

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Evaluación de 2 Dietas Experimentales con Diferentes Niveles de  
Cascarilla de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en las Fases de  
Crecimiento y Acabado de Cuyes (*Cavia porcellus L.*) de Raza  
Andina”

**TESIS DE GRADO**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Iveth Geomara Murillo Crespo

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2008

## AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida, a mi abuelita (†) adorada por haber sido mi guía, a mis padres por su apoyo, a mis hermanas y novio por alentarme a seguir adelante cada día y de manera muy especial al MSc. Miguel Quilambaqui J., al Dr. Jhon Rodríguez A. e Ing. Omar Ruíz, por sus invaluable e incondicionales ayudas en la finalización de este estudio.

## DEDICATORIA

MI ABUELITA (†)

A MIS PADRES

A MIS HERMANAS

A MI NOVIO

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Francisco Andrade  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

MSc. Miguel Quilambaqui J.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Daniel Nuñez  
VOCAL

---

Dr. Jhon Rodríguez A.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Iveth Murillo Crespo

## RESUMEN

Una de las alternativas no tradicional para la producción de balanceados es la cascarilla de cacao, la misma que por su contenido energético y valor económico ha demostrado excelentes resultados tanto en las dietas para animales como en las industrias de balanceados. En base a estos antecedentes, se realizó esta investigación con el objeto de evaluar el uso de la cascarilla de cacao como fuente energética de origen no tradicional para la fase de crecimiento y acabado en cuyes andinos.

Se realizó un ensayo, con diferentes niveles de cascarilla de cacao de la empresa Nestlé S.A., siendo los tratamientos (T): (T1)=10% de cascarilla de cacao, (T2)=40% de cascarilla de cacao, (T3)=0% de cascarilla de cacao, con 3 repeticiones por tratamiento, y 9 cuyes/tratamiento, en un arreglo experimental Completamente al Azar (DCA). Las variables evaluadas fueron: incremento semanal de peso, consumo promedio de alimento semanal, conversión alimenticia e índice de mortalidad. Las mismas que fueron registradas por cada tratamiento en la fase de Crecimiento (1mes) y fase de Acabado (1mes).

El análisis de los resultados de las variables mencionadas se complementó con el análisis económico del efecto del uso de la cascarilla de cacao en las dos fases.

Según los resultados obtenidos en la fase de Crecimiento, en el incremento de peso, no tuvo diferencias estadísticas al 5% de probabilidad y el mayor incremento de peso fue por parte del T3 con 1.37 Kg.

En relación al consumo promedio de alimento semanal, no existieron diferencias estadísticas mediante el análisis de varianza. Siendo el T1 el tratamiento con mayor consumo de alimento con 3.86 g al final del ensayo.

En cuanto a los parámetros de conversión alimenticia, no hubo diferencias estadísticas al 5%, pero el mejor índice lo tuvo el T2 con 2.11, seguido del T3 y T1. Los índices de mortalidad para esta fase fueron respectivamente T1=22%, T2=22%, T3=0%.

Finalmente según el análisis económico realizado el T1, produjo un mejor rendimiento, el mismo que no pudo ser superado en términos de beneficio neto *versus* costos que varían en la Fase de Crecimiento.

En el caso de la fase de Acabado, no hubo 2 diferencias significativas mediante análisis de varianza al 5%. En la variable incremento de peso, el T3 tuvo un mayor resultado, en comparación al T1.

El consumo promedio de alimento semanal, alcanzó los 3.5kg en el T3 mientras que en el T1 fue 3.37Kg. No hubo diferencias estadísticas. En cuanto al índice de conversión alimenticia, al final de la fase de Acabado no existieron diferencias significativas, T1=2.67 y T3=.2.6

En el análisis económico determinado para esta fase, el T3 tuvo un mejor rendimiento, con una tasa marginal de retorno de 105%.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN .....	I
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. LA CASCARILLA DE CACAO ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) COMO FUENTE	
ALIMENTICIA EN ANIMALES MENORES .....	3
1.1. Breve Historia del Cacao.....	3
1.2. Industrialización del Cacao.....	4
1.3. Obtención de la Cascarilla de Cacao .....	6
1.4. Valor Nutricional de la Cascarilla de Cacao .....	7
1.5. Uso de la Cascarilla de Cacao, como fuente alimenticia.....	9
1.5.1. En Personas.....	10
1.5.2. En Animales .....	12

## CAPITULO 2

2. EL CUY ( <i>Cavia porcellus L.</i> ) .....	20
2.1. Generalidades .....	20
2.1.1. Características Generales .....	20
2.1.2. Características Alimenticias.....	21
2.1.3. Características Nutricionales .....	23
2.2. Raza Andina .....	24
2.3. Crecimiento y Acabado.....	27
2.4. Fisiología .....	28

## CAPITULO 3

3. CRÍA Y PRODUCCIÓN DE CUY .....	36
3.1. Cría y Producción de Cuyes .....	36
3.1.1. Crianza Familiar.....	36
3.1.2. Crianza Familiar – Comercial.....	37
3.1.3. Crianza Comercial .....	38
3.2. Tendencias del Consumo de la Carne de Cuy .....	38
3.2.1. Mercado Nacional .....	40
3.2.2. Mercado Internacional .....	41

## CAPITULO 4

4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
4.1. Ubicación del Ensayo .....	44
4.2. Metodología .....	44
4.2.1. Obtención de la Cascarilla de Cacao .....	44
4.2.2. Elaboración del Balanceado con Cascarilla de Cacao .....	46
4.2.3. Adquisición del Animal .....	55
4.2.4. Manejo del Ensayo .....	56
4.3. Diseño Experimental y Tratamientos .....	57
4.4. Delineamiento del Diseño Experimental (DCA) .....	59
4.5. Área Experimental .....	61
4.6. Variables a Analizar .....	62
4.6.1. Incremento Semanal de Peso .....	62
4.6.2. Conversión Alimenticia.....	65
4.6.3. Consumo Promedio de Alimento Semanal.....	67
4.6.4. Índice de Mortalidad.....	69
4.7. Análisis Económico.....	70
4.7.1. Análisis de Presupuesto Parcial .....	71
4.7.2. Análisis de Dominancia .....	71
4.7.3. Análisis Marginal .....	72

CAPITULO 5

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS..... 73

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 115

APÉNDICE

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## **ABREVIATURAS**

g/día . Gramos por día

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Tipos de Cuy por su Confirmación.....	26
Figura 2.2. El Cuy .....	28
Figura 2.3. Aparato Digestivo del Cuy .....	30
Figura 2.4. Descripción de la Fisiología del Cuy .....	31
Figura 3.1. Productores de Cuy en Cotopaxi .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Características del Cuy ..... 21
Tabla 2	Valor Biológico de la Carne de Cuy (%) ..... 22
Tabla 3	Requerimientos Nutricionales del Cuy ..... 23
Tabla 4	Análisis Proximal de la Cascarilla de Cacao ..... 46
Tabla 5	Dietas utilizadas en la Experimentación..... 45
Tabla 6	Análisis Proximal de los Insumos utilizados ..... 48
Tabla 7	Análisis Proximal de las Dietas utilizadas ..... 54
Tabla 8	Esquematación del Diseño ..... 59
Tabla 9	Esquema del Análisis de Varianza ..... 60
Tabla 10	Comportamiento Productivo de Cuyes alimentados con diferentes Niveles de Cascarilla de Cacao en la Fase de Crecimiento ..... 73
Tabla 11	Comportamiento Productivo de Cuyes alimentados con 10% de Cascarilla de Cacao en la Fase de ..... 74
Tabla 12	Análisis de Varianza del Incremento de Peso al 5% de Significancia en Cuyes Alimentados con 2 Niveles de Cascarilla de Cacao..... 75
Tabla 13	Análisis de Varianza del Consumo Promedio de Alimento Semanal al 5% de Significancia en Cuyes Alimentados con 2 Niveles de Cascarilla de Cacao ..... 78
Tabla 14	Análisis de Varianza de la Conversión Alimenticia al 5% de Significancia en Cuyes Alimentados con 2 Niveles de Cascarilla de Cacao..... 81
Tabla 15	Análisis de Varianza del Incremento de Peso al 5% de Significancia en Cuyes Alimentados con 2 Niveles de Cascarilla de Cacao..... 85
Tabla 16	Análisis de Varianza del Consumo Promedio de Alimento Semanal al 5% de Significancia en Cuyes Alimentados con 2 Niveles de Cascarilla de Cacao ..... 87
Tabla 17	Análisis de Varianza de la Conversión Alimenticia al 5% de Significancia en Cuyes Alimentados con 2 Niveles de Cascarilla de Cacao..... 89
Tabla 18	Costo de las Dietas Experimentales ..... 93
Tabla 19	Análisis de Presupuesto Parcial en la Fase de Crecimiento ..... 95

Tabla 20	Análisis de Dominancia en la Fase de Crecimiento .....	96
Tabla 21	Análisis de Presupuesto Parcial en la Fase de Acabado .....	98
Tabla 22	Análisis de Dominancia en la Fase de Acabado .....	99
Tabla 23	Análisis Marginal en la Fase de Acabado .....	100

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 4.1. Incremento de Peso de Cuyes alimentados con 2 niveles de Cascarilla de Cacao durante la Fase de Crecimiento.....	76
Gráfico 4.2. Consumo Promedio de Cuyes alimentados con 2 niveles de Cascarilla de Cacao durante la Fase de Crecimiento.....	79
Gráfico 4. 3. Conversión Alimenticia de Cuyes alimentados con 2 niveles de Cascarilla de Cacao en la Fase de Crecimiento.....	82
Gráfico 4.4. Índice de Mortalidad en Cuyes alimentados con 2 niveles de Cascarilla de Cacao durante la Fase de Crecimiento.....	83
Gráfico 4.5. Incremento de Peso de Cuyes alimentados con 10% de Cascarilla de Cacao en la Fase de Acabado.....	86
Gráfico 4.6. Consumo Promedio de Alimento de Cuyes alimentados con 10% de Cascarilla de Cacao en la Fase de Acabado.....	88
Gráfico 4.7. Conversión Alimenticia de Cuyes alimentados con 10% de Cascarilla de Cacao en la Fase de Acabado.....	90

# INTRODUCCIÓN

La producción de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en el Ecuador ha constituido un importante renglon para la economía nacional, debido a que contribuye de manera especial en la generación de divisas por conceptos de exportación, actividad que se inicio en la época de la Colonia.

De acuerdo, al Censo Nacional Agropecuario del año 2000, en Ecuador existen alrededor de 500.000 has de Cacao (*Theobroma cacao L.*) para la producción industrial. Su mayor concentración se encuentra en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas y el Oro. En la actualidad ocupa el tercer lugar en el monto de exportaciones del sector agrícola, luego del banano y de las flores.

