquel que no contenía Harina de Plumas Hidrolizada en su formulación, mostró una menor eficiencia con respecto a los alimentos que si contenían Harina de Plumas Hidrolizada, destacándose como el alimento más eficiente al que contenía 10% de Harina de Plumas Hidrolizada. Por otro lado, los resultados obtenidos señalan que el alimento ha tenido una mayor eficiencia en machos que en hembras; esto se debe a que los machos al tener un menor incremento de peso vivo con respecto a las hembras, también han ingerido una menor cantidad de alimento, lo cual ha permitido un incremento en los porcentajes de eficiencia alimentaria.

La figura 19, detalla el comportamiento de la eficiencia alimentaria en cada uno de los tratamientos durante la etapa de estudio.

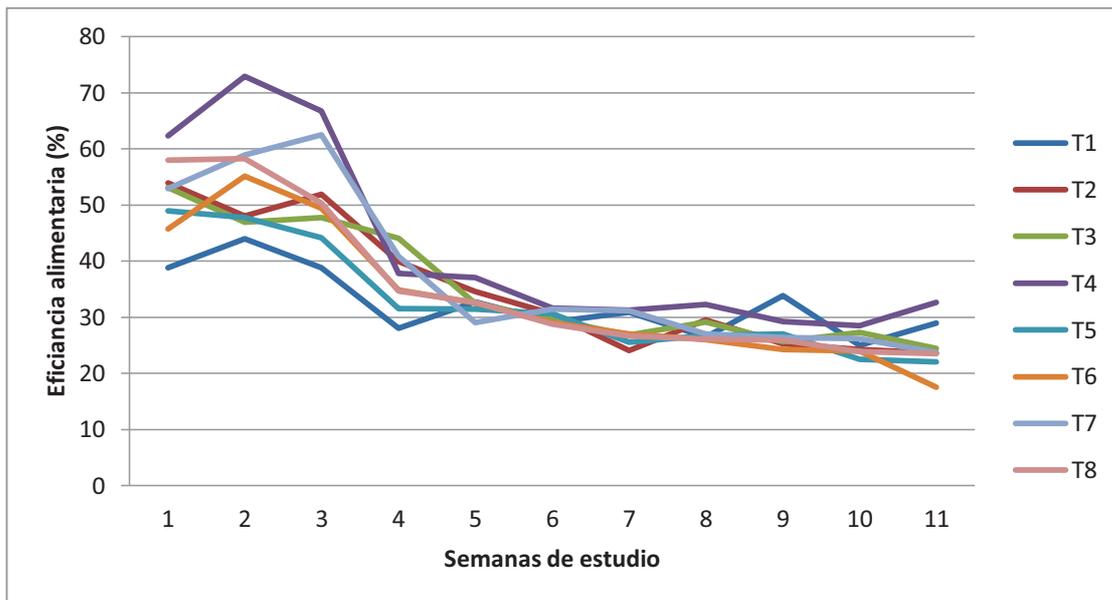


Figura 19. Comportamiento de la eficiencia alimentaria según tratamientos

Como puede apreciarse, la eficiencia alimentaria ha disminuido con el transcurso del tiempo, razón por la cual, como habíamos observado anteriormente, se ha incrementado la conversión alimenticia; esto coincide con lo mencionado por Castañón (2007), quien menciona que la conversión alimenticia es inversamente proporcional a la eficiencia alimentaria.

Cabe recalcar que la eficiencia alimentaria de un alimento, depende de diversos factores fisiológicos, químicos y físicos, como mencionan Castañón y Rivera (2005), por tanto, considerando que todos los alimentos suministrados a los animales durante la etapa de estudio han presentado las mismas características físicas, es decir los alimentos han sido peletizados, y fisiológicamente todos los insumos eran iguales; se tiene como único factor de diferencia a las características químicas del alimento, es decir, que la inclusión de Harina de Plumas Hidrolizada en la formulación de las raciones, ha permitido incrementar la eficiencia alimentaria de los alimentos balanceados con respecto al alimento convencional que no contenía Harina de Plumas Hidrolizada en su formulación.

La diferencia entre la eficiencia alimentaria de los alimentos formulados utilizados en cada uno de los tratamientos se presenta en la figura 20.

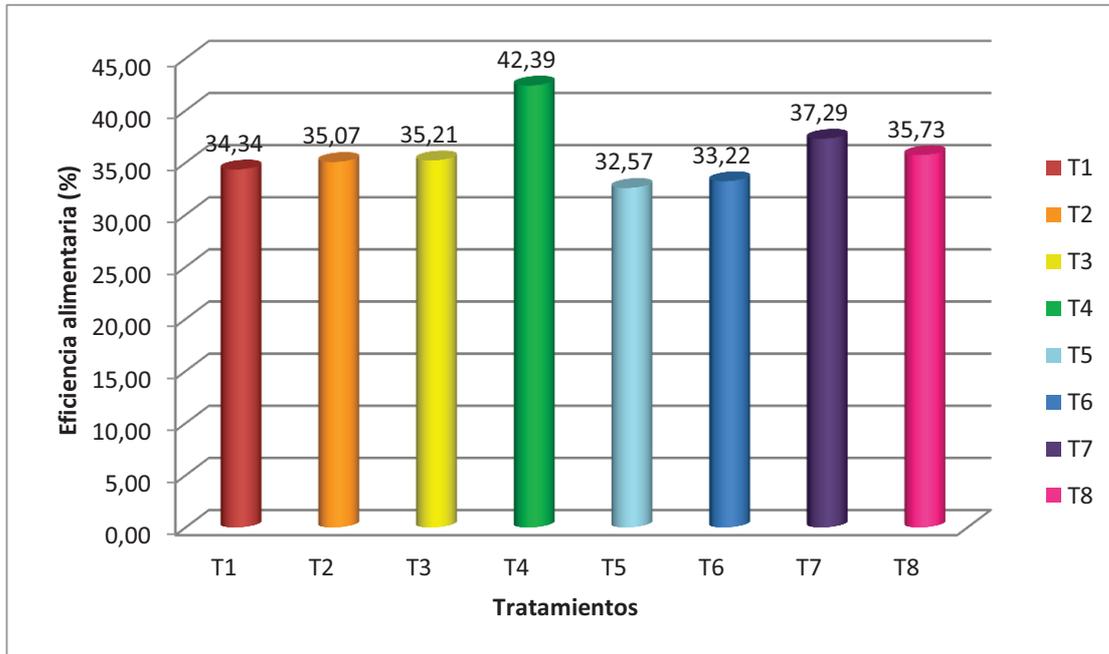


Figura 20. Comportamiento de la eficiencia alimentaria según tratamientos

Puede apreciarse que los tratamientos con mayor contenido de Harina de Plumas Hidrolizada, han sido los más eficientes en porcentaje; lo que significa que la Harina de Plumas Hidrolizada ha tenido una mayor asimilación proteica por parte del organismo de los animales, ya que como señalan Castañón y Rivera (2005), la eficiencia alimentaria está directamente relacionada con la ganancia media Diaria y ésta a su vez depende directamente del aprovechamiento de las proteínas contenidas en el alimento por parte del organismo de un animal cualquiera; toda vez que las proteínas son las destinadas a la formación de tejidos y por tanto al incremento en el peso vivo de un animal

Considerando una media de eficiencia alimentaria únicamente entre los cuatro tipos de alimentos empleados en el estudio, obtenemos diferencias, mismas que se pueden observar en la figura 21.

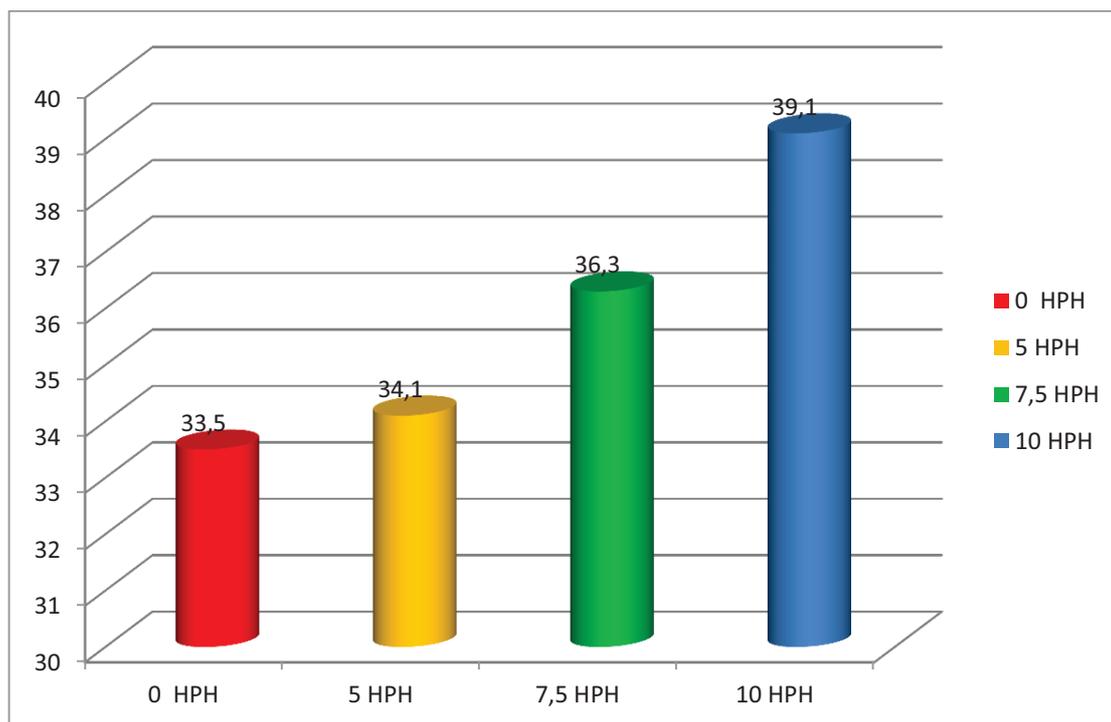


Figura 21. Comparación de la eficiencia alimentaria de los cuatro alimentos formulados

La figura 21, permite apreciar claramente la diferencia entre la eficiencia alimentaria obtenida con cada uno de los alimentos balanceados formulados, además se puede apreciar que el alimento que contiene 10% de Harina de Plumas Hidrolizada ha mostrado un mayor grado de aprovechamiento, llegando su eficiencia a un 39,1%, y siendo un 5,6% más eficiente que la ración convencional utilizada para los grupos testigo el cuál únicamente contenía torta de soya como insumo proteico, coincidiendo con Castañón y Rivera (2005), los cuales indican que la digestibilidad de una proteína depende de diversos factores, siendo uno de ellos la naturaleza de las proteínas, es así que la digestión de las proteínas vegetales, en monogástricos, está usualmente dificultada por una relativa incapacidad de tratar las paredes celulares fibrosas que encierran las proteínas, mientras que las proteínas animales no presentan este problema.

Sin embargo, el conejo en lo referente a su anatomía digestiva, tolera altas concentraciones de fibra dados sus hábitos coprofágicos, proceso por el cual, según Sánchez (2002), el conejo consume los excrementos blandos que provienen del ciego y éstos contienen alimentos más fáciles de asimilar en la segunda digestión puesto que los nutrientes se encuentran en estructuras químicas más simples de aprovechar por el intestino grueso; considerando este factor, se presume que la Harina de Plumas Hidrolizada, también ha sufrido un efecto de degradación en el ciego por lo que en la segunda digestión los aminoácidos de la queratina son más fácilmente aprovechados, es decir que el alimento se comporta en forma más eficiente.

6.4 Proporción de eficiencia del uso de la proteína

Para la proporción de eficiencia de proteína se ha obtenido el siguiente análisis de varianza (cuadro27).

Cuadro 27. Análisis de varianza obtenido para la Proporción de eficiencia de uso de la proteína

Fuente de variación	Grados de Libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Pr>F
Tratamiento	4	206,45	51,61	11,36	0,0001
Error Experimental	43	195,34	4,54		
Total corregido	47	401,79			
Coef. Var.	6,99				

Las pruebas de significancia obtenidas bajo el análisis de Tukey se muestran en los cuadros 28 y 29.

Cuadro 28. Prueba Tukey para el factor sexo en la variable Proporción de Eficiencia de uso de la Proteína.

Agrupación	Media	N° muestras	Sexo
A	31,288	24	Macho
B	29,6614	24	Hembra

Cuadro 29. Prueba Tukey para el factor porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en el alimento en la variable Proporción de Eficiencia de uso de la Proteína.

Agrupación	Media	N° muestras	% HPH en el alimento
A	33,2664	12	10% HPH
B	31,0976	12	7,5% HPH
B	29,2928	12	5% HPH
C	28,2437	12	0% HPH

En el cuadro 29 se observa que la varianza para la proporción de eficiencia del uso de la proteína, mostró una probabilidad de ($P < 0,0001$) a un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$), si hubo una respuesta estadística. El cuadro muestra también una diferencia altamente significativa con respecto a la eficiencia de la proteína contenida en las raciones formuladas; en base a pruebas de Tukey, se ha obtenido que la Harina de plumas Hidrolizada es más eficiente que la torta de soya, destacándose la ración aplicada a los tratamientos T4 y T8 (Alimento con 10% de Harina de Plumas Hidrolizada) por encima de los demás, Cañas (1995), mencionado por Castañón y Rivera (2005), reportan que la Proporción de eficiencia de uso de proteína se define como una relación entre el incremento de peso de un animal con relación a la cantidad de proteína que consume; lo cual significa que si bien en cada uno de los tratamientos se ha administrado la misma cantidad de proteína cruda en la ración, la Harina de Plumas Hidrolizada ha sido mejor asimilada por los conejos.

En la figura 22 se puede observar cual ha sido el comportamiento de la Proporción de Eficiencia de uso de la proteína en cada uno de los tratamientos.

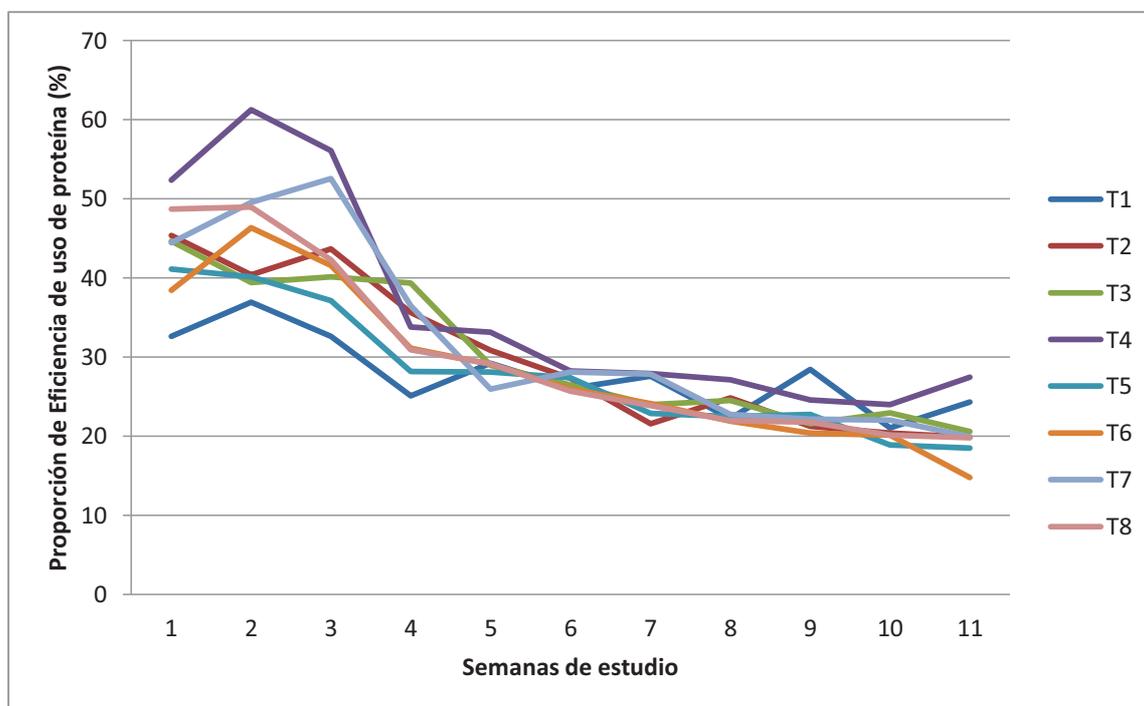


Figura 22. Comportamiento de la Proporción de Eficiencia de uso de proteína por tratamiento.

Se puede apreciar, en la figura 22, que la Proporción de Eficiencia de uso de la proteína disminuye en el transcurso del tiempo; y además se puede apreciar también que ésta muestra, un comportamiento idéntico al de la figura 19, lo que demuestra que la eficiencia alimenticia, depende directamente de la proporción de eficiencia de uso de la proteína y de ésta manera coincide con lo señalado por Castañón y Rivera (2005), quienes indican que la Proporción de eficiencia del uso de la Proteína es una evaluación cualitativa de la ración en función a la proteína.

Otro factor a tomar en cuenta en la figura 24 es que la Proporción de eficiencia de uso de la proteína de los alimentos ha sido mayor cuando el alimento se ha aplicado en machos que cuando ha sido aplicado en hembras; diferencia que según las pruebas de Tukey llevadas a cabo, han mostrado una diferencia significativa.

A continuación se muestra cual ha sido la diferencia de la Proporción de Eficiencia del uso de la Proteína entre los tratamientos aplicados (figura 23).

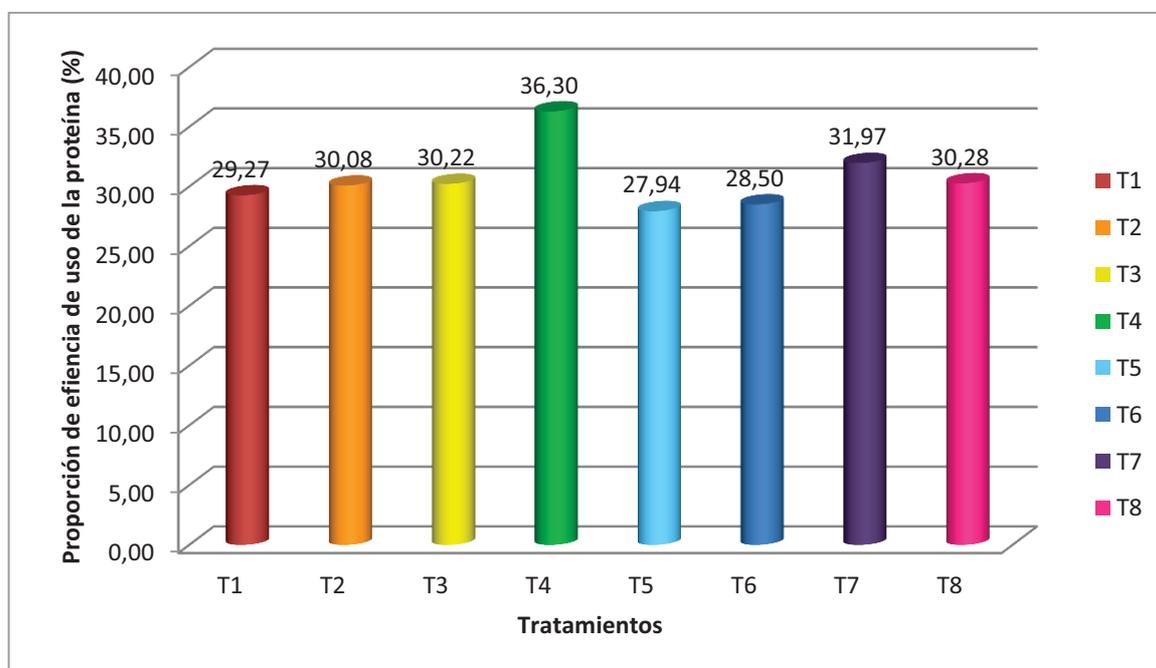


Figura 23. Comportamiento de la Proporción de eficiencia de uso de la proteína según tratamientos

Se puede apreciar que, los tratamientos a los cuales se han suministrado alimentos con mayor cantidad de Harina de Plumas Hidrolizada en su composición han tenido una mayor proporción de eficiencia de uso de la proteína, es decir que la proteína contenida en la Harina de Plumas Hidrolizada se comporta de forma más eficiente que la contenida en la torta de soya.

En la figura 24 se presenta únicamente a los niveles de Harina de Plumas Hidrolizada contenidos en los alimentos.

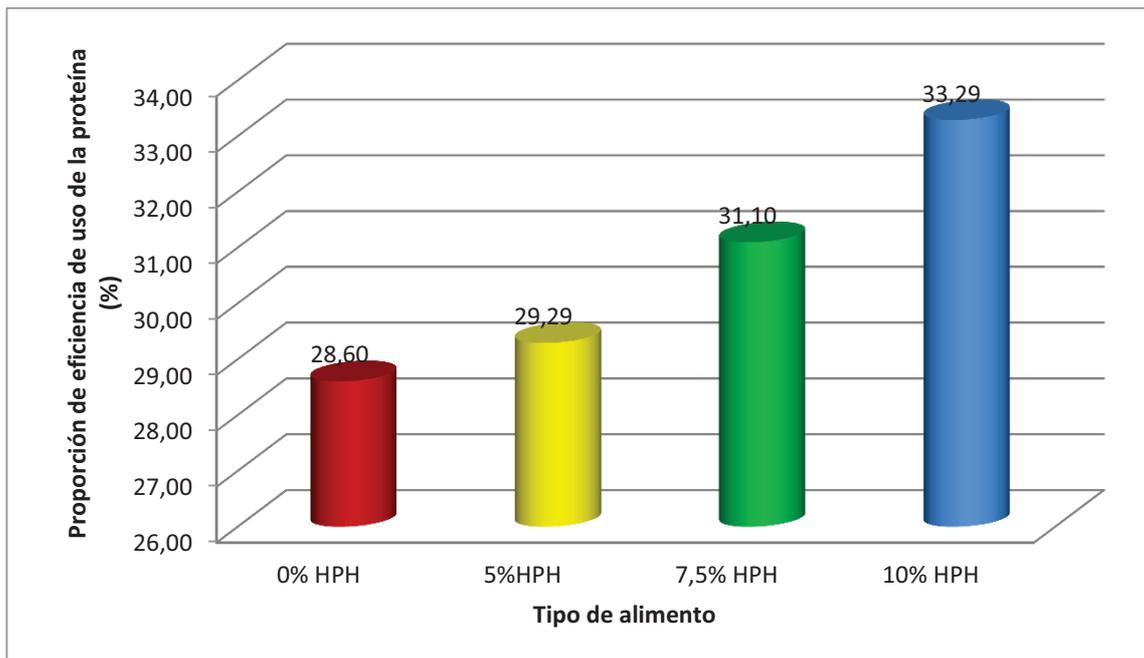


Figura 24. Comparación de la Proporción de eficiencia de uso de la proteína según niveles de Harina de Plumas Hidrolizada contenido en el alimento.

Como se observa en la figura 24, el alimento con mayor porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada en su contenido ha respondido de forma más eficiente en la alimentación de los conejos, éste resultado va en desacuerdo con lo señalado por Alcázar (1997), quien indica que la Harina de Plumas puede utilizarse en la aplicación de monogástricos; sin embargo ésta debe aplicarse en concentraciones moderadas a fin de no afectar la calidad del alimento ofrecido y puede utilizarse en niveles de entre 2 y 5 por ciento.

Castañón y Rivera (2005), indican que el valor de una proteína depende fundamentalmente del fin para el cual se necesita; en base a éste concepto podemos definir que la proteína contenida en al Harina de Plumas Hidrolizada responde mejor para su aplicación en la alimentación de los conejos siempre que éstos sean destinados a engorda.

6.5. Porcentaje de mortandad

El porcentaje de mortandad que se ha obtenido ha sido bastante variable entre tratamientos, esto se refleja en la figura 25.

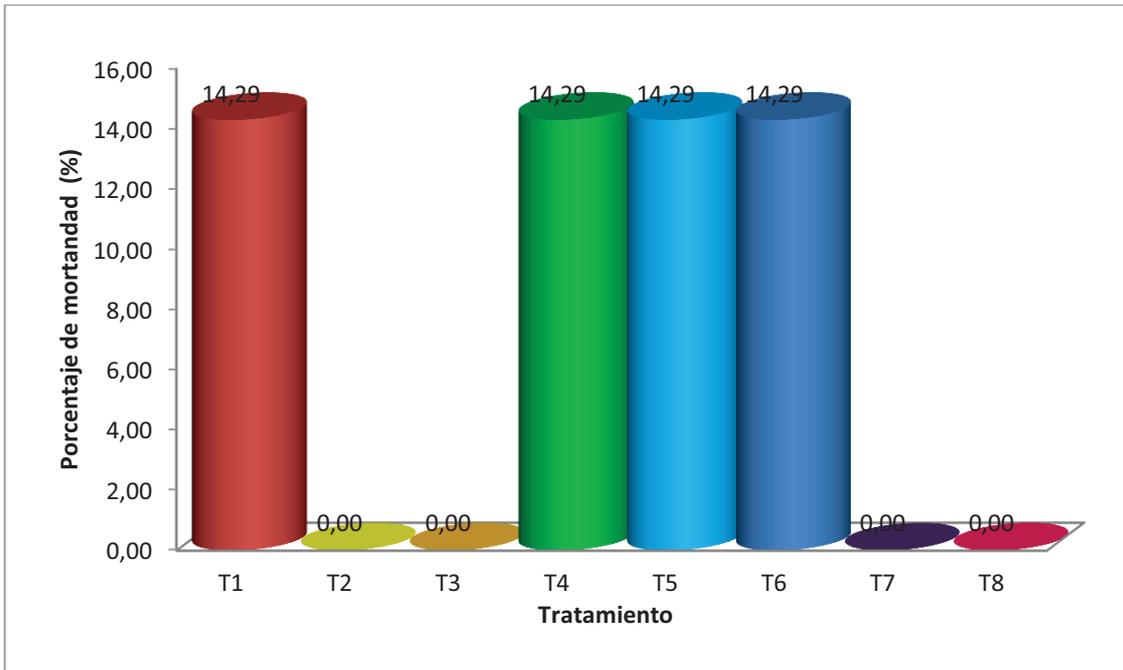


Figura 25. Porcentaje de mortandad obtenido por tratamiento

La figura 25 muestra que la variabilidad es amplia respecto al índice de mortandad entre un tratamiento y el otro, sin embargo, este dato posee una mortandad elevada aparente, toda vez que al realizarse el estudio con una población de siete individuos en cada uno de los tratamientos, significa que cada uno de los individuos equivale al 14,29% del total de la población por tratamiento; lo que significa que en los tratamientos T1, T4, T5, y T6 se ha producido la muerte de un individuo durante la fase de estudio.