Aproximadamente el 60% de la producción del Cacao se exporta en grano, el 35% lo consumen las industrias ecuatorianas, de los cuales el 95% constituye materia prima para la fabricación de semielaborados (torta, licor, pasta, manteca y polvo) y el 5% se destina para elaborados (chocolates).

En la explotación cacaotera solo se aprovecha económicamente la semilla, la cual representa aproximadamente un 10% del peso del fruto fresco.

Expertos en la fabricación de productos a base de cacao, determinan que el rendimiento de 100 Kg de semillas de cacao es alrededor del 85%, su valor restante es considerado desechos (cáscara, granza, triturado, maguey). De estos desechos, sólo la cascarilla de cacao corresponde el 12%.

Según datos del Censo Nacional Agropecuario, la producción de cacao para el año 2004/2005 (año cacaotero octubre 2004 – octubre 2005) fue alrededor de 110.000 toneladas métricas anuales. Si este valor se lo relaciona con la generación de cascarilla, se concluye que la actividad cacaotera del país generó un promedio de 13.200 ton/año de cáscaras en el lapso señalado.

Para industrias cacaoteras del país como del mundo, representan un grave problema deshacerse de este desecho, debido a que genera un impacto ambiental su actividad.

Ante esta situación, las industrias han motivado el desarrollo de estudios a nivel de campo para aumentar el valor comercial de la producción de cacao, a través de la reincorporación de la cascarilla de cacao a procesos industriales como alternativa alimenticia para animales menores, entre ellos el cuy (*Cavia porcellus L.*)

Antecedentes, indican que el cuy ha sido utilizado como fuente de alimentación de campesinos de la región interandina, los mismos que se dedican a su crianza.

Esta situación con el paso del tiempo, ha cambiado de tal manera que ahora la crianza de esta especie es de tipo comercial y muestra una rentabilidad en este negocio.

En la actualidad el mercado de cuyes nacional e internacional se encuentra insatisfecho, razón por la cual los productores han tenido la necesidad de buscar nuevas alternativas de alimentación, entre ellos el uso de cascarilla de cacao, debido a la situación alimentaria mundial.

Por este motivo y dada la importancia que tiene este tema para nuestro país se ha preparado esta investigación, la cual tiene los siguientes objetivos:

#### Objetivo General

- Evaluar el uso de la cascarilla de cacao como fuente energética de origen no tradicional en la elaboración de balanceado para la fase de crecimiento y acabado en cuyes andinos.

#### Objetivos Específicos

- Evaluar dos niveles de cascarilla de cacao en fase de crecimiento y acabado de cuyes de raza andina.
- Realizar un análisis económico del efecto del uso de la cascarilla de cacao en la fase de crecimiento y acabado de cuyes.

# CAPITULO 1

## 1. LA CASCARILLA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) COMO FUENTE ALIMENTICIA EN ANIMALES MENORES

### 1.1. Breve Historia del Cacao

El cacao es una planta originaria de América Tropical, perteneciente a la familia *Sterculiaceae*. De acuerdo a la clasificación botánica, el cacao pertenece al género *Theobroma* especie *cacao* (10).

Según fuentes históricas, la domesticación, el cultivo y consumo del cacao fue iniciado por los indígenas toltecas, aztecas y mayas en México y Centroamérica, mucho antes del descubrimiento de América.

El cacao era consumido por los Mayas, como una bebida llamada "Xocoatl"; su uso por los españoles comenzó en 1550 cuando unas religiosas le añadieron dulce y vainilla a esta bebida, dejando a un lado el sabor amargo que lo caracterizaba (25).

Según registros bibliográficos, para el año 1600 existían pequeñas siembras de cacao cerca de Guayaquil, a orillas del actual río Guayas, las cuales se fueron expandiendo a orillas de sus afluentes (25).

El cacao ecuatoriano tenía una fama especial por su calidad y aroma la cual era dotada de una variedad autóctona llamada "Nacional", la cual es reconocida hasta la actualidad en el mercado internacional como "Cacao de Arriba" con típico aroma floral (20).

El negocio del cacao era tan rentable entre los años 1800 - 1822, razón por la cual atrajo el interés de empresarios guayaquileños y familias adineradas, las cuales adquirieron grandes propiedades y las destinaron para su cultivo.

Las áreas preferidas fueron llamadas de arriba, y en la actualidad corresponden a la actual provincia de los Ríos (Vinces, Babahoyo, Palenque, Baba, Pueblo Viejo, Catarama y Ventanas), al sur de la provincia del Guayas (Naranjal, Balao, Tenguel) y en el Oro (Machala y Santa Rosa) (25).

Según el último Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2000 por el INEC, estimó una superficie de cultivos de cacao que alcanza las 500.000 has. las cuales se encuentran ubicadas a nivel nacional (23).

## **1.2. Industrialización del Cacao**

Desde el siglo XVI en la zona de Guayaquil, se producía el chocolate. A mediados del siglo XVII en la Real Audiencia de Quito, consumían chocolate “los pobres y los ricos”, pero a partir del siglo XVII existió la idea de procesar y exportar un producto semielaborado, lo que originó que se desarrollen las industrias de procesamiento y exportación (9).

Para el siglo XIX, el holandés Coeraad Johannes van Houten inventó el proceso de prensado del cacao, hasta obtener la manteca de cacao y el polvo, así como también la alcalinización para neutralizar los ácidos (que degradan el sabor) y para mejorar el color del polvo y su disolución en el agua. Desde entonces el proceso ha permanecido inalterado, con escasa evolución de la tecnología aplicada (15).

Los productos industrializados del cacao son: Semielaborados (licor, manteca, torta, y polvo de cacao) y Elaborados de Chocolates.

Licor o Pasta de Cacao: Es una pasta que se obtiene de la molienda del grano tostado, el cual se le han eliminado las impurezas y las cascarillas. Este semielaborado contiene toda la grasa y las características organolépticas del cacao, y es utilizado en la preparación de los chocolates (9).

Manteca de Cacao: Se identifica como manteca de cacao a la materia grasa que se obtiene luego de prensar el licor de cacao, del cual se extrae aproximadamente 45-50% de manteca.

Sus aplicaciones se incluyen en productos farmacéuticos y cosméticos (9).

Torta de Cacao: Es el remanente del licor de cacao, luego de que se ha extraído la manteca. Se obtiene en bloques de forma circular, luego son molidos y pulverizados hasta obtener el polvo de cacao (9).

Polvo de Cacao: Usualmente se lo comercializa en forma de polvo corriente o polvo solubilizado (sí proviene de licor soluble). Otra forma de comercialización es con azúcar o sin ella. Este es un ingrediente esencial en la preparación de dulces y postres de chocolate (9).

### **1.3. Obtención de la Cascarilla de Cacao**

El cacao en grano se obtiene a partir de las semillas del cacao, estas semillas representan aproximadamente un 10% del peso del fruto fresco (3).

De este cacao se puede producir cuatro subproductos (licor de cacao, manteca de cacao, pasta de cacao y cacao en polvo) y productos finales como el chocolate y sus derivados a través de diferentes procesos industriales (32).

Para llegar a obtener estos productos intermedios así como también el producto final, el grano de cacao es secado, fermentado y sometido al proceso del tostado, con el objetivo de obtener como residuo la cascarilla de cacao.

Expertos en la fabricación de productos a base de cacao, determinan que el rendimiento de 100Kg de semillas de cacao es alrededor del 85%, siendo el valor restante considerado como desechos. De estos desechos, sólo la cascarilla de cacao corresponde el 12%.

#### **1.4. Valor Nutricional de la Cascarilla de Cacao**

La cascarilla de cacao nutricionalmente aporta como todo alimento con macronutrientes (proteínas, carbohidratos, lípidos) y micronutrientes (vitaminas y minerales).

Este desecho agro-industrial se considera como una fuente baja de energía debido a que presenta niveles de energía digestible menor a 2500 Kcal/Kg (4); que es la base de la fibra para la nutrición animal. El análisis proximal de los valores nutritivos se hace referencia en la Tabla 4 del capítulo 4.

Dentro de sus límites nutricionales se encuentra el contenido de teobromina (1%), la que muchas veces puede restringir su uso para el consumo (13). Además se reporta presencia de cafeína y teobromina, como tóxicos generados a partir del metabolismo secundario en la planta, por lo que no recomiendan más de un 10 –15% en la ración alimenticia de un rebaño (14).

Otros investigaciones realizadas por Wood y Lass (1985), indican que este alimento puede constituir el 20% de una ración para aves de corral, un 30 – 50% para cerdos, y de 50% para ovejas, cabras y ganado lechero. Además su aceptación por los animales es satisfactoria (19).

### **1.5. Uso de la Cascarilla de Cacao, como fuente alimenticia**

Estudios arqueológicos reportan el uso del cacao por todo el reino Maya, el cual fue un pueblo sedentario que se ubicó geográficamente en el territorio del sur de México, Guatemala y otras zonas de América Central. Su influencia y presencia fue más importante en lo que hoy se considera Guatemala y Bécice (22).

Pero es en la ciudad de Colha en Bécice, donde se reporta el hallazgo más antiguo del cacao hacia 2600 años atrás. Este fruto fue utilizado en bebidas de distinto sabor según la preparación que van desde lo amargo hasta mezclado con frutas de sabor dulce o hasta picante al combinarse con chile (22).

En la actualidad, se conoce específicamente que a la cascarilla de cacao se le ha dado diferentes usos en diversos campos tanto para las personas, animales y procesos industriales.

### **1.5.1. En personas**

Algunas investigaciones están vinculadas a la evaluación del uso de cascarilla de cacao y su efecto en el colón debido al aporte de fibra en pacientes pediátricos con estreñimiento (5).

La variable principal en este ensayo que duró 4 semanas, fue el tránsito intestinal, es decir que se analizó la circulación que se provocaba en el intestino por acción de un suplemento fibroso. Las pacientes fueron 56 niños con edades comprendidas entre 4 - 6 años, de los cuales solo 48 (24 niños – 24 niñas) terminaron el estudio (5).

Los resultados indicaron que el grupo al que se le suministró un suplemento procedente de la cáscara de cacao, en comparación al grupo Testigo tuvo una disminución de la “Determinación total y segmentaria del tiempo del tránsito del colón”. Sin embargo no se observaron diferencias significativas entre los grupos evaluados.

Otra evaluación realizada en este mismo estudio, fue el número de deposiciones/semana entre grupos, en donde el grupo testigo mantenía los niveles inferiores (1.73 +/- 1.73) contra el grupo con suplemento rico en fibra (2.40 +/- 3.16), llegando a existir diferencias estadísticas significativas.

De igual manera, sucedió en el análisis que refirieron deposiciones duras, en donde no existió por parte del grupo testigo una reducción superior a la del grupo experimental (5). Los estudios llegaron a la conclusión de que se confirmaban los efectos beneficiosos del suplemento de cáscara de cacao rico en fibra dietética en pacientes pediátricos con estreñimiento crónica (5).