Por otro lado se desprecia la influencia del factor alimentación como una causa de mortandad ya que las causas de muerte para el caso de las bajas dadas en los tratamientos T1 y T5, se dieron en la primera semana de evaluación; en ambos casos los animales, antes de su muerte han presentado diarreas líquidas y fétidas además de notar una clara disminución en el consumo de alimento y agua de dichos animales, y en un análisis *post mortem* de la anatomía digestiva de los conejillos, se ha podido verificar la presencia de mucosas en el intestino delgado así como presencia de heces fecales en estado líquido (diarreas) y con espuma, síntomas que coinciden con la Coccidiosis según lo señalado por Gutiérrez (2003).

Por otro lado, los conejillos de los tratamientos T4 y T6, murieron en la penúltima y última semana de evaluación respectivamente, debido a la dificultad presentada para consumir alimentos y agua a causa de malocclusión en los incisivos inferiores dirigidos hacia el palatino, mismo que ha dificultado la ingesta de sólidos y líquidos, lo cual ha ocasionado la baja de los animales; esto se atribuye a un trastorno hereditario, como indica Castellanos *et al.* (2006), dado que se ha producido en pocos animales.

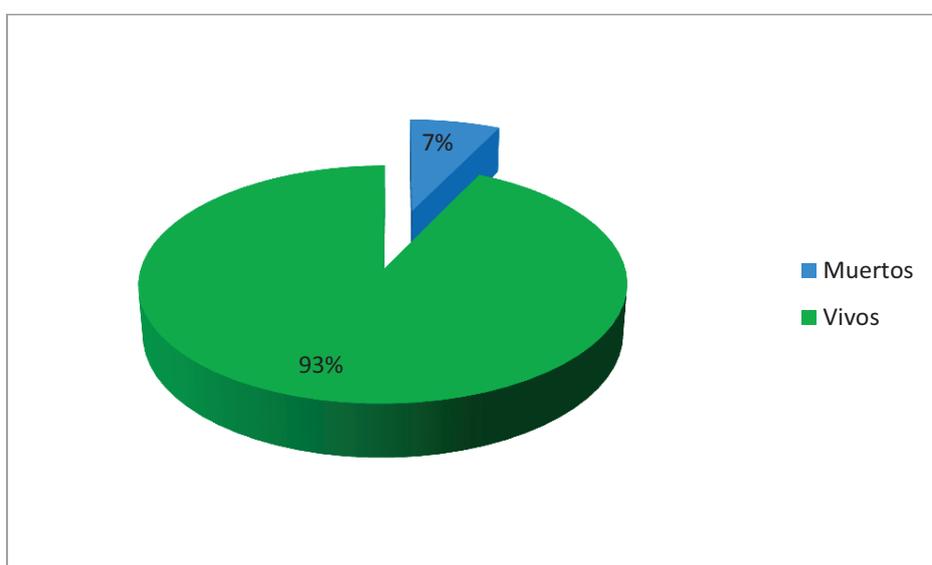


Figura 26. Porcentaje de mortandad obtenido en el total de la población observada

Como se puede apreciar, se ha obtenido una mortandad del 7% sobre el total de la población, es decir un porcentaje aceptable según Gonzales y Caravaca (2003), quienes indican que la tasa de mortalidad normal en conejos de engorda durante la fase de cebo oscila entre el 5 y el 10 porciento.

6.6. Análisis económico

6.6.1. Costo de alimentos formulados

En la figura 27, se observan los costos de elaboración de las raciones utilizadas en el estudio, mismo que consideran también los costos de peletizado el cual ha tenido un valor de 50 centavos de boliviano por kilogramo de alimento.

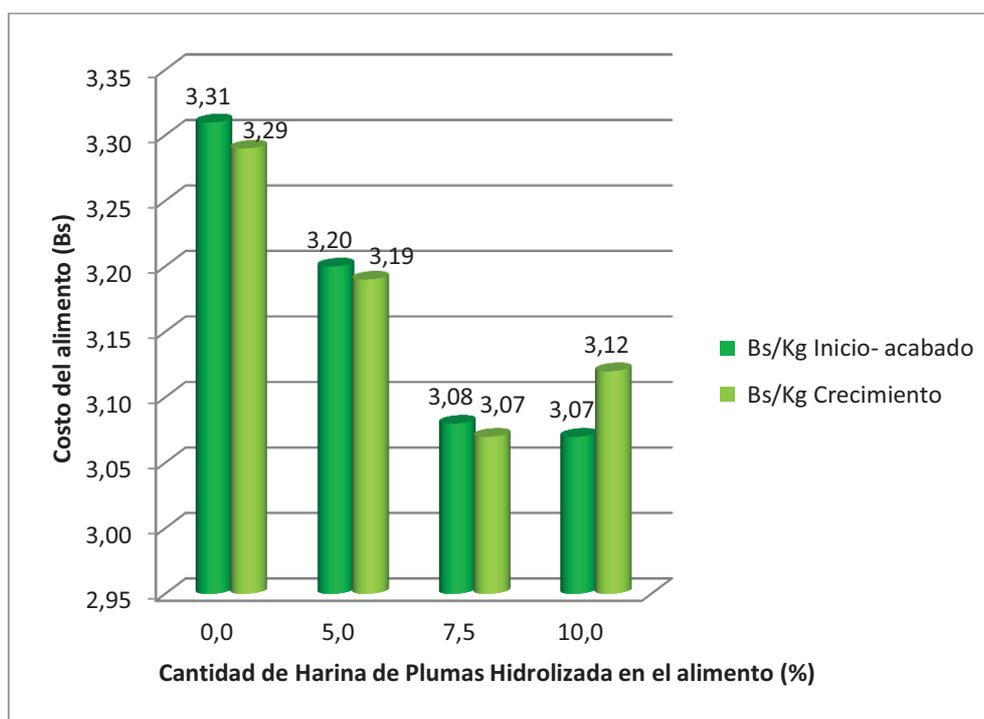


Figura 27. Costo de los alimentos balanceados formulados en Bolivianos por kilogramo

Se puede observar en la figura 27; que el alimento con menor costo es el que contiene un 7,5% de Harina de Plumas Hidrolizada; le sigue el alimento con un contenido de 10% de Harina de Plumas Hidrolizada y como alimento más caro se tiene al que no contiene Harina de Plumas Hidrolizada en su composición.

Esto se debe a que la Harina de Plumas Hidrolizada posee un alto contenido proteico, por tanto al equilibrar la ración a los requerimientos nutricionales del conejo, en el particular caso de la ración con mayor contenido de Harina de Plumas Hidrolizada, se deba incrementar el uso de insumos tales como el frangollo molido (maíz amarillo), para alcanzar un nivel proteico adecuado.

Por otro lado, se debe considerar que la Harina de Plumas Hidrolizada, ha tenido un precio de adquisición de 1,50 Bolivianos por kilogramo, mientras que la Torta de soya ha sido adquirida a un precio de 3,30 por kilogramo, es decir que al ser la Torta de soya un insumo de costo más elevado que la Harina de Plumas Hidrolizada, lógicamente utilizar esta última en cantidades más elevadas permitirá disminuir los costos de alimentación en una granja.

Sin embargo, se debe considerar además la cantidad de proteína cruda contenida en cada uno de éstos insumos, de ésta manera puede obtenerse el precio por kilogramo de proteína cruda (PC) en cada uno de éstos insumos tal y como se muestra en la figura 28.

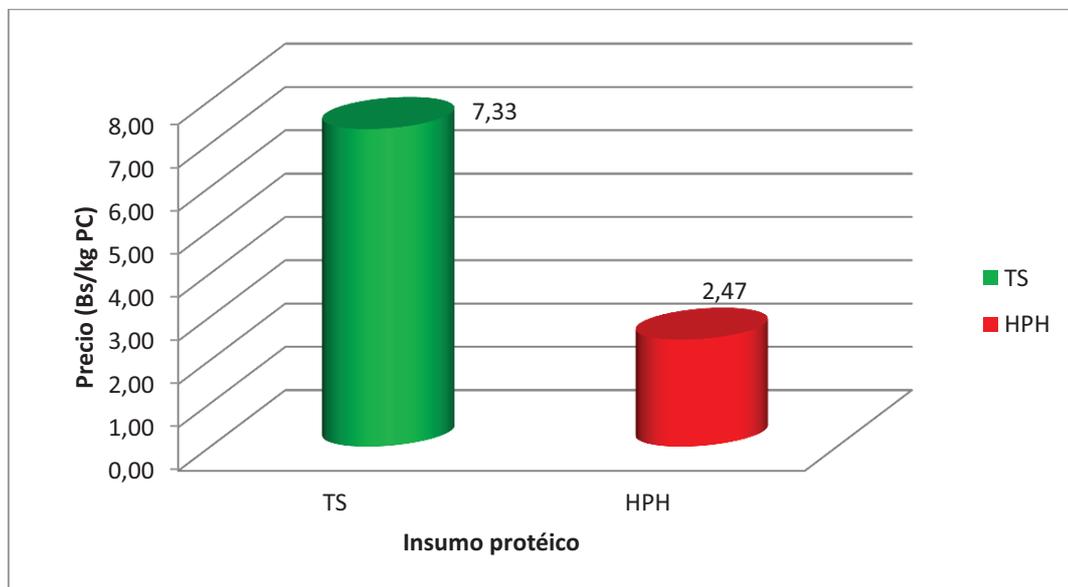


Figura 28. Costo de Proteína cruda según insumo proteico (Bs/Kg PC)

Se puede apreciar que, adquirir un kilogramo de proteína cruda contenido en la Torta de soya costaría 7,33 Bolivianos, mientras que adquirir un kilogramo de proteína cruda en Harina de Plumas Hidrolizada, tendría un costo de 2,47 Bolivianos, es decir, que en caso de adquirir proteína en Torta de soya se pagaría un costo 2,96 veces mayor al que significaría la utilización de Harina de Plumas Hidrolizada; esto coincide con Gonzales (2006), quien indica que el costo por unidad de proteína cruda contenida en la Harina de Plumas Hidrolizada tiene un menor costo en relación a la torta de soya así como a otras fuentes proteínicas de origen animal.

Al mismo tiempo, se debe considerar que estos insumos, si bien son los que más cantidad de proteína cruda han aportado a los alimentos balanceados formulados, no son los únicos, por tanto la figura 29 muestra cual es el costo total por unidad de proteína cruda en cada una de las raciones elaboradas.

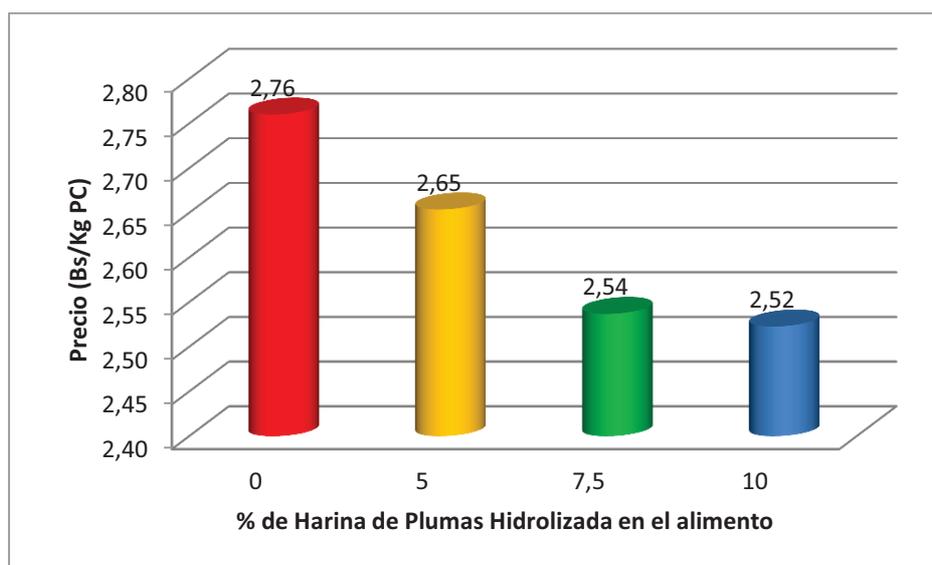


Figura 29. Costo de Proteína Cruda según alimento balanceado formulado (Bs/kg PC)

Como puede observarse, coincide plenamente con la figura 29, lo que demuestra que el costo de un alimento depende principalmente de su contenido de proteína tal y como señalan Castañón (2007) y Alcázar (1997) quienes mencionan que la proteína es el insumo más costoso al formular una ración. Al mismo tiempo se puede

apreciar que la diferencia entre las raciones aplicadas durante las fases de inicio y acabado, en relación a las utilizadas durante la fase de crecimiento, no tienen una gran diferencia en cuanto al costo, esto se debe a que los contenidos de proteína cruda entre uno y otro varían solo en un uno por ciento.

6.6.2. Relación conversión alimenticia – costo de alimentación

Según los resultados obtenidos anteriormente se podría indicar que el alimento con 7,5% de Harina de Plumas Hidrolizada en su contenido es el más económico y por lo tanto el que permitirá rebajar los costos de producción por alimentación de forma más eficiente; sin embargo esto no es suficiente y se debe realizar una relación entre lo invertido en el alimento y la eficiencia del mismo para el incremento de peso vivo (PV) de los animales; en la figura 30 se muestra la relación.

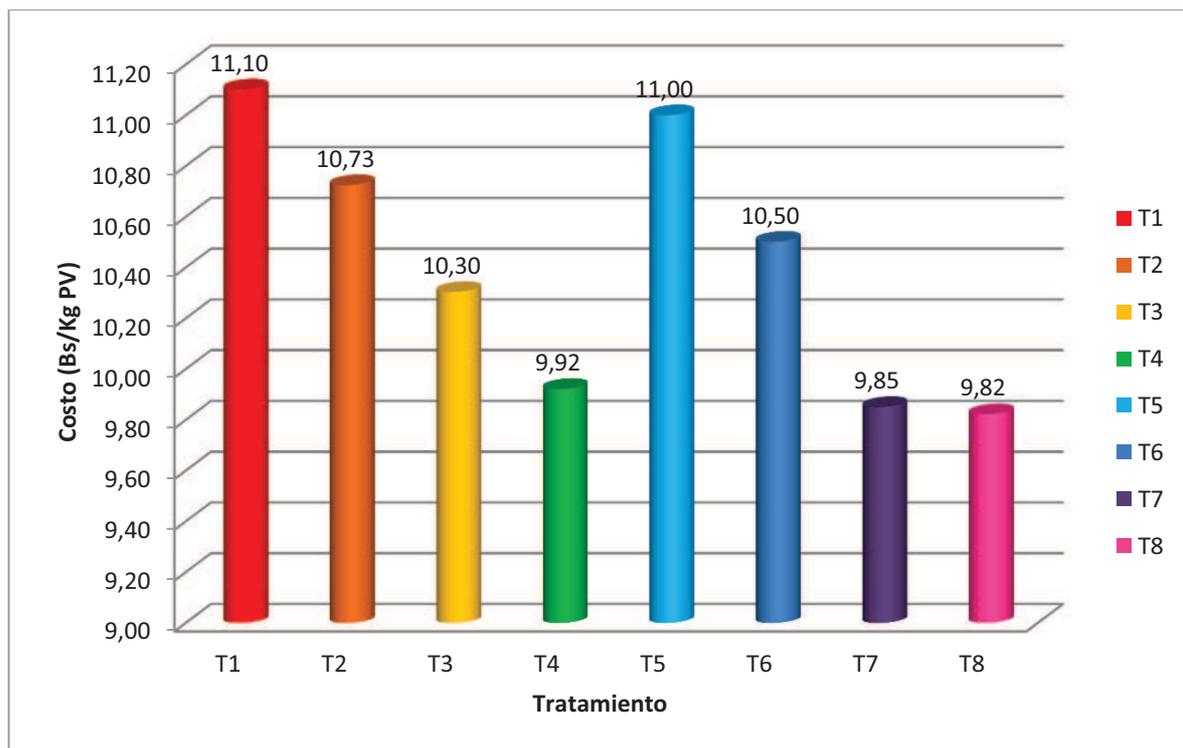


Figura 30. Costo invertido en alimento por incremento de peso vivo según tratamiento (Bs/Kg PV)

Puede observarse que al relacionar la cantidad de alimento que un animal debe consumir para incrementar su peso vivo en un kilogramo con el costo que implica la alimentación, obtenemos como resultado que es económicamente más rentable emplear alimentos que contengan 10% de Harina de Plumas Hidrolizada en la ración (T8 y T4), puesto que al aplicar éstos se invertirá 9,82 Bolivianos y 9,92 Bolivianos respectivamente para que cada animal incremente su peso en un kilogramo, mientras que utilizando las raciones convencionales (T1 y T2), estos costos se incrementarán a montos de 11,10 Bolivianos y 11,00 Bolivianos respectivamente por incremento de un kilogramo en el peso vivo de cada animal, es decir que al utilizar el alimento con 10% de Harina de Plumas Hidrolizada, podrán reducirse los costos por alimentación en un 10,67% aproximadamente.

6.6.3 Relación Beneficio Costo

Para determinar la relación beneficio costo se ha establecido el cuadro que se muestra a continuación:

Cuadro 30. Beneficio-Costo general obtenido

Análisis	Monto
Ingresos Totales	4780
Total Invertido	4733
Rel. B/C	1,01

Es decir que realizando el cálculo de la relación beneficio-costo para la investigación es de 1,01, o sea, que se ha logrado recuperar la inversión realizada además de ganar un centavo por cada boliviano invertido; lógicamente es una relación Beneficio costo bastante baja, con una ganancia casi nula, sin embargo se debe considerar que se ha trabajado con pocos individuos, lo que significa que este margen de ganancia puede incrementarse al trabajar con más de cien individuos; por otro lado se debe considerar cual ha sido la relación beneficio costo en cada uno de los tratamientos observados, esto se resume en el cuadro 31.

Cuadro 31. Beneficio-Costo obtenido según tratamiento

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Total Costos inversión	538,71	560,14	574,18	518,06	577,23	565,09	571,28	597,36
Total Ganancia	527,94	565,74	585,66	538,78	571,46	559,44	588,42	627,23
B/C	0,98	1,01	1,02	1,04	0,99	0,99	1,03	1,05

Puede apreciarse en el cuadro 31 que las relaciones Beneficio-Costo más elevadas y las que son mayores a uno son las que pertenecen a los tratamientos en los que se ha aplicado un mayor porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada en la ración, es decir los tratamientos más rentables económicamente en orden ascendente son: T3, T7, T4 y T8 respectivamente, mientras que los tratamientos T1, T5 y T6 han mostrado pérdidas económicas.

VII. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, y en función a los objetivos planteados se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Referente al incremento de peso de los conejillos en cada uno de los tratamientos, el tratamiento T8 (conejillas alimentadas con alimento balanceado con un contenido de 10% de Harina de Plumas Hidrolizada) ha obtenido un mayor incremento de peso, seguidos de los tratamientos T7 (conejillas alimentadas con alimento balanceado con un contenido de 7,5% de Harina de Plumas Hidrolizada) y T4 (conejillos alimentados con alimento balanceado con un contenido de 10% de Harina de Plumas Hidrolizada), por otro lado los tratamientos con los menores índices de Ganancia Media Diaria fueron T1 (conejillos alimentados con alimento balanceado con un contenido de 0% de Harina de Plumas Hidrolizada) y T2 (conejillas alimentados con alimento balanceado con un contenido de 5% de Harina de Plumas Hidrolizada), lo que demuestra que emplear concentraciones de 10% de Harina de Plumas Hidrolizada como insumo proteico en la formulación de alimentos balanceados para conejos de engorde, permite obtener una mejor ganancia media diaria en el peso vivo de los animales. Al mismo tiempo se ha visto que las hembras ganan más peso vivo que los machos debido a características genéticas de los animales.
- El tratamiento T8 (conejillas alimentadas con alimento balanceado con un contenido de 10% de Harina de Plumas Hidrolizada) en hembras y el tratamiento T4 (conejillos alimentados con alimento balanceado con un contenido de 10% de Harina de Plumas Hidrolizada) en el caso de los machos han obtenido los niveles de conversión alimenticia más bajos, con valores de 3,174 y 3,206 respectivamente, por otro lado, el tratamiento que ha mostrado la conversión alimenticia más elevada ha sido el tratamiento T1 (conejillos alimentados con alimento balanceado con un contenido de 0% de Harina de Plumas Hidrolizada) y en el caso de las hembras el tratamiento T5 (conejillas alimentadas con alimento balanceado con un contenido de 0% de Harina de

Plumas Hidrolizada); es decir que los grupos en los que se ha empleado como único insumo proteico la torta de soya (grupos testigo) requieren 3,364 y 3,333 kilogramos de alimento respectivamente para incrementar su peso vivo en un 1 kilogramo, mientras que los tratamientos en los que se han aplicado el alimento balanceado con un 10% de Harina de Plumas Hidrolizada requieren solamente 3,306 y 3,174 kilogramos de alimento para incrementar su peso vivo en 1 kilogramo, lo que determina que mientras más Harina de Plumas Hidrolizada contenga el alimento, la Conversión Alimenticia reduce; por otro lado estadísticamente no se han detectado diferencias significativas entre las Conversiones alimenticias obtenidas en machos con relación a las hembras. Al mismo tiempo se han obtenido valores relativamente elevados de conversiones alimenticias con respecto a la media en todos los tratamientos, esto debido a causas ambientales.

- Con respecto a la eficiencia alimentaria, el tratamiento en el cual el alimento ha mostrado una mayor eficiencia ha sido el tratamiento T4 (conejillos alimentados con alimento balanceado con un contenido de 10% de Harina de Plumas Hidrolizada) con un promedio de 36,30%; seguido del tratamiento T7 (conejillas alimentadas con alimento balanceado con un contenido de 7,5% de Harina de Plumas Hidrolizada), mostrando además que el alimento en todos los casos se ha portado en forma más eficiente en machos que en hembras mostrando medias de 36,51% y 34,59% respectivamente; con referencia a las diferencias estadísticas de los alimentos evaluados, se ha obtenido que la media más elevada es la del alimento con una concentración de 10% de Harinas de Plumas Hidrolizada con una eficiencia de 38,83%, seguidos de los alimentos con 7,5% de Harina de Plumas Hidrolizada, 5% de Harina de Plumas Hidrolizada con medias de 36,25% y 34,14 % respectivamente y mostrando que el alimento que se ha comportado con menos eficiencia ha sido el que únicamente contenía Torta de Soya como principal fuente de proteína; difiriendo éste resultado a los obtenidos en estudios similares en otras especies, por lo que se presume que el incremento de la eficiencia alimentaria acorde al incremento de Harina de Plumas Hidrolizada empleada

en la ración también se encuentra influenciada por los hábitos alimenticios de los monogástricos que practican la coprofagia.

- Referente a la Proporción de Eficiencia del Uso de la Proteína, se ha podido comprobar que el incremento de la eficiencia se encuentra en directa relación a la cantidad de Harina de Plumas Hidrolizada puesto que el alimento con el valor más alto de Eficiencia de Uso de la Proteína ha sido el elaborado con un 10% de Harina de Plumas Hidrolizada en su composición con una eficiencia de 33,29% y el menos eficiente aquel que no contenía Harina de Plumas Hidrolizada en su composición; por otro lado se asume que la queratina de la que están compuestas las plumas ha sufrido una ruptura en los enlaces disulfuro durante el proceso de hidrólisis mecánica por lo que la cadena poliléptida ha sido fraccionada; y al darse los procesos de doble digestión en el tracto digestivo de los conejos, la proteína puede asimilarse mejor en el intestino grueso de los animales tras la ingesta de las heces blandas.
- Por otro lado, se ha demostrado que la Eficiencia Alimentaria depende de la Eficiencia del Uso de la Proteína por lo que este parámetro ha mostrado tener un comportamiento más eficiente al ser aplicado en machos que en hembras con medias de 31,28% y 29,66% respectivamente.
- Referente al porcentaje de mortandad obtenido en el total de la población evaluada ha sido de 7%; por otro lado, al evaluar los porcentajes de mortandad obtenidos en cada tratamiento; se ha observado que en los tratamientos T1, T4, T5 y T6 se ha producido una baja en cada uno, mientras que en los tratamientos T2, T3, T7 y T8 no se han registrado bajas; considerando éstos datos y las causas de mortalidad de los conejos se puede determinar que no hay un efecto negativo de ninguno de los alimentos formulados que pueda influenciar a la muerte y tampoco a la enfermedad de los animales.
- Económicamente se concluye que resulta más económico obtener proteína de la Harina de Plumas Hidrolizada que de la Torta de Soya, ya que obtener un kilo de proteína en cada caso representa una inversión de 2,47 Bolivianos en el primer caso y 7,33 en el segundo.