Otras investigaciones *in vivo*, realizadas en el Instituto del Frío del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid, concluyeron que el consumo prolongado en el tiempo de fibra de cacao podría ser un factor de protección contra las enfermedades cardiovasculares (27).

El primer estudio fue realizado en animales de experimentación en el Departamento de Metabolismo y Nutrición del Instituto del Frío del CSIC. Estos animales presentaban problemas de hipercolesterolemia se los alimento con fibra de cacao, su consumo logro disminuir en un 30% los niveles de colesterol LDL en la sangre, y en un 40% los triglicéridos de estos animales sometidos a investigación (27).

Esto se debe gracias al alto contenido de compuestos antioxidantes naturales en la cascarilla de cacao, los cuales ejercen una protección directa sobre las células del intestino grueso, pudiendo retrasar enfermedades degenerativas como el cáncer del colón (27).

### **1.5.2. En Animales**

Se conoce que la cascarilla de cacao ha sido evaluada en distintos tipos de dieta para animales. Estas pruebas han arrojado diversos resultados, entre ellos se destaca su uso en la alimentación de cuyes, ganado, ovejas y caprinos.

Con el fin de incorporar nuevos insumos para la elaboración de un concentrado suplementario de la alimentación verde en cuyes (*Cavia porcellus L.*), se estudio la factibilidad del uso de cascarilla de cacao en raciones alimenticias destinadas para engorde.

El experimento tuvo lugar en Perú en una granja escolar en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, con el auspicio de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, y tuvo una duración de ocho semanas (17).

En esta investigación se probaron 4 tratamientos:

Tratamiento I = 0% de Cascarilla de Cacao

Tratamiento II = 5% de Cascarilla de Cacao

Tratamiento III = 10% de Cascarilla de Cacao

Tratamiento IV = 15% de Cascarilla de Cacao

Se emplearon 60 cuyes machos de raza criolla con seis semanas de edad. Se suministro a los animales una alimentación mixta, dándose a libre consumo los concentrados (tratamientos), mientras que de forraje se proporcionó sólo 150g de alfalfa verde/animal/día (17).

Los resultados arrojaron un consumo voluntario promedio para los tratamientos en estudio de 14g. Siendo, el incremento de peso para los tratamientos evaluados, los siguientes: 425g (T1), 407g (T2), 400g (T3), 393g (T4), y el de conversión alimenticia fue de 3.7, 3.0, 3.5, 3.8 respectivamente para cada tratamiento (17).

Según los resultados obtenidos por Vílchez M. *et. al.*, en la elaboración de un concentrado suplementario de la alimentación de alfalfa en cuyes, utilizando la cascarilla como subproducto del cacao en raciones alimenticias para engorde, expresan que en el análisis clínico realizado no se presentaron cuadros de intoxicación en los animales, por el consumo de cascarilla.

Mientras que en el análisis económico los cuyes alimentados con concentrados conteniendo cáscara de cacao tuvieron un menor costo por Kg de peso vivo ganado (17).

De manera similar, en Colombia se investigó la suplementación alimentaria con cáscara de cacao en la alimentación de vacas en producción, con los objetivos de obtener respuestas: a) Conocer efecto de la adición de cascarilla en diferentes niveles de inclusión, b) Determinar la continuidad de la producción, observando el estado general del animal, c) Determinar los rendimientos económicos (18).

Se realizó la prueba experimental con 20 vacas de 0 a 40 días postparto, separadas en 4 grupos en confinamiento. La alimentación proporcionada fue 40Kg de ensilaje de maíz y una suplementación fija de 2kg diarios de las siguientes raciones (18):

- Grupo 1: sorgo 76% torta de algodón 19%, premezcla de minerales 5.5%.
- Grupo 2: sorgo 45%, torta de algodón 20.5%, melaza 15%, gallinaza 14%, premezcla mineral 5.5%, cáscara de cacao 25%.

- Grupo 3: sorgo 20%, torta de algodón, melaza, gallinaza y premezcla al igual que la ración anterior.
- Grupo 4: cáscara de cacao 35%, sorgo 10%, torta de algodón, melaza, gallinaza y premezcla al igual que la segunda ración.

Transcurrido el tiempo de prueba (120 días), se refleja una economía al incorporar la cascarilla de cacao en las raciones, siendo el 25% el porcentaje óptimo de inclusión. En estas raciones evaluadas, la cáscara de cacao produce alta gustocidad y enmascara el posible sabor de la gallinaza (18).

La gallinaza es una buena fuente proteica en niveles de 14%, se obtiene similar respuesta en producción al utilizar la cáscara de cacao y gallinaza como sustitutos parciales del sorgo (18).

En Nigeria, debido al aumento creciente del costo del forraje del ganado existió la necesidad de buscar fuentes más baratas y menos conocidas de forraje para hacer frente a la inflación global, y debido a que la cascarilla de cacao en las industrias de Nigeria, se desecha hacia un basurero que luego se incinera; se visualizó estudiar la incorporación de este subproducto en raciones para cabras y ovejas (1).

Se sometieron al ensayo 30 cabras y ovejas de aproximadamente 1 año de edad. Se establecieron 5 grupos experimentales compuestos por 3 cabras y 3 ovejas cada uno respectivamente (1).

Se prepararon 5 dietas con diferentes porcentajes de cascarilla de cacao (0, 25, 50, 75, 100) en reemplazo de maíz amarillo. Cada grupo fue alimentado con dieta y suplemento de heno, (*Cynodon nlemfluensis*) durante 6 meses (1).

En la semana 13 se recogieron muestras de orina y heces durante 7 días para determinar la digestibilidad de nutrientes y el equilibrio de nitrógeno (N).

La mitad de los animales fueron sacrificados a la mitad del experimento y los otros al final del experimento para evaluar la calidad de su canal (1).

Los resultados mostraron que la cascarilla de cacao es rica en su contenido de Ca, P, Co y Cu, que son normalmente deficientes en los rumiantes en pasto en los trópicos.

Los cálculos de digestibilidad de materia seca fueron semejantes para ovejas y cabras pero la tasa de crecimiento de las cabras fue superior a la de las ovejas aunque las diferencias no fueron significativas (1).

Además, ambas especies mostraron una pauta semejante en cuanto a valores correspondientes a materia seca, crecimiento, retención de nitrógeno y valores de carne preparada fueron mejores en el 75% de los tratamientos dietéticos y de control con cascarilla (1).

Se llegó a la conclusión de que este subproducto del cacao puede reemplazar con éxito al maíz en la dieta de ovejas y cabras hasta un nivel del 75% sin efecto adverso alguno en el crecimiento, calidad de la canal, cortes principales, y proteína de algunos órganos y músculos (1).

## CAPITULO 2

### 2. EL CUY (*Cavia porcellus L.*)

#### 2.1. Generalidades del Cuy (*Cavia porcellus L.*)

Es un mamífero doméstico, que tiene sus patas posteriores más largas que las delanteras, su peso promedio es de 1.5 kg pudiendo alcanzar hasta 2kg de peso en cuyes mejorados, tiene una vida productiva útil de 2 años. Las hembras alcanzan su edad reproductiva a los 3 meses de edad mientras que en los machos esto sucede a los 4 meses (28).

El cuy es considerado un animal menor debido a que su peso vivo es inferior a 50 Kg, muy dócil, de fácil manejo y adaptación (31).

Es altamente precoz, y puede proliferarse rápidamente sin afectar la calidad de su carne la cual presenta características sobresalientes comparada a carne de vacuno, aves, ovino y porcino (16).

### **2.1.1. Características Generales**

En la escala zoológica (Orr, 1996, citado por Moreno, 1989) el cuy se ubica dentro de la siguiente clasificación, la cual coincide con la clasificación reportada por el Departamento de Agricultura de la FAO (1997), de la siguiente manera en la tabla 1.

TABLA 1

**CARACTERÍSTICAS DEL CUY**

Reino	Animal
Subreino	Metazoarios
Tipo	Cordado
Subtipo	Vertebrados
Clase	Mamíferos
Subclase	Placentarios
Orden	Roedor
Familia	Cavidae
Género	Cavia
Especie	Porcellus

Fuente: Depósito de Documentos de la FAO, (1997)

**2.1.2. Características Alimenticias**

Éste, constituye un producto alimenticio de elevado poder nutritivo principalmente proteico y de bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos principalmente en las zonas andinas (Ver Tabla 2).

TABLA 2

**VALOR BIOLÓGICO DE CARNE DE CUY (%)**

ESPECIE	%Proteína	%Grasa	%Minerales
<b>Cuy</b>	<u>20.30</u>	<u>7.80</u>	0.80
<b>Ave</b>	18.30	9.30	1.00
<b>Vacuno</b>	17.50	21.30	1.00
<b>Ovino</b>	16.40	31.10	1.00
<b>Porcino</b>	14.50	37.30	0.70

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Agraria, (1995)

Como se puede apreciar en la tabla 2, la carne de este roedor tiene el más alto valor porcentual en proteínas comparado al resto de las especies. Sin embargo, con respecto a su valor de contenido graso, está representa el nivel más bajo; razón por lo cual esta carne a más de ser nutritiva es la más saludable dentro de estas especies.

### 2.1.3. Características Nutricionales

Si se suministra la cantidad suficiente de nutrientes dentro de la dieta alimenticia de los cuyes, estos podrán desarrollarse y reproducirse con normalidad (6). Los requerimientos nutricionales del cuy se detallan a continuación:

**TABLA 3**

**REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY**

NUTRIENTES	UNIDAD	ETAPA		
		GESTACIÓN	LACTANCIA	CRECIMIENTO
<b>Proteínas</b>	%	18	18 – 22	13 – 17
<b>Energía Digestible</b>	Kcal/kg	2800	3000	2800
<b>Fibra Total</b>	%	8 – 17	8 – 17	10
<b>Calcio</b>	%	1.4	1.4	0.8 – 1.0
<b>Fósforo</b>	%	0.8	0.8	0.4 – 0.7
<b>Magnesio</b>	%	0.1 - 0.3	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3
<b>Potasio</b>	%	0.5 – 1.4	0.5 – 1.4	0.5 – 1.4
<b>Vitamina C</b>	mg	200	200	200

Fuente: Nutrient Requirements of Laboratory Animals. (1990)

Debido a que las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, en la etapa de lactancia las necesidades nutritivas aumentan por motivos de formación de los tejidos (28).

Además, el consumo de carbohidratos, lípidos y proteínas proveen energía del cuy, de la cual necesitan cubrir 3000 Kcal/kg, sin embargo se conoce por Zaldívar y Vargas (1969), que a un mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora significativamente (28). La energía Metabolizable corresponde al 87% de la energía digestible.

## **2.2. Raza Andina**

Los primeros conquistadores de América del Sur, lo encontraron repartido a lo largo de los Andes, convertido en el compañero doméstico y de utilidad ancestral (16). Se estableció como una de las primeras fuentes de alimentación de los aborígenes que lo domesticaron hace menos de 3000 años (6).