- Se ha podido verificar que el costo de un alimento reduce acorde al incremento de Harina de Plumas Hidrolizada en la ración hasta en un 7,5%, ya que el costo de un alimento convencional, es decir sin contenido de Harina de Plumas Hidrolizada es de 3,31 Bolivianos y al emplear un 7,5% de Harina de Plumas Hidrolizada en la ración el costo por kilogramo decrece a 3,08 Bolivianos, y que al emplear 10% de Harinas de Plumas Hidrolizada los costos se incrementan en un porcentaje mínimo alcanzando un costo de 3,12 Bolivianos por kilogramo de alimento; sin embargo al considerar el incremento de peso en cada uno de los tratamientos, se obtiene que resulta más económico incrementar el peso vivo de un conejo al incrementar el porcentaje de Harina de Plumas Hidrolizada contenida en la ración ya que en los tratamientos T8, T7 y T4 se obtuvieron los costos más bajos con valores de 9,82; 9,85 y 9,92 Bolivianos por kilo de peso vivo respectivamente, mientras que al emplear una ración convencional estos costos se incrementan a montos de 11,10 y 11,00 Bolivianos por kilo de peso vivo tal y como se ha observado en los tratamientos T1 y T5 respectivamente.

VIII. RECOMENDACIONES

En base la investigación realizada y las conclusiones obtenidas se recomienda lo siguiente:

- Incluir Harina de Plumas Hidrolizada en la formulación de piensos para conejos de engorde en un nivel del 10% toda vez que esto permitirá reducir los costos de inversión por concepto de alimentación y a la vez obtener mejores incrementos de peso final en los animales destinados a la producción de carne.
- Evaluar los efectos de la aplicación de otros insumos proteicos de origen animal en la alimentación de monogástricos coprofágicos.
- Realizar estudios similares a fin de cuantificar la digestibilidad *in vivo* de la Harina de Plumas Hidrolizada en la alimentación de conejos de engorde.
- Realizar estudios similares en conejos destinados a la reproducción a fin de observar si la aplicación de Harina de Plumas Hidrolizada en la ración produce un efecto en los índices reproductivos del conejo considerando el contenido de aminoácidos esenciales de ésta, así como en conejos destinados a la producción de piel.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Abella J., Hinojosa R.A., Ruiz J.L., García G.L., 2008. Manual de Buenas Prácticas para la producción de carne de conejo. Disponible en www.sagarpa.gob.mx. 13 pag.
- AFCO (Control oficial de tráfico animal), 1983. Publicación oficial de tablas nutricionales. Colegio Superior de Texas – Estados Unidos. 34 pag.
- Alcázar Peix Jaime. F., 1997. Bases para la alimentación animal y la formulación manual de raciones. Producciones gráficas GENESIS. 156 pag.
- ALG, Planta de faena de pollos y Procesadora de alimentos, 2009. Apuntes de la Visita a la Planta de faena de pollos A.L.G. 9 pag.
- ALMOSI (Compañía de Alimentos Balanceados ALMOSI S.A.), 2010. Proceso de peletización. Artículo disponible en www.almosi.com
- Álvarez R., 2008. Digestibilidad verdadera de harina de plumas fermentadas por *Kocuria rocea* en gallos adultos. Instituto de producción animal. Maracay, Aragua – Venezuela. pp. 1-5.
- Álvarez R., 2010. Utilización de subproductos de mataderos avícolas en la alimentación de monogástricos. Artículo científico. Ministerio de Educación Superior. La Habana – Cuba. Disponible en www.sian.info.ve. 4 pag.
- Bauza R., Bratschi C., Gonzales A., Hirigoyen A., Scaglia L., Sierra F., 2007. Evaluación de la Inclusión de dos tipos de Hidrolizado de plumas en dietas de cerdos de engorde. Departamento de producción animal y pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. pp. 41- 46.
- Behnke K.C., 1993. Uniformidad de alimentos: Variación, mediciones y efectos en el rendimiento animal. Memorias del curso de Fabricación de Alimentos Balanceados Pecuarios. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. 56 pag.
- Blanco Vacallanos Mauricio, 1999. Evaluación de índices productivos en la sustitución parcial de alimento balanceado porcino por subproductos de matadero avícola. Tesis de grado. Facultad de Agronomía UMSS. 85 pag.

- Buitrago A.J. Portela C.R., Eusse G.S., 1992. Grano de Soya en alimentación de cerdos y aves. Asociación Americana de Soya. pag. 28.
- Castañón Rivera V., 2007. Apuntes de Nutrición Animal. Asignatura de Nutrición Animal, Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía UMSA. 77 pag.
- Castañón V. y Rivera W., 2005. Apuntes de Nutrición Animal. La Paz – Bolivia. 153 pag.
- Castellanos Echeverría F., Kirchner Salinas F. R., Usami Olmos C. R., Paulin Torres N., López Gonzales E., Solis Carbajal G., Ávalos Mora R., 2006. Manuales de Educación Agropecuaria. Conejos, Área Producción animal. 112 pag.
- Choque Quispe Fausto., 2005. Apuntes de Anatomía y Fisiología Animal, El conejo. Asignatura de Anatomía y Fisiología Animal, Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrícolas Pecuarias y Veterinarias, Universidad Técnica de Oruro. Oruro – Bolivia. pp.13-17.
- Del Águila F., 2010. Procesamiento de subproductos de matadero. Artículo. Disponible en www.ergomix.com. 2 pag.
- FAO/ OMS, 2004. Prácticas de Identificación animal. Sección 3. Disponible en [ftp.fao.org](ftp://ftp.fao.org). 13 pag.
- Garzón Albarracín Vitaliano, 2010. La Soya, principal fuente de proteína en la alimentación de especies menores. Investigación del programa de procesos agroindustriales CORPOICA. Villavicencio – Meta – Colombia. 12 pag.
- Gonzales J., 2006. Empleo de ingredientes Proteicos Derivados de Animales No Rumiantes en Alimentos Acuícolas. Tercera Conferencia Internacional AquaSur 2006. EWOS Innovation. pp. 1-29.
- Gonzales Redondo P. y Caravaca Rodríguez F., 2003. Producción de conejos de aptitud cárnica. Pag. 386.
- Gutiérrez Juan F., 2003. Tratamientos y Profilaxis de la Coccidiosis en el Conejo. Artículo Científico del departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona – España. pp.97-106.

- Guzmán Medrano Abad, 2000. Comportamiento Agronómico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa*) con la aplicación de cuatro abonados orgánicos en la zona de Cota-Cota – La Paz. Tesis de grado N° 385. Facultad de Agronomía UMSA. pag. 34.
- Herrera Ramírez Milton Mauricio, 2008. Aprovechamiento de los subproductos o residuos en la Industria Avícola para la producción de Harinas de Origen animal. Cartilla científica N° 82 para Virtualpro. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá – Colombia. 18 pag.
- INLASA (Instituto Nacional de laboratorios en Salud) ,1999. Tabla Nacional de Composición Nutricional de Alimentos. La Paz – Bolivia. pag. 7.
- IGM (Instituto Geográfico Militar), 2009. Atlas digital de Bolivia.
- JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón). 2007. Elaboración de alimentos balanceados peletizados para truchas. Apuntes de la visita al Centro Piscícola JICA. 5 pag.
- López Magaldi M. 1987. Cría y Explotación del Conejo. Editorial Albatros. Buenos Aires – Argentina. 272 pag.
- Moran E. y Summers J., 1980. Queratina, una alternativa para el crecimiento de los pollos de engorde, importancia de los aminoácidos contenidos en la pluma. Artículo científico. 6 pag.
- Morris, W.C. y Balloun, S.L., 1973. Evaluación de cinco distintos procesos para la retención de proteína mediante análisis químico de hidrogenasa y xantina. Artículo científico de Poultry Science N° 52. pp. 75-84.
- NRC (National Research Council), 1970. Valor nutricional de subproductos de mataderos empleados en la nutrición animal. Disponible en www.nrc.gov
- NRC (National Research Council), 1977. Tablas de composición nutricional de Fuentes alternativas de alimento. Conferencia de alimentos y pobreza mundial 1977. Bruselas – Bélgica. pp. 111-116.
- Ortiz C.A., 1998. Calidad del grano de soya y su efecto en productos y subproductos industriales. Revista Soya noticias Colombia. pp. 61-63.

- PDM (Plan de Desarrollo Municipal del municipio de La Paz 2007 – 2011), 2007. Resumen ejecutivo del Plan de Desarrollo Municipal. Disponible en es.scribd.com
- Pérez A. L., 1993. Peletización. Memorias del Curso de Fabricación de Alimentos Balanceados Pecuarios. México D.F. – México. pp. 97-106.
- Ponce de León R. J. C., 1993. Mezcladoras y transportes. Memorias del Curso de Fabricación de Alimentos Balanceados Pecuarios. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. Cartilla N° 25.
- Rico Numbela E. y Rivas Valencia C., 2004. Manejo Integrado de cuyes. Proyecto MEJOCUY, Centro de Excelencia Universitario – UMSS. Cochabamba – Bolivia. pag. 8.
- Rivas Rojas R., 1999. Alimentación de conejos californianos (*Oryctolagus cuniculus*), con residuos de cervecería en etapa de inicio. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía UMSA. pp. 24-27.
- Rodríguez Pastrana Héctor I., 1994. Enfermedades de los conejos. Publicación del Colegio de Ciencias Agrícolas de Puerto Rico, en Cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 17 pag.
- Ruiz Pérez L., 1983. El conejo: Manejo. Alimentación. Patología. 2^{da} edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid – España. 204 pag.
- Sánchez Cristian, 2002. Crianza y Explotación de Conejos. Ediciones Ripalme. Lima – Perú. 135 pag.
- SANDACH (Plan Nacional Integral de Subproductos de origen Animal No Destinados al Consumo Humano), 2011. Grupo de trabajo sobre mataderos del Parlamento Europeo. Disponible en sandach.magrama.es. pp. 65 – 74.
- SIOFRAM (Sistema de Información Orientado a la Formulación de Raciones de Mínimo costo para Animales), 2012. Programa informático. Disponible en www.agroterra.com
- SNHN (Servicio Nacional de Hidrografía Naval), 2007. Hidrografía de Bolivia, Descripción de ríos, arroyos, lagos, lagunas y salares. Ministerio de Defensa Nacional, Fuerza Naval Boliviana. 2^{da} Edición. pp. 291-297.

- Solarte Montes de Oca Mauricio J., 2007. Evaluación de cuatro niveles de Harina de Pluma Hidrolizada en formulación de raciones para cuyes (*Cavia porcellus*). Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales Universidad Técnica del Norte. Ecuador. 80 pag.
- Vandepopuliere, J.M., 1984. Subproductos pecuarios como fuente de alimento para la nutrición animal. Memorias del Symposium Internacional de procesamientos alimenticios. Wageningen – Holanda. pp. 23 – 29.
- Wessels J.P.H., 1972. A Estudio de la calidad de proteína de origen animal. pp. 47-78.

ANEXOS

ANEXO 1. Raciones formuladas para la etapa experimental

RACIONES PARA LAS ETAPAS DE INICIO Y ACABADO											
Insumo	% PC	PC/Kg	0% HPH		5% HPH		7,5 % HPH		10% HPH		
			Cantidad Kg	Aporte PC %	Cantidad Kg	Aporte PC %	Cantidad Kg	Aporte PC %	Cantidad Kg	Aporte PC %	
Torta de soya	45,00	0,450	17,54	7,89	10,16	4,57	10,16	4,572	1,50	0,68	
Harina de Plumas Hidrolizada	60,80	0,608	0,00	0,00	5,00	3,04	5	3,04	10,00	6,08	
Afrecho de trigo	14,00	0,140	40,48	5,67	42,00	5,88	42	5,88	52,00	7,28	
Frangollo Molido	8,50	0,085	40,48	3,44	41,34	3,51	41,34	3,5139	35,00	2,98	
Sal mineral	0,00	0,000	1,00	0,00	1,00	0,00	1	0	1,00	0,00	
Sal común	0,00	0,000	0,50	0,00	0,50	0,00	0,5	0	0,50	0,00	
TOTAL			100,00	17,00	100,00	17,00	100	17,00	100,00	17,00	

RACIONES PARA LA ETAPA DE CRECIMIENTO											
Insumo	% PC	PC/Kg	0 % HPH		5% HPH		7,5% HPH		10% HPH		
			Cantidad Kg	Aporte PC %	Cantidad Kg	Aporte PC %	Cantidad Kg	Aporte PC %	Cantidad Kg	Aporte PC %	
Torta de soya	45,00	0,450	14,60	6,57	7,30	3,29	2,20	0,99	0,20	0,09	
Harina de Plumas Hidrolizada	60,80	0,608	0,00	0,00	5,00	3,04	7,50	4,56	10,00	6,08	
Afrecho de trigo	14,00	0,140	41,95	5,87	42,60	5,96	52,50	7,35	42,30	5,92	
Frangollo Molido	8,50	0,085	41,95	3,57	43,60	3,71	36,30	3,09	46,00	3,91	
Sal mineral	0,00	0,000	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	
Sal común	0,00	0,000	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	
TOTAL			100,00	16,00	100	16,00	100,00	16,00	100	16,00	

ANEXO 2. Ganancias Medias Diarias obtenidas por tratamiento

N°	GMD (gr/dia) Trat (a1b1)											PROM
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11	
U 228	13,714	7,857	8,000	9,571	8,000	10,714	7,857	9,143	16,286	17,857	15,143	10,900
U 200	11,143	10,286	15,143	7,143	12,000	9,429	16,286	13,714	12,714	11,429	13,000	11,929
U 242	14,714	17,714	14,000	15,429	12,857	8,571	15,857	10,857	10,000	8,857	10,857	12,886
U 226	11,143	9,571	13,714	16,000	16,143	16,714	12,857	6,857	17,714	17,000	13,857	13,771
U 234	8,286	15,000	14,571	13,143	11,857	12,714	13,286	13,286	15,286	13,571	14,143	13,100
U 240	12,000	11,571	12,286									11,952
PROMEDIO	11,833	12,000	12,952	12,257	12,171	11,629	13,229	10,771	14,400	13,743	13,400	12,42

N°	GMD (gr/dia) Trat (a1b2)											PROM
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11	
U 252	15,429	6,714	17,714	19,143	14,571	8,286	16,429	19,000	13,286	12,000	13,143	14,257
U 256	15,143	7,000	12,143	8,429	17,857	12,714	10,429	17,286	8,857	12,857	14,571	12,271
U202	14,143	19,143	8,571	12,143	14,000	13,000	12,000	8,000	12,000	16,143	12,429	12,914
U224	15,714	6,857	20,857	25,429	14,286	25,000	6,143	8,571	17,429	11,286	13,714	15,157
U 220	17,429	14,143	12,286	13,000	12,857	13,000	14,571	19,000	13,714	14,571	11,857	14,457
U 210	9,143	16,000	13,714	14,857	14,143	13,143	13,714	13,000	12,000	13,143	12,286	13,286
PROMEDIO	14,500	11,643	14,214	15,500	14,619	14,190	12,214	14,143	12,881	13,333	13,000	13,72

N°	GMD (gr/dia) Trat (a1b3)											PROM
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11	
U 254	15,571	17,857	19,286	19,286	15,000	14,000	14,000	14,000	14,000	12,429	12,571	15,543
U 204	15,857	2,286	22,286	18,143	13,714	11,143	10,857	10,857	5,429	15,143	14,571	12,571
U 258	14,286	14,857	12,571	15,000	14,143	15,000	12,286	12,286	16,429	16,571	16,571	14,343
U 238	13,429	15,429	13,714	12,571	15,000	12,571	14,857	14,000	19,714	16,714	13,143	14,800
U 222	12,857	13,429	10,286	15,857	12,143	17,714	16,286	16,000	13,286	15,714	14,714	14,357
U 206	19,714	9,000	5,429	27,571	17,571	16,571	17,714	21,857	14,429	13,286	14,429	16,314
PROMEDIO	15,286	12,143	13,929	18,071	14,595	14,500	14,333	14,833	13,881	14,976	14,333	14,65

N°	GMD (gr/dia) Trat (a1b4)											PROM
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11	
U 248	15,429	13,714	12,000	10,286	17,000	24,714	16,429	16,429	14,857	15,286	17,429	15,614
U 230	18,714	16,571	16,000	14,857	16,000	14,429	14,714	14,714	15,857	15,429	13,857	15,729
U 232	10,286	14,286	19,714	15,571	15,286	13,429	15,143	16,429	14,571	16,143	15,286	15,086
U 218	16,000	16,714	15,429	15,286	15,429	16,714	16,429	14,429	14,714	15,857	15,286	15,700
U 246	12,429	17,857	15,714	15,000	12,571	15,429	14,857	14,571	13,857	15,571	17,000	14,786
U 244	15,857	16,714	15,429	14,857	14,857	1,143	15,429	16,143	16,000			14,048
PROMEDIO	14,786	15,976	15,714	14,310	15,190	14,310	15,500	15,452	14,976	15,657	15,771	15,16

N°	GMD (gr/dia) Trat (a2b1)											PROM
	0a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11	
U 205	20,286	11,286	12,571	11,429	13,714	13,000	13,571	13,286	13,286	12,857	13,571	13,529
U 207	15,429	14,143	13,286	15,143	15,286	15,429	15,571	14,714	15,429	11,286	11,000	14,571
U 211	16,143	12,571	12,857	13,429	11,714	15,857	14,571	15,000	16,000	11,857	12,571	14,000
U 235	19,143	13,000	15,429	12,857	15,286	15,286	14,857	11,000	13,714	12,429	13,714	14,300
U 219	13,571	14,143	15,429	14,429	15,857	15,857	13,857	14,429	15,143	13,143	13,429	14,586
U 251	13,571	14,000	13,143	15,143	15,429	17,000	11,857	15,143	15,857	12,429	13,857	14,357
PROMEDIO	16,357	13,190	13,786	13,738	14,548	15,405	14,048	13,929	14,905	12,333	13,024	14,22

N°	GMD (gr/dia) Trat (a2b2)											PROM
	0a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11	
U 217	14,000	14,714	15,000	15,286	15,714	14,714	16,000	15,429	13,143	13,000		14,700
U 255	15,857	15,000	15,571	16,571	16,000	16,429	16,286	14,000	13,143	14,429	10,571	15,329
U 227	14,571	15,857	14,857	14,857	16,143	15,000	14,857	13,429	13,714	13,429	13,143	14,671
U 241	15,429	14,857	16,143	15,000	16,571	14,143	15,000	15,000	16,571	13,714	14,143	15,243
U 201	15,143	16,000	16,429	15,857	14,429	16,000	15,429	13,429	13,429	12,143	13,286	14,829
U 213	15,857	15,000	16,143	16,143	15,000	15,000	14,714	13,571	13,429	12,143	13,286	14,700
PROMEDIO	15,143	15,238	15,690	15,619	15,643	15,214	15,381	14,143	13,905	13,143	12,886	14,91

N°	GMD (gr/dia) Trat (a2b3)											PROM
	0a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11	
U 253	15,571	16,000	16,143	16,286	16,714	15,429	12,429	7,857	16,143	12,286	13,714	14,486
U 239	4,714	10,714	20,000	23,429	4,857	15,000	25,429	22,714	10,143	18,143	17,857	15,514
U 231	16,143	16,857	15,571	15,857	16,000	15,857	19,429	12,429	18,429	12,714	12,286	15,929
U 233	16,000	16,429	16,000	15,429	15,000	15,000	15,143	14,714	13,286	13,714	14,000	15,071
U 203	15,714	13,286	16,286	15,429	16,286	15,429	15,143	13,857	13,429	17,714	14,571	15,257
U 209	19,286	14,286	23,571	15,857	10,571	16,143	13,000	12,714	15,571	11,857	12,143	15,286
PROMEDIO	14,571	14,595	17,929	17,048	13,238	15,476	16,762	14,048	14,500	14,405	14,095	15,26

N°	GMD (gr/dia) Trat (a2b4)											PROM
	0a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11	
U 229	20,286	11,429	15,000	16,000	16,143	16,143	16,429	14,571	16,571	15,286	13,857	15,786
U 215	15,286	15,857	14,857	14,857	16,286	15,286	15,429	15,286	18,000	16,000	19,714	15,714
U 223	16,143	15,857	16,857	15,571	15,429	16,000	15,857	15,286	15,000	15,571	17,000	15,757
U 245	15,143	15,429	15,286	15,000	15,857	16,000	16,286	16,000	16,429	13,286	15,286	15,471
U 237	16,143	16,571	16,000	16,143	16,571	14,857	16,143	16,429	15,286	15,429	13,714	15,957
U 225	15,429	16,571	15,571	15,429	16,429	16,286	16,429	16,000	15,286	15,143	16,000	15,857
PROMEDIO	16,405	15,286	15,595	15,500	16,119	15,762	16,095	15,595	16,095	15,119	15,929	15,76

ANEXO 3. Cargas animales obtenidas por tratamiento

N°	CONVERSIÓN ALIMENTICIA Trat (a1b1)										
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11
U 228	2,276	3,493	3,903	4,562	4,654	3,731	5,456	4,455	2,615	3,075	3,059
U 200	2,801	2,668	2,062	6,114	3,103	4,239	2,632	2,970	3,350	4,805	3,563
U 242	2,121	1,549	2,230	2,830	2,896	4,663	2,703	3,752	4,259	6,200	4,266
U 208	2,219	1,736	2,416								
U 226	2,801	2,867	2,277	2,729	2,306	2,391	3,334	5,940	2,404	3,230	3,342
U 234	3,767	1,829	2,143	3,323	3,140	3,144	3,227	3,066	2,786	4,046	3,275
PROMEDIO	2,664	2,357	2,505	3,912	3,220	3,634	3,471	4,037	3,083	4,272	3,501

N°	CONVERSIÓN ALIMENTICIA Trat (a1b2)										
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11
U 252	1,742	3,608	1,545	2,030	2,904	5,599	3,084	2,522	3,844	4,576	4,189
U 256	1,774	3,461	2,254	4,611	2,370	3,649	4,858	2,772	5,765	4,271	3,778
U202	1,900	1,266	3,193	3,200	3,023	3,569	4,222	5,990	4,255	3,402	4,429
U224	1,710	3,533	1,312	1,528	2,962	1,856	8,248	5,591	2,930	4,866	4,014
U 220	1,542	1,713	2,227	2,989	3,291	3,569	3,477	2,522	3,724	3,769	4,643
U 210	2,939	1,514	1,995	2,616	2,992	3,530	3,694	3,686	4,255	4,178	4,481
PROMEDIO	1,934	2,516	2,088	2,829	2,924	3,628	4,597	3,847	4,129	4,177	4,256

N°	CONVERSIÓN ALIMENTICIA Trat (a1b3)										
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11
U 254	1,849	1,450	1,512	2,127	2,999	3,498	3,809	3,632	3,867	4,419	4,659
U 204	1,815	11,327	1,309	2,261	3,280	4,394	4,912	4,683	9,972	3,627	4,019
U 258	2,015	1,743	2,320	2,735	3,181	3,264	4,341	4,138	3,295	3,314	3,534
U 238	2,143	1,678	2,127	3,263	2,999	3,895	3,590	3,632	2,746	3,286	4,456
U 222	2,239	1,928	2,836	2,587	3,704	2,764	3,275	3,178	4,075	3,495	3,980
U 206	1,460	2,877	5,373	1,488	2,560	2,955	3,011	2,326	3,752	4,133	4,059
PROMEDIO	1,920	3,500	2,579	2,410	3,120	3,462	3,823	3,598	4,618	3,712	4,118

N°	CONVERSIÓN Trat (a1b4)										
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11
U 248	1,539	1,598	1,963	3,680	2,410	1,830	3,016	2,912	3,450	3,593	2,771
U 230	1,269	1,323	1,472	2,548	2,561	3,135	3,368	3,251	3,233	3,559	3,485
U 232	2,308	1,534	1,195	2,431	2,681	3,369	3,272	2,912	3,518	3,402	3,160
U 218	1,484	1,311	1,527	2,477	2,656	2,707	3,016	3,315	3,484	3,463	3,160
U 246	1,910	1,227	1,499	2,524	3,259	2,932	3,335	3,283	3,699	3,527	2,841
U 244	1,497	1,311	1,527	2,548	2,758	39,584	3,212	2,963	3,204		
PROMEDIO	1,668	1,384	1,530	2,701	2,721	8,926	3,203	3,106	3,431	3,509	3,083

N°	CONVERSIÓN ALIMENTICIA Trat (a2b1)										
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11
U 205	1,648	2,449	2,481	3,807	3,372	3,866	4,045	3,925	4,153	4,271	4,362
U 207	2,167	1,954	2,348	2,874	3,026	3,257	3,526	3,544	3,576	4,866	5,382
U 211	2,071	2,199	2,426	3,240	3,948	3,169	3,768	3,476	3,448	4,632	4,709
U 235	1,747	2,126	2,022	3,384	3,026	3,288	3,695	4,740	4,023	4,419	4,317
U 219	2,464	1,954	2,022	3,016	2,917	3,169	3,962	3,614	3,644	4,178	4,409
U 251	2,464	1,974	2,373	2,874	2,998	2,956	4,630	3,444	3,480	4,419	4,272
PROMEDIO	2,094	2,109	2,279	3,199	3,214	3,284	3,938	3,790	3,721	4,464	4,575