De los Andes, este roedor fue llevado a Europa en el siglo 16, pasando por España, luego Francia y posteriormente Inglaterra en el siglo 17. A mediados de este siglo pasó de Inglaterra a Estados Unidos de Norte América (16).

Es un animal conocido con varios nombres según la región en donde se encuentra (cuye, curi, conejillo de indias, rata de América, guinea pig, etc.). El cuy se considera un roedor nocturno, inofensivo, nervioso y sensible al frío (6).

Cabe recalcar, que entre 1870 y 1890 el cuy fue útil en los experimentos que desarrollaron científicos como Pasteur, Koch y Lavoisier (16).

La raza andina, es la mayormente utilizada por su prolificidad (3 - 4 crías por parto), obtiene un mayor número de crías por tiempo, como consecuencia del aprovechamiento del celo post- parto en comparación con otras líneas, son mayormente de color blanco, se adapta a ecosistemas de costa, sierra y oriente desde el nivel del mar hasta 3500 m.s.n.m. (6)

La FAO (1997) distingue esta y otras razas de cuyes, basado en sus características morfológicas (10 y 28). La raza de los Andes, se encuentra clasificada de la siguiente manera:

- 1) Por su forma de pelaje
  - a) Tipo Lacio: Representa mejores características cárnicas, es el más difundido.
- 2) Por su conformación
  - a) Tipo "B" o tipo Arequipa: Tiene el temperamento nervioso.

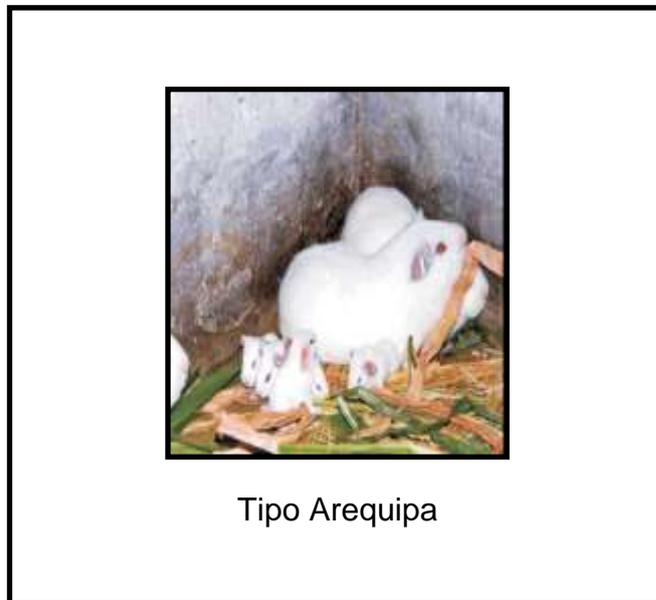


FIGURA 2.1. TIPOS DE CUY POR SU CONFORMACIÓN  
Fuente: Normas Generales para la Crianza de Cuyes - Perú,  
(2004).

3) Por su color de pelaje

- a) De color claro → Se encuentran en esta clasificación los de color blanco, bayo, colorado y/o sus combinaciones.

En nuestro país, se consideran dos genotipos de cuyes definidos, el criollo y el mejorado. El cuy criollo se encuentra más difundido en el Ecuador, dentro de este genotipo se encuentra la Raza Andina, la misma que se cría bien en condiciones adversas de clima y alimentación. Mientras que, el cuy mejorado se lo ha obtenido a partir del cuy criollo, el cual ha sido sometido a un proceso de mejoramiento genético con poblaciones locales, regionales o por cruces; en función de la conformación, talla y peso corporal.

### **2.3. Crecimiento y Acabado**

La etapa de crecimiento inicia a partir de la octava semana de edad, mientras que la etapa de acabado comienza a luego de la novena semana y finaliza hasta llegar a su comercialización (12semana); los cuyes que salen al mercado a esta edad se les denomina "parrilleros". Las necesidades nutricionales en la etapa de crecimiento y acabado son iguales en ambas fases.

Augustin *et al.*, (1984) sugiere una alimentación con 17%de proteína, y destaca que se pueden llegar a alcanzar incrementos diarios de peso entre 9.32 y 10.45 g/animal/día (28).

Los factores que afectan el crecimiento de los cuyes en la fase de crecimiento y acabado son el nutricional y el clima. Según, Chaucha, (1993<sup>a</sup>) es necesario someter a los cuyes a un periodo de finalización (acabado II), cuando estos roedores se encuentren subalimentados, este tiempo no debe ser mayor de 2 semanas (28).

## 2.4. Fisiología

### Fisiología General

La forma del cuerpo del cuy es alargada y cubierto de pelos desde el nacimiento. Sus extremidades terminan en dedos provistos de uñas cortas en los miembros anteriores y uñas grandes y gruesas en los posteriores. A continuación se detallan de manera general las partes del cuerpo (2).



FIGURA 2.2. EL CUY

Fuente: Sandos, (2003)

## **Cabeza**

Tiene forma cónica y de longitud variable de acuerdo al tipo de animal. Sus orejas son caídas, sus ojos son vivaces llegando a ser de color rojo o negro. Su labio superior es partido en relación con su labio inferior el cual es entero.

## **Cuello, tronco y abdomen**

Su cuello es grueso y musculoso, formado por siete vértebras de las cuales el atlas y el axis están bien desarrollados.

Su tronco está conformado por 13 vértebras, las tres últimas son flotantes. Su abdomen es de gran volumen y capacidad debido a que tiene como base anatómica 7 vértebras lumbares.

## **Fisiología Digestiva**

Chauca (1997), define la fisiología digestiva como el estudio de los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del ambiente externo al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. (Ver Figura 2.4)

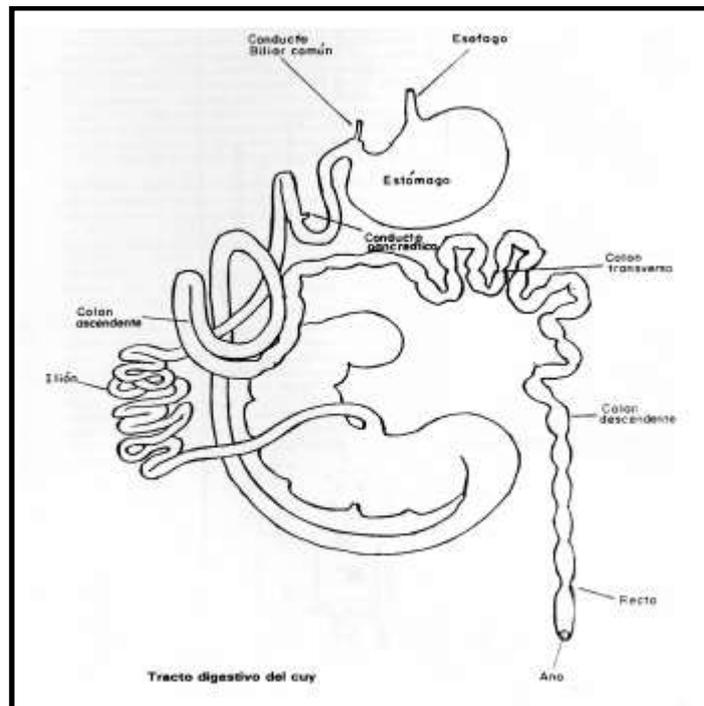


FIGURA 2.3. APARATO DIGESTIVO DEL CUY

Fuente: INIA, (1995)

La fisiología digestiva comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes, y el desplazamiento de los mismos a lo largo del tracto digestivo.

La ingestión involucra el acto de ingresar un alimento a la boca; mientras que en la digestión, los alimentos son fragmentados en moléculas pequeñas con el objeto de poder ser absorbidas a través de la membrana celular.

Este evento se realiza por medio de la acción de ácidos, enzimas específicas y en algunos casos por acción microbiana.

Luego de haberse producido la digestión de los alimentos, por medio de la absorción, las moléculas fragmentadas pasan por la membrana de las células intestinales a la sangre y a la linfa. Finalmente, la motilidad produce la contracción de los músculos lisos que forman parte de la pared del tracto intestinal. (Ver Figura 2.4.)

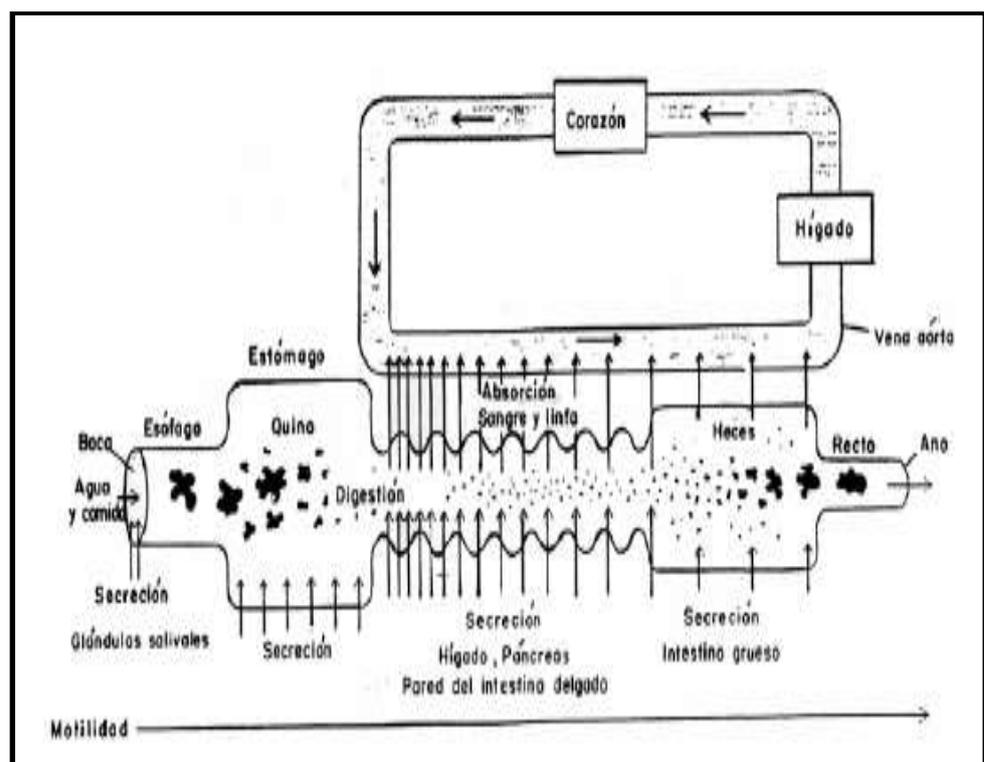


FIGURA 2.4. DESCRIPCIÓN DE LA FISIOLÓGÍA DEL CUY

Fuente: INIA, (1995)

El cuy es una especie herbívora monogástrica, posee un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración (FAO, 1997).