N°	CONVERSIÓN Trat (a2b2)										
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11
U 217	2,224	1,879	2,116	2,931	3,060	3,562	3,562	3,523	4,368	4,224	
U 255	1,963	1,843	2,038	2,704	3,005	3,190	3,499	3,882	4,368	3,806	5,796
U 227	2,137	1,743	2,136	3,016	2,979	3,494	3,836	4,047	4,186	4,090	4,662
U 241	2,018	1,861	1,966	2,987	2,902	3,706	3,799	3,623	3,464	4,004	4,332
U 201	2,056	1,728	1,932	2,826	3,333	3,276	3,694	4,047	4,275	4,523	4,612
U 213	1,963	1,843	1,966	2,776	3,206	3,494	3,873	4,005	4,275	4,523	4,612
PROMEDIO	2,060	1,816	2,025	2,873	3,081	3,454	3,711	3,854	4,156	4,195	4,803

N°	CONVERSIÓN ALIMENTICIA Trat (a2b3)										
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11
U 253	1,770	1,548	1,776	2,561	2,725	3,186	4,331	6,610	3,407	4,470	4,336
U 239	5,845	2,312	1,434	1,780	9,378	3,277	2,117	2,287	5,423	3,027	3,330
U 231	1,707	1,469	1,842	2,630	2,847	3,100	2,770	4,179	2,985	4,319	4,840
U 233	1,722	1,508	1,792	2,703	3,037	3,277	3,554	3,530	4,140	4,004	4,247
U 203	1,754	1,864	1,761	2,703	2,797	3,186	3,554	3,748	4,096	3,100	4,081
U 209	1,429	1,734	1,217	2,630	4,309	3,045	4,140	4,085	3,532	4,632	4,897
PROMEDIO	2,371	1,739	1,637	2,502	4,182	3,179	3,411	4,073	3,931	3,925	4,289

N°	CONVERSIÓN ALIMENTICIA Trat (a2b4)										
	0a1	1a2	2a3	3a4	4a5	5a6	6a7	7a8	8a9	9a10	10a11
U 229	1,391	2,313	2,081	2,814	3,042	3,368	3,644	3,965	3,724	4,206	4,877
U 215	1,846	1,667	2,101	3,030	3,015	3,556	3,880	3,779	3,428	4,018	3,428
U 223	1,748	1,667	1,852	2,891	3,182	3,398	3,775	3,779	4,114	4,129	3,976
U 245	1,863	1,713	2,042	3,002	3,096	3,398	3,676	3,611	3,756	4,839	4,422
U 237	1,748	1,595	1,951	2,789	2,963	3,659	3,709	3,516	4,037	4,167	4,928
U 225	1,828	1,595	2,005	2,918	2,989	3,338	3,644	3,611	4,037	4,246	4,224
PROMEDIO	1,737	1,758	2,006	2,907	3,048	3,453	3,721	3,710	3,849	4,268	4,309

ANEXO 4. Eficiencias alimentarias obtenidas por tratamiento

N°	EFICIENCIA ALIMENTARIA (%) Trat (a1b1)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 228	43,934	28,6314	25,6201	21,9181	21,49	26,806	18,3283	22,446	38,2384	32,517	32,694
U 200	35,696	37,4811	48,4952	16,3568	32,23	23,589	37,9896	33,669	29,8528	20,8109	28,068
U 242	47,138	64,5508	44,8352	35,3307	34,53	21,445	36,9898	26,654	23,4797	16,1284	23,441
U 208	45,066	57,6013	41,3937								
U 226	35,696	34,8783	43,9202	36,6392	43,36	41,817	29,9918	16,834	41,5927	30,9561	29,919
U 234	26,544	54,66	46,6652	30,0965	31,85	31,81	30,9915	32,616	35,8905	24,7129	30,535
PROMEDIO	39,012	46,3005	41,8216	28,0682	32,69	29,093	30,8582	26,444	33,8108	25,0251	28,932

N°	EFICIENCIA ALIMENTARIA (%) Trat (a1b2)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 252	57,42	27,713	64,73	49,26	34,4325	17,8607	32,426	39,65	26,017	21,851	23,875
U 256	56,36	28,892	44,37	21,69	42,1967	27,407	20,583	36,072	17,345	23,412	26,47
U202	52,64	79,01	31,32	31,25	33,0822	28,0229	23,685	16,695	23,499	29,395	22,577
U224	58,48	28,302	76,22	65,43	33,7574	53,8901	12,124	17,887	34,13	20,551	24,913
U 220	64,86	58,373	44,89	33,45	30,3816	28,0229	28,76	39,65	26,856	26,534	21,539
U 210	34,03	66,038	50,12	38,23	33,4198	28,3308	27,068	27,129	23,499	23,932	22,318
PROMEDIO	53,96	48,055	51,94	39,88	34,545	30,5891	24,108	29,514	25,224	24,279	23,615

N°	EFICIENCIA ALIMENTARIA (%) Trat (a1b3)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 254	54,09761	68,97	66,125	47,013	33,346	28,591	26,251	27,536	25,862	22,632	21,465
U 204	55,09023	8,828	76,411	44,227	30,488	22,756	20,358	21,355	10,028	27,574	24,88
U 258	49,63083	57,38	43,104	36,566	31,441	30,633	23,037	24,164	30,348	30,176	28,295
U 238	46,65298	59,59	47,022	30,646	33,346	25,674	27,859	27,536	36,418	30,436	22,441
U 222	44,66775	51,87	35,267	38,655	26,995	36,176	30,537	31,47	24,542	28,615	25,124
U 206	68,49055	34,76	18,613	67,211	39,063	33,843	33,216	42,99	26,654	24,193	24,636
PROMEDIO	53,10499	46,9	47,757	44,053	32,447	29,612	26,877	29,175	25,642	27,271	24,473

N°	EFICIENCIA ALIMENTARIA (%) Trat (a1b4)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 248	64,98	62,57	50,95	27,17	41,488	54,63	33,153	34,344	28,982	27,835	36,087
U 230	78,82	75,6	67,93	39,25	39,047	31,894	29,694	30,76	30,932	28,095	28,692
U 232	43,32	65,17	83,7	41,13	37,304	29,683	30,559	34,344	28,424	29,395	31,65
U 218	67,39	76,25	65,5	40,38	37,653	36,946	33,153	30,163	28,703	28,875	31,65
U 246	52,35	81,47	66,71	39,62	30,68	34,104	29,982	30,462	27,031	28,355	35,199
U 244	66,79	76,25	65,5	39,25	36,258	2,5262	31,135	33,747	31,211		
PROMEDIO	62,27	72,89	66,71	37,8	37,072	31,631	31,279	32,303	29,214	28,511	32,655

N°	EFICIENCIA ALIMENTARIA (%) Trat (a2b1)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 205	60,668	40,832	40,3	26,264	29,652	25,867	24,721	25,479	24,079	23,412	22,923
U 207	46,142	51,169	42,59	34,8	33,05	30,699	28,364	28,218	27,963	20,551	18,58
U 211	48,278	45,484	41,216	30,86	25,328	31,552	26,543	28,766	28,998	21,591	21,234
U 235	57,25	47,034	49,459	29,547	33,05	30,415	27,063	21,095	24,856	22,632	23,165
U 219	40,588	51,169	49,459	33,158	34,285	31,552	25,241	27,67	27,445	23,932	22,682
U 251	40,588	50,652	42,132	34,8	33,359	33,826	21,598	29,04	28,739	22,632	23,406
PROMEDIO	48,919	47,723	44,193	31,571	31,454	30,651	25,588	26,711	27,013	22,458	21,998

N°	EFICIENCIA ALIMENTARIA (%) Trat (a2b2)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 217	44,97	53,22	47,27	34,115	32,679	28,074	28,075	28,389	22,894	23,672	
U 255	50,93	54,26	49,07	36,984	33,274	31,345	28,577	25,76	22,894	26,274	17,254
U 227	46,8	57,36	46,82	33,158	33,571	28,619	26,07	24,709	23,89	24,453	21,451
U 241	49,55	53,74	50,87	33,477	34,462	26,984	26,321	27,6	28,867	24,973	23,083
U 201	48,64	57,88	51,77	35,39	30,006	30,527	27,073	24,709	23,392	22,112	21,684
U 213	50,93	54,26	50,87	36,028	31,194	28,619	25,819	24,971	23,392	22,112	21,684
PROMEDIO	48,64	55,12	49,45	34,859	32,531	29,028	26,989	26,023	24,222	23,932	21,032

N°	EFICIENCIA ALIMENTARIA (%) Trat (a2b3)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 253	56,51	64,59	56,29	39,04	36,695	31,386	23,091	15,128	29,349	22,3717	23,063
U 239	17,11	43,25	69,74	56,17	10,663	30,514	47,244	43,734	18,44	33,0372	30,03
U 231	58,58	68,05	54,3	38,02	35,127	32,257	36,097	23,93	33,505	23,1521	20,661
U 233	58,06	66,32	55,79	36,99	32,931	30,514	28,134	28,331	24,154	24,973	23,544
U 203	57,03	53,64	56,79	36,99	35,754	31,386	28,134	26,681	24,414	32,2568	24,505
U 209	69,99	57,67	82,2	38,02	23,209	32,839	24,153	24,48	28,31	21,5913	20,421
PROMEDIO	52,88	58,92	62,52	40,87	29,063	31,482	31,142	27,047	26,362	26,2303	23,704

N°	EFICIENCIA ALIMENTARIA (%) Trat (a2b4)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 229	71,91	43,24	48,05	35,54	32,88	29,696	27,441	25,224	26,854	23,775	20,502
U 215	54,18	59,99	47,59	33	33,17	28,119	25,771	26,46	29,169	24,886	29,168
U 223	57,22	59,99	54	34,59	31,42	29,433	26,487	26,46	24,308	24,22	25,153
U 245	53,68	58,37	48,96	33,32	32,3	29,433	27,203	27,696	26,623	20,665	22,616
U 237	57,22	62,69	51,25	35,85	33,75	27,33	26,964	28,438	24,771	23,998	20,291
U 225	54,69	62,69	49,88	34,27	33,46	29,958	27,441	27,696	24,771	23,553	23,673
PROMEDIO	58,15	57,83	49,95	34,43	32,83	28,995	26,885	26,996	26,083	23,516	23,567

ANEXO 5. Porcentajes de eficiencia de uso de Proteína obtenidos por tratamiento

N°	PER (%) Trat (a1b1)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 228	36,919	24,06	21,5295	19,5697	19,19	23,934	16,3645	18,862	32,1331	27,3252	27,474
U 200	29,997	31,4967	40,7523	14,6043	28,78	21,062	33,9192	28,293	25,0864	17,4881	23,586
U 242	39,611	54,2444	37,6766	31,5452	30,83	19,147	33,0266	22,399	19,7309	13,5533	19,699
U 208	32,304	35,4338	33,0632								
U 226	29,997	29,3095	36,9077	32,7136	38,71	37,337	26,7784	14,146	34,9518	26,0136	25,142
U 234	22,305	45,9327	39,2144	26,8719	28,44	28,401	27,671	27,409	30,1601	20,7671	25,66
PROMEDIO	31,856	36,7462	34,8573	25,0609	29,19	25,976	27,5519	22,222	28,4125	21,0295	24,312

N°	PER (%) Trat (a1b2)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 252	48,25	23,288	54,4	43,98	30,7433	15,9471	28,952	33,319	21,863	18,363	20,063
U 256	47,36	24,279	37,29	19,36	37,6756	24,4705	18,378	30,313	14,575	19,674	22,244
U202	44,23	66,395	26,32	27,9	29,5377	25,0204	21,147	14,029	19,747	24,702	18,972
U224	49,15	23,783	64,05	58,42	30,1405	48,1162	10,825	15,031	28,68	17,27	20,935
U 220	54,51	49,053	37,73	29,87	27,1265	25,0204	25,679	33,319	22,568	22,297	18,1
U 210	28,59	55,494	42,11	34,13	29,8391	25,2954	24,168	22,797	19,747	20,111	18,754
PROMEDIO	45,35	40,382	43,65	35,61	30,8438	27,3117	21,525	24,801	21,197	20,403	19,845

N°	PER (%) Trat (a1b3)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 254	45,46018	57,96	55,567	41,976	29,774	25,528	23,439	23,14	21,733	19,018	18,038
U 204	46,29431	7,419	64,211	39,489	27,222	20,318	18,177	17,945	8,4269	23,172	20,907
U 258	41,70658	48,22	36,221	32,648	28,072	27,351	20,569	20,306	25,503	25,358	23,777
U 238	39,20419	50,08	39,514	27,362	29,774	22,923	24,874	23,14	30,603	25,576	18,858
U 222	37,53592	43,59	29,636	34,514	24,102	32,3	27,266	26,445	20,624	24,046	21,112
U 206	57,55508	29,21	15,641	60,01	34,878	30,217	29,657	36,126	22,398	20,33	20,702
PROMEDIO	44,62604	39,41	40,132	39,333	28,97	26,439	23,997	24,517	21,548	22,917	20,566