Van Soest (1991), y citado por Gómez y Vergara (1993), basados en la anatomía gastrointestinal clasifican el cuy como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. Reid (1948), destaca que el movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, y no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego. Gómez y Vergara (1993), citan que el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer el alimento en este lugar parcialmente por 48 horas (INIA, 1995).

Los alimentos que son ingeridos por el cuy, se dirigen hacia el estómago, en donde se secreta ácido clorhídrico; cuya función es disolver el alimento hasta convertirlo en una solución denominada quimo. El ácido clorhídrico cumple además una función protectora al destruir las bacterias que son ingeridas con el alimento. Durante este momento, algunas proteínas y carbohidratos son degradados, sin embargo no llegan al estado básico de aminoácidos y glucosa; las grasas no sufren modificación alguna (INIA, 1995).

La acción del ácido clorhídrico, sobre la secreción de pepsinógeno, convierte esta secreción en pepsina, así como en algunas amilasas, lipasas. Los componentes sobre los que actúan estas sustancias respectivamente son: las proteínas, los carbohidratos, las grasas.

Cabe mencionar que en el estómago sólo se produce la fragmentación del alimento en moléculas pequeñas, más no la absorción del mismo (INIA, 1995).

La mayor parte de la digestión y absorción, se produce en el intestino delgado; especialmente en la sección del duodeno. En este órgano, la acción penetrante de las enzimas provenientes del páncreas y las sales biliares del hígado, provocan la degradación total de los componentes de los alimentos, en monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos.

Estas formas básicas de moléculas, son capaces de cruzar las células epiteliales del intestino, y ser introducidas al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos. Además, otros componentes que son absorbidos son: cloruro de sodio, la mayor parte de agua, vitaminas y microelementos (INIA, 1995).

Todo material no digerido ni absorbido, pasa al intestino grueso en donde no existe una digestión enzimática, sin embargo debido a que esta especie posee un ciego muy desarrollado, existe una digestión microbiana. A este nivel la absorción comparada con el intestino delgado es muy limitada, pero de igual manera se absorben moderadas cantidades de agua, sodio, vitaminas, etc. Finalmente, todo material que no haya sido digerido ni absorbido, llega al recto y es eliminado a través del ano. (INIA, 1995)

Según Reid (1948) y Aliaga (1979), la fisiología y anatomía del ciego del cuy, soporta una ración conteniendo un material inerte, voluminoso, y permite que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra.

De igual manera Reid (1958), citado por Gómez y Vergara (1993), destacan que la flora bacteriana existente en el ciego permite un buen aprovechamiento de la fibra.

Hagan y Robinson (1953), consideran el ciego de esta especie como un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total. Según, Holstenius y Bjornhag (1985), citado por Caballero (1992), el metabolismo de el ciego es una función importante en la síntesis de la proteína microbial, de la vitamina K,

y de la mayoría de las vitaminas del complejo B por acción de los microorganismos; los cuales pueden llegar cubrir los requerimientos nutricionales por la utilización del nitrógeno a través de la cecotrofia (FAO, 1997).

Rico (1995), destaca que el cuy es un animal que realiza la cecotrofia, debido a que produce 2 tipos de heces, una rica en nitrógeno que es utilizada (cecótrofo) y otra que es eliminada como heces duras.

Calero del Mar (1978), indica que el cuy toma las heces blandas y las ingiere nuevamente pasando al estómago e inicia un segundo ciclo de digestión que se realiza generalmente durante la noche.

Este fenómeno es una de las características esenciales de la digestión del cuy, las heces que ingiere el cuy actúan notablemente como suplemento alimenticio, permitiendo cubrir los requerimientos de vitamina C y B, y con una singular importancia en el aprovechamiento del azufre.

Los cuyes reutilizan el nitrógeno por medio de esta acción y permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína; debido a que se aprovecha la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego.

## **CAPITULO 3**

### **3. CRIANZA Y PRODUCCIÓN DE CUY**

#### **3.1. Cría y Producción de Cuyes**

Según, el Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IINIAA – CIID), Perú (1995), clasifican la crianza de los cuyes en tres sistemas diferentes, caracterizados por el sistema de producción que se utilice, y no por la población animal que exista en el momento de la crianza (7,28). Dichos sistemas se detallan a continuación:

### **3.1.1. Crianza Familiar**

Este tipo de crianza está enfocada hacia los pequeños productores. Este sistema es el que impera en las comunidades rurales del Ecuador, en donde la situación no permite tener buenos niveles de reproducción, crecimiento y engorde. Generalmente, estos animales son alimentados por forrajes, residuos de cosechas y residuos de cocina (6, 10,28).

El lugar destinado para realizar este tipo de crianza es particularmente en la cocina, donde las temperaturas del área protegen a la especie de los fuertes cambios de temperatura que caracterizan a la región andina (6). La población de animales en este sistema oscila entre 10 y 30 cuyes (10,28).

En este sistema de producción, en Ecuador, los niveles de productividad son bajos debido a que no existe una tecnología de crianza adecuado (2).

### **3.1.2. Crianza Familiar – Comercial**

Este tipo de crianza se realiza en instalaciones adecuadas que se construyen con materiales de la localidad.

Este sistema exige mayor mano de obra para el manejo y mantenimiento del alimento que se suministra, el cual puede variar desde subproductos agrícolas y pastos cultivados hasta complementar con alimentos balanceados.

Este tipo de crianza, de alguna manera se considera como un generador de empleo debido a que se exige entre otras cosas una agrupación dado por edad, sexo, raza, etc. (6). Por lo general, entre 100 - 500 cuyes y 150 productores se mantienen en este sistema (16).

En Ecuador, este tipo de crianza junto a la comercial, es tecnificada con animales mejorados en su mayoría y con parámetros productivos y reproductivos que permiten una rentabilidad económica para la explotación (2).

### **3.1.3. Crianza Comercial**

Este sistema de crianza se reconoce fácilmente debido a que en las instalaciones se realiza una mayor inversión comparada a los otros sistemas de crianza.

Usualmente se lo reconoce como una actividad principal de una empresa agropecuaria, donde se trabaja con eficiencia y se utiliza la tecnología junto al uso de cuyes de líneas selectas altamente convertidores de alimento a carne (16).

En este sistema la población de las hembras productoras supera las 500 unidades. La alimentación que se provee a los animales es a base de forrajes, subproductos de cosecha y en algunos casos balanceados (10).

## **3.2. Tendencias del Consumo de Carne de Cuy**

La población de cuyes en los países andinos se estima en 36 millones de animales. En los países como Perú y Ecuador, estos sistemas de explotación se encuentran difundidos en la mayor parte del país (21).

Según los datos del III Censo Nacional Agropecuario, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2000), en el Ecuador hay más de cinco millones de cuyes, la mayor pertenecen a propiedades con extensiones menores a una hectárea y casi todos son criados en la Sierra.

La provincia en donde existe mayor cantidad de cuyes es Azuay, con valores aproximados del 20% de la población nacional de estos animales: poco más de un millón. Le siguen las provincias de Tungurahua y Chimborazo con 950 mil y 810 mil cuyes.

En Ecuador, la explotación empresarial de estos cuyes, es limitada a pocas empresas, una de ellas se encuentra en Imbabura con una población aproximada de 60.000 animales, con una venta mensual de 4.000 ejemplares faenados y otra en Salinas de Guaranda con una población de 40.000 unidades (21).

En cambio, la explotación familiar en nuestro país está ligada a las pequeñas organizaciones de la población rural principalmente de la región andina, en donde se encuentra la mayor población de estos roedores como lo detallan los resultados del censo anteriormente mencionados (21).

### 3.2.1. Mercado Nacional

Su mercado nacional se da principalmente en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi, en donde los asaderos son los principales compradores de cuy a precios que van desde \$4 a \$10, según el peso del animal. Existen grupos de productores en la provincia de Cotopaxi (cantón Latacunga) los cuales coordinados con la Operadora Agroalfapecuaria, adscrita al Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA), comercializan cuyes con pesos cercanos a 1200gramos (26).



FIGURA 3.1. PRODUCTORES DE CUY EN COTOPAXI

Fuente: MAGAP – PROMSA, (2003).

### **3.2.2. Mercado Internacional**

Un mercado mucho más apetecido para la comercialización de esta nutritiva carne tiene su espacio de manera internacional en New York y Miami, comprende medio millón de personas entre ecuatorianos y peruanos.

En la actualidad, el problema que enfrenta la explotación comercial del cuy a nivel internacional, es que la cantidad que se produce de esta nutritiva carne, está muy por debajo de la que se requiere enviar, como lo menciona la Directora del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en Tungurahua, en una entrevista realizada por Diario El Universo (21/12/06).

El Instituto Ecuatoriano de Desarrollo de las Comunidades Andinas (Iedeca) en un informe reveló que el manejo tradicional del cuy y la falta de asociatividad en la comercialización dificultan el desarrollo de las cadenas productivas. Como resultado de esta situación, en el año 2001 la demanda insatisfecha era de 158.804 cuyes, y al 2010 será de 182.492, según estudios de mercado realizados por Iedeca.

Pese a ello, Ecuador lidera las exportaciones de este alimento, un ejemplo es la empresa Miyaquil, la cual envía cada mes entre 1.000 y 2.000 cuyes (29).

Así mismo, se tiene conocimiento que existe un comercio informal de este producto, el cual se origina en Perú, en donde los cuyes son congelados y luego llevados a EE.UU. Se registra un comercio fluido bajo esta modalidad con el único fin de atender la demanda de restaurantes peruanos del área de Paterson – New Jersey (12).

De acuerdo a un comunicado de la Cámara de la Agricultura de la III Zona en la prensa escrita de Cuenca (Diario El Mercurio, 15/09/2003), cargamentos de alrededor de 30.000 cuyes semanales era la demanda que Japón solicitaba, a través de su gobierno, al Ecuador.

Sin embargo, esa cantidad no podía ser cubierta por el país, debido a que no existía ni existe un manejo adecuado de crianza y producción de los cuyes, principalmente en las zonas andinas, en donde la crianza familiar es la más desarrollada con resultados poco productivos por parte de la población rural.

A partir del 2007, el Japón se ha convertido en el mayor importador de este producto, desplazando a Estados Unidos, y China se perfila a ser el siguiente destino asiático para la carne de cuy (30).

# CAPITULO 4

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación del Ensayo

El trabajo de investigación se desarrollo en la Prov. Del Guayas, específicamente en el cantón Durán, el cual tiene una latitud 2°10'S, y longitud 79°49'W; y se encuentra ubicado al margen oriental del río Guayas. Se limita al norte: Río Babahoyo, al sur: Cantón Naranjal, al este: Cantón Yaguachi, al oeste: Río Babahoyo. Su clima es cálido y tropical, con temperatura promedio anual de 25 - 30°C, humedad relativa del 71.5% y su relieve está formado en la parte oriental por el Río Guayas, situándose en frente de la isla Santay, con una altitud máxima de 88 metros sobre el nivel del mar (Cerro Las Cabras).