N°	PER (%) Trat (a1b4)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 248	54,61	52,58	42,81	24,26	37,043	48,777	29,601	28,86	24,354	23,39	30,325
U 230	66,24	63,53	57,08	35,04	34,864	28,477	26,512	25,849	25,994	23,609	24,111
U 232	36,4	54,77	70,33	36,73	33,307	26,503	27,284	28,86	23,886	24,702	26,596
U 218	56,63	64,08	55,04	36,05	33,619	32,988	29,601	25,347	24,12	24,265	26,596
U 246	43,99	68,46	56,06	35,38	27,393	30,45	26,77	25,598	22,715	23,828	29,579
U 244	56,12	64,08	55,04	35,04	32,374	2,2556	27,799	28,359	26,228		
PROMEDIO	52,33	61,25	56,06	33,75	33,1	28,242	27,928	27,146	24,55	23,959	27,441

N°	PER (%) Trat (a2b1)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 205	50,982	34,313	33,866	23,45	26,475	23,095	22,072	21,411	20,234	19,674	19,263
U 207	38,775	42,999	35,79	31,071	29,509	27,41	25,325	23,713	23,498	17,27	15,613
U 211	40,57	38,222	34,635	27,554	22,614	28,171	23,699	24,173	24,368	18,144	17,844
U 235	48,109	39,525	41,562	26,381	29,509	27,156	24,163	17,727	20,887	19,018	19,466
U 219	34,107	42,999	41,562	29,606	30,612	28,171	22,537	23,252	23,063	20,111	19,061
U 251	34,107	42,565	35,405	31,071	29,784	30,201	19,284	24,403	24,151	19,018	19,669
PROMEDIO	41,108	40,104	37,137	28,189	28,084	27,367	22,847	22,447	22,7	18,873	18,486

N°	PER (%) Trat (a2b2)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 217	37,79	44,73	39,72	30,46	29,178	25,066	25,067	23,856	19,239	19,893	
U 255	42,8	45,6	41,24	33,022	29,709	27,986	25,515	21,647	19,239	22,079	14,499
U 227	39,33	48,2	39,34	29,606	29,974	25,553	23,277	20,764	20,075	20,549	18,026
U 241	41,64	45,16	42,75	29,89	30,77	24,093	23,501	23,193	24,258	20,986	19,398
U 201	40,87	48,63	43,51	31,598	26,791	27,256	24,172	20,764	19,657	18,581	18,222
U 213	42,8	45,6	42,75	32,168	27,852	25,553	23,053	20,984	19,657	18,581	18,222
PROMEDIO	40,87	46,32	41,55	31,124	29,045	25,918	24,098	21,868	20,354	20,111	17,674

N°	PER (%) Trat (a2b3)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 253	47,49	54,28	47,3	34,86	32,763	28,023	20,617	12,713	24,663	18,7997	19,381
U 239	14,38	36,35	58,61	50,15	9,5209	27,244	42,182	36,751	15,496	27,7624	25,235
U 231	49,23	57,19	45,63	33,94	31,363	28,801	32,229	20,109	28,155	19,4555	17,362
U 233	48,79	55,73	46,89	33,03	29,403	27,244	25,12	23,807	20,298	20,9857	19,785
U 203	47,92	45,07	47,72	33,03	31,923	28,023	25,12	22,421	20,516	27,1066	20,592
U 209	58,81	48,46	69,07	33,94	20,722	29,32	21,565	20,572	23,79	18,1439	17,16
PROMEDIO	44,44	49,51	52,54	36,49	25,949	28,109	27,806	22,729	22,153	22,0423	19,919

N°	PER (%) Trat (a2b4)										
	0 a1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
U 229	60,43	36,33	40,38	31,73	29,35	26,514	24,501	21,196	22,567	19,979	17,229
U 215	45,53	50,41	39,99	29,46	29,61	25,106	23,01	22,235	24,512	20,913	24,511
U 223	48,09	50,41	45,37	30,88	28,06	26,279	23,649	22,235	20,427	20,353	21,137
U 245	45,11	49,05	41,14	29,75	28,83	26,279	24,288	23,274	22,372	17,365	19,005
U 237	48,09	52,68	43,07	32,01	30,13	24,402	24,075	23,898	20,816	20,166	17,051
U 225	45,96	52,68	41,91	30,6	29,87	26,749	24,501	23,274	20,816	19,793	19,893
PROMEDIO	48,87	48,6	41,98	30,74	29,31	25,888	24,004	22,686	21,918	19,762	19,804

ANEXO 6. Análisis bromatológico de la Harina de Plumas Hidrolizada

	UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y PECUARIAS "MARTIN CARDENAS" CONDECORADA CON EL "CONDOR DE LOS ANDES" ACREDITADA AL MERCOSUR						
LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL BROMATOLOGÍA ANÁLISIS QUÍMICO							
Interesado	:	Juan Gustavo Orosco					
Procedencia	:	Cochabamba					
Muestra	:	Harina de plumas					
N° Muestra	Nombre	% Materia Seca	% Ceniza	% Extracto Etéreo	% Proteína Bruta	% Fibra Cruda	% E.L.N.
10-387	Harina de plumas	95.10	2.60	27.00	60.80	0.95	3.75

Análisis realizado en muestra parcialmente seca

Costo: Bs. 126.50 (Son : Ciento veinte y seis 50/100 bolivianos)

Cochabamba, 14 de Diciembre 2010


Ing. Eitha Molina Neri
RESPONSABLE LAB. DE NUTRICIÓN ANIMAL
Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
U.M.S.S.

Archivo

Dirección: Av. Prolongación Km. 5 Casilla: 4894 Teléfonos: 4329666 - 4762383 Fax: 591 - 4 - 4762385
Correo Electrónico: agro@agr.umss.edu.bo Cochabamba - Bolivia

ANEXO 7. Elaboración experimental de Harina de Plumas Hidrolizada



Fotografía 1. Recolección de la pluma



Fotografía 2. Lavado de la pluma



Fotografía 3. Secado de la pluma



Fotografía 4. Análisis de saturación de humedad



Fotografía 5. Pluma semi-hidrolizada

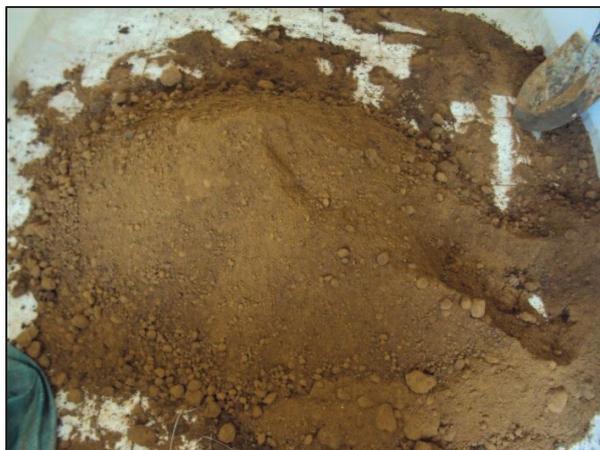


Fotografía 6. Autoclave Industrial de hidrolizado

ANEXO 8. Muestreo de Harina de Plumas Hidrolizada para análisis bromatológico



Fotografía 1. Molienda de Pluma Hidrolizada



Fotografía 2. Harina de Plumas Hidrolizada



Fotografía 3. Muestra obtenida por cuarteo



Fotografía 4. Análisis de la muestra obtenida

ANEXO 9. Montaje de las jaulas



Fotografía 1. Comederos metálicos



Fotografía 2. Montaje de las baterías



Fotografía 3. Batería de jaulas montada



Fotografía 4. Disposición de tratamientos

ANEXO 10. Desarrollo de la etapa experimental



Fotografía 1. Toma de peso inicial y marcaje



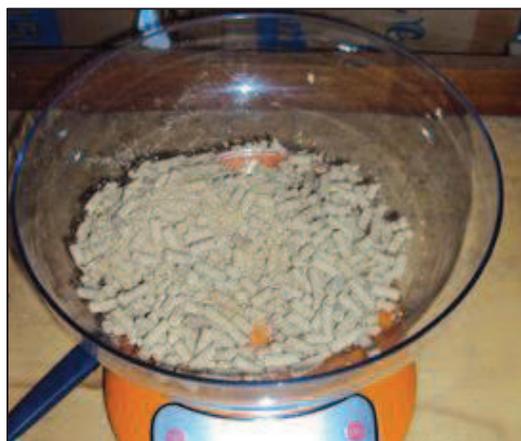
Fotografía 2. Pesado de conejillos



Fotografía 3. Conejillos dispuestos en jaulas



Fotografía 4. Alimentos balanceados



Fotografía 5. Pesado de alimento



Fotografía 6. Conejos a las 9 semanas de estudio

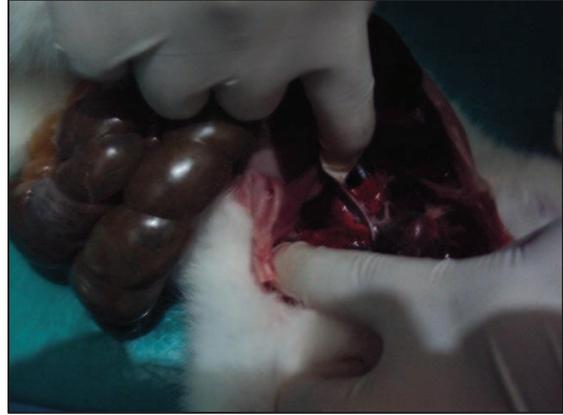


Fotografía 7 y 8. Conejos a las 12 semanas de estudio

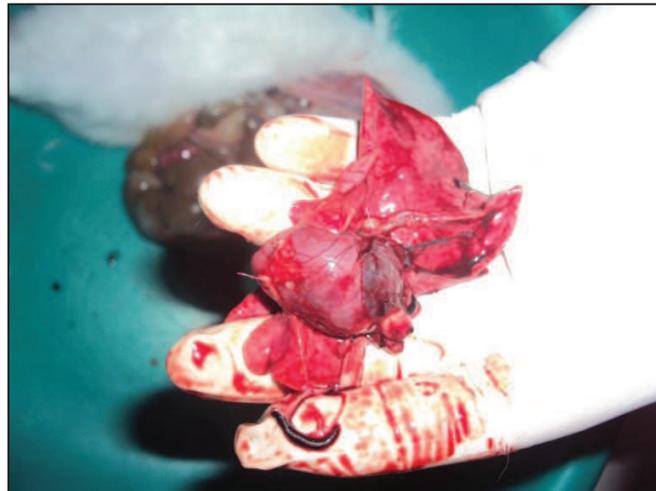
ANEXO 11. Análisis Post-mortem de los animales



Fotografía 1. Crecimiento dentario



Fotografía 2. Intestino grueso con signos de coccidiosis



Fotografía 3. Corazón y pulmones sin signos aparentes de síndrome ascítico

ANEXO 12. Análisis de la relación Beneficio- Costo

Total Costos				
Item	Unidad	Cantidad	P.U.	Total Bs
Lavandina	Galón	1	48	48
Formol	Litro	1	20	20
Detergente	Kilo	1	13	13
Guantes de goma	Par	5	7	35
Bolsas plásticas	Paquete	1	16	16
Trapeador	Unidad	1	15	15
Balde	Unidad	1	20	20
cepillo	Unidad	1	7	7
Escoba	Unidad	1	18	18
Colector de basura	Unidad	1	5	5
Alquiler jaulas	Global	1	1200	1200
Conejillos	Unidad	56	10	560
Alfalfa	Global	1	220	220
Balanza digital	Unidad	1	130	130
Aretes metálicos	Unidad	56	0,5	28
Bebedores plásticos	Unidad	56	3	168
Papel atrapa moscas	Tira	4	2	8
Sulfaquinoxalina	Frasco	1	54	54
Piperazina	Sobre	2	12	24
Vitamina Ade	Sobre	4	5	20
Oxitetraciclina	Frasco	2	17	34
Jeringas	Unidad	10	2	20
Jeringuillas	Unidad	5	2	10
Bisturí	Unidad	2	3,5	7
Mano de obra	Mes	3	400	1200
Luz	Global	1	60	60
Agua	Agua	1	45	45
Transporte	Global	1	300	300
Alimento balanceado	Global	1	425	425
TOTAL				4710

Total Ingreso Neto obtenido (Beneficios)				
Item	Unidad	Cantidad	P.U.	Total Bs.
Carne	Kilo	63	40	2520
Pieles	Pieza	56	35	1960
Abono	Kilo	120	2,5	300
TOTAL				4780

Relación Beneficio/Costo	
Item	TOTAL
Total Gastos	4710
Beneficios	4780
B/C	1,0149