## **4.2. Metodología**

### **4.2.1. Obtención de la Cascarilla de Cacao**

Para la obtención de la Cascarilla de Cacao, se realizó una indagación previa de las industrias que están relacionadas a la generación de Cascarilla de Cacao en la Provincia del Guayas. Entre ellas se destaca: Nestlé S.A, La Universal, Ecuacocoa.

Debido a las facilidades proporcionadas por la empresa Nestlé S.A, ubicada en el sector de los Ceibos, la adquisición de la cascarilla de cacao fue más factible.

Previo a la autorización de la Fábrica Guayaquil, se procedió a la obtención de la cascarilla de cacao, la cual se localizaba en el silo de “cascarilla”, (descripción dada por la empresa).

El método utilizado para la recolección de la cascarilla de cacao, se detalla a continuación:

1. Antes de entrar al silo de cascarilla, se protegió con mascarilla y guantes.
2. Se calibró la balanza, mediante el uso de la pesa de 1Kg en los cuatro ejes de la balanza y en el centro.
3. Con la ayuda de una pala, se vació la cascarilla de cacao, en el saquillo recolector, con la ayuda de una pala.
4. Se verifico que la cantidad pesada corresponda a 45Kg.
5. Se cosió el saquillo, con la ayuda de la máquina respectiva.
6. Se procedió a etiquetar el saco que contiene la muestra de cascarilla de cacao, con los siguientes datos: fecha, hora, día, operador y turno.
7. Finalmente se registrar en el libro de ingresos y egresos de cascarilla de cacao (propiedad de Nestlé), la cantidad que se recolecto.

Posteriormente, la materia prima recolectada fue llevada a la División de Balanceados de Expalsa (Diamasa S.A), para proceder a su respectiva elaboración.

#### 4.2.2. Elaboración del Balanceado con Cascarilla de Cacao

En la fábrica Diamasa S.A. se elaboró el balanceado. Previo a su elaboración, se realizó un análisis proximal de la cascarilla de cacao, en los laboratorios de Bromatología de esta industria, con el objeto de conocer el valor nutricional que contiene este insumo.

A continuación, en la tabla 4 se muestra los análisis obtenidos por el laboratorio:

**TABLA 4**

**ANÁLISIS PROXIMAL DE LA  
CASCARILLA DE CACAO**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>VALOR</b>
Humedad (%)	1
Proteína (%)	13
Fibra Total (%)	25
Energía Metabolizable(Kcal/Kg)	1409

Fuente: Laboratorio de Diamasa (2007)

Luego de conocer el valor nutricional de la cascarilla de cacao, se realizó la formulación del mismo, con la asesoría del Sr. José Severino, persona encargada de la nutrición animal en la empresa.

Para este estudio se realizaron 2 tipos de formulación, la primera la cual incluía un 10% de cascarilla de cacao, y la segunda la cual contenía un 40% de cascarilla de cacao (Ver tabla 5).

**TABLA 5**

**DIETAS UTILIZADAS EN LA  
EXPERIMENTACIÓN**

<b>INSUMOS</b>	<b>Dieta 1 (%)</b>	<b>Dieta 2 (%)</b>
Maíz	32,7	26
Afrechillo	15,25	0
Alfarina	20	20
Pasta de Soya	12,35	12,3
Afrecho de Cerveza	8	0
Cascarilla de Cacao	<b>10</b>	<b>40</b>
M. Vitaminas y Minerales	1	1
Fosfato Monocálcico	0,7	0,7
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Las formulaciones fueron realizadas bajo el programa NUTRION, este contiene una base de datos de los distintos alimentos utilizados en las raciones para elaborar balanceados en dicha empresa. (Ver tabla 6)

TABLA 6

## ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS INSUMOS UTILIZADOS

<b>INSUMOS</b>	<b>Humeda d %</b>	<b>Proteín a %</b>	<b>Fibra %</b>	<b>Energía Metabolizable. (Kcal/kg)</b>
Maíz	13	8,5	2	3649
Afrechillo	14	15,5	10	3619
Alfarina	6	17	18	1650
Pasta de Soya	11	46	4	3460
Afrecho de Cerveza	10	21	10	3760
Núcleo de Vitaminas	0,25	0	0	0
Fosfato Monocálcico	1,79	0	0	0

Fuente: Documentos de la FAO, (1997)

Algunas consideraciones que se tomaron en cuenta al momento de formular el balanceado fueron las siguientes:

- Un mayor nivel energético en la ración, mejora la ganancia de peso y existe una mejor utilización de los alimentos (28).
- Valores entre 14 – 20% de proteínas, produce un crecimiento adecuado (28).
- Entre 9 – 18% de fibra se recomienda utilizar para elaborar las formulaciones (28).

El proceso de elaboración del balanceado, se realizó mediante las siguientes etapas:

## **1. Recepción y Almacenamiento de Materia Prima**

Para la recepción de la materia prima, se realizó una orden de requisición; estos insumos pueden ser de origen nacional o importado. Además se realiza el análisis organoléptico y bromatológico, de las distintas materias primas para conocer químicamente su calidad.

El lugar destinado para el almacenamiento, son silos, en donde estaba contenida la materia prima hasta su respectivo uso.

## **2. Formulación**

Luego de conocer el análisis bromatológico, de los insumos recibidos, se procedió a realizar la formulación de los balanceados, en esta etapa se emitió una orden de producción en la que se indicó las cantidades de las diferentes materias primas que integran la dieta, número de batch, y la cantidad de sacos a producir.

### **3. Pre-Molienda**

Las condiciones con las que se maneja la pre-molienda corresponden a temperaturas que van desde 21°C-25°C. Esta etapa se aplica solo a los insumos, que presentan el tamaño de la partícula muy grande (ej.: arrocillo, soya). El objeto de este paso, produce un óptimo homogenización al momento de mezclar. El equipo que se utiliza es un molino de martillos con una capacidad de 15 ton/h.

### **4. Dosificación**

En esta etapa fueron pesados las cantidades exactas de las materias primas para la respectiva fórmula. Los macroingredientes son pesados en una balanza electrónica, los cuales posteriormente cayeron a una mezcladora, en donde llegaron los microingredientes.

### **5. Mezclado**

Todas las materias primas que llegan a la mezcladora, deben presentar la característica de ser homogéneos entre sí.

El tiempo de mezcla fue tomado después de que el último ingrediente entro al mezclador, aproximadamente fue de 6 minutos.

## **6. Post – Molienda**

Luego de culminado el tiempo de mezcla, se procedió a pasar la mezcla por el molino de martillo, para disminuir el tamaño de las partículas pequeñas, y asegurar un producto más estable y compacto. Se utilizó una zaranda número 30.

## **7. Acondicionamiento**

Esta etapa considera la adición de vapor y agua por medio de tuberías hacia una cámara con paletas en movimiento. El objetivo consiste en alcanzar la temperatura óptima entre 90-100°C para que los almidones puedan alcanzar su función de gelatinizar. El tiempo del acondicionamiento corresponde a 90seg.

Como resultado de este paso, se produce el cocimiento de la masa y mayor compactación para el momento de formar el pellet, debido a las reacciones de gelatinización provocado por los almidones de las harinas a altas temperaturas.

Hay que tener en cuenta, que es justo en esta etapa en donde se elimina la mayor parte de la carga microbiana presente.

## **8. Peletización**

La mezcla que ya ha sido acondicionada, pasa al alimentador, donde unos rodillos dirigen la mezcla hacia la pelletizadora, la cual básicamente es un cilindro cuyas paredes son cribas con orificios de diámetro que varían según el dado usado y el alimento a elaborarse.

La Peletización, elimina gran cantidad de los microorganismos contenidos en la mezcla, además mejora la palatabilidad del producto y convierte en partículas durables una mezcla homogénea.

Estas partículas llegan a tener las características deseadas para ser utilizadas como medio de alimentación. Las dimensiones del pellet obtenido fueron 3.2mm de ancho por 0.5 – 15mm de largo.

### **9. Enfriamiento**

Luego de la peletización, los pellets producidos salen con una humedad del 12%, y son dirigidos hacia el enfriador (de tipo horizontal), el cual está provisto de ventiladores que provocan una baja de temperatura desde los 100 - 110°C, hasta 33°C.

### **10. Tamización**

Usualmente esta etapa, es utilizada para verificar el porcentaje de finos producidos. En pellet, el porcentaje máximo de debe ser 1-2%.

### **11. Ensacado y Sellado**

Para esta fase, se utiliza una ensacadora electrónica y una máquina de coser industrial eléctrica.

## 12. Etiquetado

En la misma se detalla, la identificación del producto, peso neto al envasar, el registro sanitario y la dirección de la compañía.

Para el balanceado con cascarilla de cacao, se omitió los datos de registro sanitario y dirección de la compañía, porque no fueron considerados datos relevantes para el estudio experimental.

Una vez obtenidas las dietas experimentales en forma de pellet, se realizó el respectivo análisis proximal. (Ver tabla 7)

**TABLA 7**

<b>ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS DIETAS UTILIZADAS</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>DIETA 1</b>	<b>DIETA 2</b>	<b>MÉTODO DE REFERENCIA</b>
<b>Proteína (%)</b>	17,21	16,47	AOAC 18th 954.01
<b>Fibra Total (%)</b>	9,57	14,61	AOAC 18th 978.10
<b>Energía Metabolizable (Kcal/kg)</b>	2944	2667	-
<b>Humedad (%)</b>	12	12	AOAC 18th 942.05
<b>Grasa (%)</b>	0,37	0,3	AOAC 18th 930.15C

En la dieta 2, el valor del contenido de proteína es menor debido a que el afrecho de cerveza y el afrechillo del trigo, los mismo que poseen los mayores niveles de proteína fueron sustituidas por otros insumos. Como es de suponerse, en la dieta con 40% de cascarilla, el nivel de fibra iba a ser mayor al que posee la dieta 1.

Candela *et. al.* 1974 (citado por Aliaga 1979) destaca que la fisiología y anatomía del ciego del cuy soporta una ración conteniendo un material inerte y voluminoso, permitiendo que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra; ya que a partir de esta acción se producen ácidos grasos volátiles que podrían contribuir significativamente a satisfacer los requerimientos de energía de esta especie, como lo demuestra Reid, (1958). Este estudio sustenta el nivel de energía que posee la dieta 2.

#### **4.2.3. Adquisición del Animal**

Para la adquisición de los cuyes, fue necesario investigar el tipo de cuy que iba a ser sometido al estudio; para esto se realizó una visita a los distintos locales distribuidores de esta especie en Guayaquil.

Luego de recibir referencias básicas por parte de los vendedores artesanales, se determinó que los animales que se comprarían para efectuar el ensayo debían ser tranquilos, con fácil adaptación a cualquier clima o lugar, y principalmente con capacidad de aprovechar bien los alimentos. Estas características esenciales la poseen los cuyes de raza andina, razón por la cual se trabajó con esta raza.

Los animales, previo a la compra pasaron por un proceso de selección, el cual fue asesorado por el experto en nutrición animal de la empresa Diamasa S.A.

Básicamente se realizó un chequeo visual, en el que se consideraba si estaban vivaces, apariencia, presencia de heridas, peso corporal, y manifestaciones de comportamiento, como aislamiento y decaimiento. Todos los animales sujetos a ensayo en la primera fase fueron machos, con edad promedio de 2 meses, y un peso promedio de 320g/animal (en la primera fase) y 400g/animal (en la segunda fase).

#### **4.2.4. Manejo del Ensayo**

La distribución de los cuyes en las distintas jaulas, se realizó mediante un sorteo.

La alimentación de estos animales fue proporcionada 3 veces al día, con una ración de media libra durante la primera semana de adaptación, y se fue incrementando de acuerdo al consumo de los animales (24). El suministro de agua se lo realizó de manera libre, con limpieza de bebederos y recambio de agua cada día.

Se registró el peso individual de los cuyes, al inicio del experimento, luego semanalmente se lo realizaba por grupo, para evitar situaciones de estrés en el animal (10).

Las variables analizadas fueron: incremento semanal de peso, conversión alimenticia, consumo promedio de alimento semanal, índice de mortalidad.

El índice de mortalidad fue una variable que se analizaba tres veces al día, mientras que las variables restantes se analizaban cada semana.

Los registros de consumo de alimento, se realizaban a diario, en tablas de datos previamente elaboradas, en cambio los registros de alimento no consumido, se realizaban semanalmente.

#### **4.3. Diseño Experimental y Tratamientos**

El diseño experimental que se utilizó en este estudio, fue un Diseño Completamente del Azar (DCA). Los resultados se analizaron estadísticamente mediante un Análisis de Varianza (ANDEVA), con un 5% de probabilidad.

Además se realizó un análisis de separación de medias, mediante Tukey (0.05%) con el fin de determinar cuál de los tratamientos evaluados fue el mejor.

En el presente estudio, se tuvo 2 fases de experimentación, en las cuales se evaluó 2 formulaciones de balanceados hechos a base de cascarilla de cacao, y un tratamiento testigo, el cual consiste en una fórmula comercial a base de maíz, afrecho de cerveza, pasta de soya, vitaminas y minerales, para cuyes en etapa de engorde y fue proporcionado por la empresa Diamasa S.A.

A continuación se detalla el diseño del experimento que corresponde a cada fase de evaluación:

### **FASE 1**

Se evaluaron 3 tratamientos:

T1 = 10% de Cascarilla de Cacao

T2 = 40% de Cascarilla de Cacao

T3 = 0% de Cascarilla de Cacao

### **FASE 2**

Se evaluaron 2 tratamientos:

T1 = 10% de Cascarilla de Cacao

T2 = 0% de Cascarilla de Cacao

El número de animales que se empleó en este ensayo fue de 3 animales/tratamiento/repetición. Se realizó 3 repeticiones en cada fase experimental, con un total de 27 unidades experimentales en la primera fase y 18 unidades experimentales en la segunda fase.

#### 4.4. Delineamiento del Diseño Experimental (DCA)

**TABLA 8**

ESQUEMATIZACIÓN DEL DISEÑO						
Tratamientos	Repeticiones/ Tratamiento		Animales / Tratamiento		Total de Animales	
	FASE 1	FASE 2	FASE 1	FASE 2	FASE 1	FASE 2
10% de C.C	3	3	3	3	9	9
40% de C.C	3	0	3	0	9	0
0% de C.C	3	3	3	3	9	9
<b>TOTAL</b>			9	6	27	18

C.C. = Cascarilla de Cacao

Elaborado por: Iveth Murillo Crespo

**TABLA 9**

ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA		
Fuente de Variación	Grados de Libertad	
	Fase 1	Fase2
Tratamiento	$(t - 1) = 2$	$(t - 1) = 1$
Repeticiones	$(r - 1) = 2$	$(r - 1) = 2$
Error Experimental	$(t - 1)(r - 1) = 4$	$(t - 1)(r - 1) = 2$
<b>Total</b>	$(t * r) - 1 = 8$	$(t * r) - 1 = 5$

Para realizar el análisis de varianza, previamente los datos debieron cumplir con los supuestos que establece la estadística experimental para realizar cualquier tipo de análisis: una distribución normal, homogeneidad de varianza y asumir la independencia de los errores.

En aquellos valores que no cumplieron con el supuesto de tener una distribución normal, se les realizó el análisis de varianza no paramétrico, el mismo que fue propuesto por Kruskal y Wallis (1952), y permite comparar entre 2 o más distribuciones sin necesidad de realizar el supuesto de que los términos de error se distribuyan normalmente.

#### **4.5. Área Experimental**

El área que se designó para desarrollar el experimento, tuvo una dimensión  $15 \text{ m}^2$ , en donde se colocaron 9 jaulas que eran de un solo piso y servían para alojar 3 cuyes, fueron realizadas con malla de  $1 \text{ cm}^2$  de espesor.

Los materiales utilizados para preparar el desarrollo del experimento fueron:

- Balanza de Brazo (3Kg)
- Malla de  $1 \text{ cm}^2$  de espesor
- Tablas de Madera
- Plástico Negro (proteger el área de vientos)
- Martillo y Clavos

El área utilizada para desarrollar el experimento, se distribuyó considerando el diseño experimental DCA, el esquema del área se muestra a continuación:

#### **FASE 1**

<b>T1</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>
<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>
<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>

#### **FASE 2**

<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>

#### **4.6. Variables a Analizar**

Durante el ensayo, los parámetros que serán evaluados serán: incremento semanal de peso, consumo promedio de alimento semanal, mortalidad, conversión alimento/carne.

#### **4.6.1. Incremento Semanal de Peso**

El objetivo de esta variable fue para conocer si existe un aumento o disminución de peso de los animales sometidos al experimento durante el tiempo que dura la prueba.

##### **Fundamento**

Para el control de esta variable fue necesario establecer condiciones al momento de realizar el método.

Se lo realizó en un horario establecido en horas de la mañana (08:00am), cuando el animal se encuentra en ayunas.

##### **Materiales y Equipos**

- Balanza calibrada (tipo brazo)
- Jaula provisional 50cm\*50cm
- Lápiz
- Hoja de registro de Datos (sección ganancia de peso)
- Hoja de registro de Datos (sección desperdicios)
- Hoja de registro de Datos (sección incremento promedio de peso)

**Fórmula**

$$\text{IPS} = \text{PSP (2)} - \text{PSP (1)}$$

IPS = Incremento Promedio Semanal

PSP (1) = Peso de la semana anterior

PSP (2) = Peso de la semana presente

**Frecuencia**

Cada 7 días.

**Método**

- 1.- Identificar el grupo que se someterá al control.
- 2.- Coger un cuy por la parte de su tronco, y ponerlo sobre la balanza.
- 3.- Registrar el peso en la Hoja de registro de Datos (sección ganancia de peso).
- 4.- Colocar el animal en la jaula provisional.
- 5.- Agarrar un segundo cuy del mismo grupo, y pesarlo.
- 6.-Repetir el paso 3 y 4.

- 7.- De igual manera, hacer con el último animal del grupo.
- 8.- Limpiar la jaula donde estaban ubicados inicialmente los cuyes. Procurando no mezclar las heces con el desperdicio de alimento.
- 9.- Recoger el alimento que no fue consumido por el respectivo grupo y pesarlo.
- 10.- Registrar la cantidad desperdicio de alimento, en la hoja de captura correspondiente.
- 11.- Regresar los animales a su jaula habitual.
- 12.- Realizar los pasos del 1 al 10 para el resto de los grupos experimentales y el grupo de control o testigo.
- 13.- Aplicar la fórmula respectiva semanalmente y registrarla en sección incremento promedio semanal.

#### **4.6.2. Conversión Alimenticia**

El objetivo de este variable fue verificar la capacidad que tiene el animal para convertir el alimento en músculo o carne, durante el periodo de prueba.

## **Fundamento**

Este factor está definido como la relación que existe entre el consumo de alimento y la ganancia de peso vivo logrado durante un periodo de prueba. Mientras menor es la conversión más eficiente es en el animal el alimento. Este factor tiene importancia económica en los productores de alimentos así como también para los compradores potenciales.

## **Materiales**

- Lápiz
- Calculadora
- Hoja de registro de Datos sección (consumo efectivo)
- Hoja de registro de Datos sección (ganancia de peso)
- Hoja de registro de Datos sección (ICA)

## **Fórmula**

$$ICA = CAC/PA$$

ICA = Índice de Conversión Alimenticia

CAC= Cantidad de Alimento Consumido (g)

PA = Peso Alcanzado (g)

### **Método**

- 1.- Verificar que estén registrados los valores de las Hoja de registro de Datos (sección consumo efectivo y ganancia de peso)
- 2.- Aplicar la fórmula y registrar el valor obtenido en Hoja de registro de Datos sección (ICA)

#### **4.6.3. Consumo Promedio de Alimento Semanal**

Esta variable tiene como objeto dar a conocer la cantidad de alimento que fue consumido por cada grupo sometido al experimento, durante 1 mes de prueba.

### **Fundamento**

Se basa en un valor referencial a la cantidad de alimento que fue consumido de manera efectiva por cada tratamiento dividido para el número de animales presentes por cada tratamiento. Mientras mayor es su valor asegura una mayor ganancia de peso.

## **Materiales**

- Lápiz
- Hoja de registro de Datos (sección alimento suministrado)
- Hoja de registro de Datos (sección desperdicios)
- Hoja de registro de Datos (sección consumo efectivo)

## **Fórmula**

$$CAC = (CAS - CAD) / A$$

CAC = Cantidad de Alimento Consumido (g)

CAS = Cantidad de Alimento Suministrado (g)

CAD = Cantidad de Alimento Desperdiciado (g)

A = Número de Animales Presentes

## **Método**

- 1.- Registrar diariamente en la Hoja de registro de Datos (sección alimento suministrado) la cantidad de alimento que fue proporcionada a cada grupo sometido a prueba.
- 2.- Realizar una sumatoria semanal por cada grupo de los valores obtenidos en el paso 1.

3.- Verificar el registro semanalmente en la Hoja de registro de Datos (sección desperdicios) la cantidad de alimento que no fue consumido por cada grupo.

4.- Aplicar la fórmula correspondiente.

5.- Registrar los valores obtenidos en Hoja de registro de Datos (sección consumo efectivo).

#### **4.6.4. Índice de Mortalidad**

El fin de controlar esta variable fue para tener referencia sobre la cantidad de animales que desistieron la prueba antes del tiempo determinado de un mes, correspondiente a cada fase.

##### **Fundamento**

El control de esta variable fue determinada en porcentaje y expresa cuantos animales sometidos al experimento están vivos en el momento de la evaluación.

##### **Materiales**

- Lápiz
- Hoja de registro de Datos (sección Mortalidad)

**Fórmula**

$$M = (A*100)/B$$

A = # de animales presentes

B = # de animales sometidos al inicio del experimento

M = Mortalidad

**Frecuencia**

Diaria

**Método**

- 1.- Visualizar diariamente en las jaulas de cada grupo si existe algún animal que pereció.
- 2.- Registrar en la Hoja de registro de Datos sección mortalidad, el grupo al que pertenecía el cuy.
- 3.- Aplicar la fórmula de Mortalidad y registrar el porcentaje.

## **4.7. Análisis Económico**

Para realizar este análisis se siguió la metodología propuesta por el CIMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo, 1988)

### **4.7.1. Análisis de Presupuesto Parcial**

Mediante el análisis de presupuesto parcial se obtiene cual del los tratamientos evaluados aporta con un mayor beneficio neto parcial. Este valor se obtiene al restar el beneficio bruto de los costos que varían.

El costo total del alimento utilizado para este análisis, se lo obtuvo mediante el consumo promedio semanal durante fase de experimentación, multiplicado por el precio/Kg del consumo de dieta.

El costo promedio del alimento se lo obtuvo al dividir el consumo de alimento total durante la fase respectiva para el número de animales, multiplicado por el precio/Kg del consumo de dieta.

#### **4.7.2. Análisis de Dominancia**

Un tratamiento se considera dominado, si se presenta un ingreso neto menor a un costo mayor, que un tratamiento anterior. Los tratamientos evaluados se ordenan de menor a mayor costo variable, con su respectivo beneficio neto parcial, y se determina cual de los tratamientos es dominado.

#### **4.7.3. Análisis Marginal**

En este análisis sólo están involucrados aquellos tratamientos que no fueron dominados, debido a que se consideran como opciones de recomendación, y basado en los mismos se determina cual de los tratamientos da un mayor beneficio económico.

# CAPITULO 5

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de resultados de cada una de las variables estudiadas en el experimento tanto para la fase de Crecimiento y Acabado, se detallan a continuación. (Ver Tabla 10,11)

Cabe mencionar, que los datos obtenidos para cada una de las variables, fueron ajustados a los requerimientos estadísticos tales como: distribución normal, homogeneidad de varianza e independencia de errores.

Para el análisis de los resultados se utilizó el software estadístico SPSS 13/ Infostat 2.0. Además se aplicó la prueba de Kruskal Wallis (1952) para los datos que no presentaron una distribución normal.

TABLA 10

## COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CUYES ALIMENTADOS CON DOS NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO DURANTE LA FASE DE CRECIMIENTO

PARÁMETROS / SEMANAS	TRATAMIENTO 1				TRATAMIENTO 2				TRATAMIENTO 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>DIAS</b>	0	7	42	56	0	14	42	56	0	21	63	84
PESO TOTAL	0,757	0,82	0,81	1,078	0,683	0,722	0,945	1,34	0,72	0,921	1,266	1,69
PESO PROMEDIO	0,252	0,27	0,405	0,539	0,227	0,361	0,315	0,67	0,24	0,307	0,422	0,56333
NUMERO DE ANIMALES	3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3
AUMENTO TOTAL (kg)	0,44	0,07	-0,01	0,27	0,36	0,40	0,22	0,40	0,40	0,20	0,35	0,42
AUMENTO PROMEDIO (Kg)	0,15	0,02	-0,01	0,13	0,12	0,20	0,11	0,20	0,13	0,07	0,12	0,14
NUMERO DE DÍAS	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
PROMEDIO AUMENTO DIARIO (Kg)	0,020	0,00	0,00	0,02	0,02	0,029	0,02	0,03	0,0190	0,01	0,016	0,02
CONSUMO TOTAL (Kg)	0,81	1,02	0,87	1,16	0,75	0,99	0,99	1,15	0,73	1,16	1,47	1,61
CONSUMO PROMEDIO (Kg)	0,27	0,34	0,43	0,58	0,25	0,50	0,50	0,56	0,24	0,39	0,49	0,54
CONSUMO PROMEDIO DIARIO (Kg)	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,04	0,07	0,08	0,03	0,06	0,07	0,08
CONVERSIÓN ALIMENTICIA	2,00	16,19	88,43	4,37	2,35	1,21	4,44	2,74	1,81	5,77	4,26	3,80
AUMENTO TOTAL HASTA LA FECHA		0,50	0,49	0,76		0,04	0,63	1,02		0,60	0,95	1,37
PROMEDIO AUMENTO DIARIO HASTA LA FECHA		0,02	0,01	0,013		0,003	0,02	0,02		0,03	0,02	0,02
CONSUMO TOTAL HASTA LA FECHA		1,83	2,70	3,86		1,74	1,98	2,14		1,89	2,63	3,08
CONSUMO PROMEDIO DIARIO HASTA LA FECHA		0,09	0,06	0,07		0,12	0,05	0,04		0,09	0,04	0,04
CONVERSIÓN ALIMENTICIA HASTA LA FECHA		3,79	5,00	<b>5,30</b>		3,18	3,14	<b>2,11</b>		3,14	2,78	<b>2,25</b>

Elaborado por: Murillo I., asesoría Dr. Jhon Rodríguez (2008)

TABLA 11

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CUYES ALIMENTADOS CON 10% DE CASCARILLA DE CACAO DURANTE LA FASE DE ACABADO**

PARÁMETROS / SEMANAS	TRATAMIENTO 1				TRATAMIENTO 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4
DIAS	0	21	63	84	0	21	63	84
PESO TOTAL	1,081	1,354	1,3	1,63	1,113	1,305	1,605	1,782
PESO PROMEDIO	0,36	0,451	0,433	0,543	0,371	0,435	0,535	0,594
NUMERO DE ANIMALES	3	3	3	3	3	3	3	3
AUMENTO TOTAL (kg)	0,68	0,27	-0,05	0,33	0,71	0,20	0,29	0,18
AUMENTO PROMEDIO (Kg)	0,25	0,09	-0,02	0,11	0,24	0,07	0,10	0,06
NUMERO DE DÍAS	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
PROMEDIO AUMENTO DIARIO (Kg)	0,036	0,01	-0,002	0,02	0,03	0,009	0,01	0,01
CONSUMO TOTAL (Kg)	1,29	1,63	1,52	1,85	1,21	1,43	1,63	1,87
CONSUMO PROMEDIO (Kg)	0,43	0,54	0,51	0,62	0,40	0,48	0,54	0,62
CONSUMO PROMEDIO DIARIO (Kg)	0,06	0,08	0,07	0,09	0,06	0,07	0,08	0,09
CONVERSIÓN ALIMENTICIA	1,70	5,97	-36,43	5,51	1,68	7,62	5,51	11,11
AUMENTO TOTAL HASTA LA FECHA		0,95	0,90	1,23		0,91	1,20	1,38
PROMEDIO AUMENTO DIARIO HASTA LA FECHA		0,05	0,01	0,015		0,043	0,02	0,02
CONSUMO TOTAL HASTA LA FECHA		2,92	3,15	3,37		2,63	3,06	3,50
CONSUMO PROMEDIO DIARIO HASTA LA FECHA		0,14	0,05	0,04		0,13	0,05	0,04
CONVERSIÓN ALIMENTICIA HASTA LA FECHA		1,78	3,57	2,67		2,90	2,56	2,60

Elaborado por: Murillo I., asesoría Dr. Jhon Rodríguez (2008)

## Resultados obtenidos en la Fase de Crecimiento

### Incremento Semanal de Peso

Con relación a esta variable, los resultados obtenidos para cada tratamiento y según el análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia, estos demostraron que no hubo diferencias estadísticas significativas en esta fase.

Por lo que indica que se acepta la Hipótesis Nula de que todos los tratamientos son iguales entre sí, y se rechaza la respectiva Hipótesis Alternativa de que al menos un tratamiento es diferente. (Ver tabla 12)

**TABLA 12**

### ANÁLISIS DE VARIANZA DEL INCREMENTO DE PESO AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN CUYES ALIMENTADOS CON 2 NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO

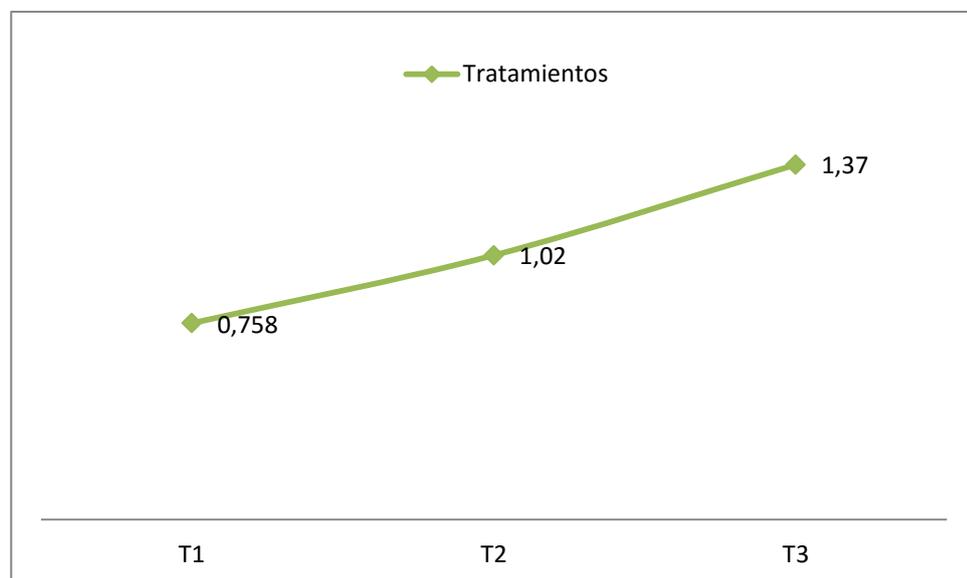
FASE	F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p ( $p \leq 0.05$ )
<b>CRECIMIENTO</b>	T.	0.19	2	0.09	-	-
	E.E	0.00	0	0.00		*
	Total	0.19	2			

T.= Tratamiento, R.= Repetición,  
 E.E= Error Experimental  
 \*= Estadísticamente No Significativo  
 DS= Estadísticamente Significativo

Numéricamente que el tratamiento que tuvo un mayor incremento de peso fue el T3, seguido del T2 y T1. (Ver gráfico 4.1)

**GRÁFICO 4.1**

**INCREMENTO DE PESO (Kg) DE CUYES ALIMENTADOS CON DOS NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO EN LA FASE DE CRECIMIENTO**



Los resultados obtenidos por Vílchez, M (1989) en sus investigaciones con cuyes alimentados de dietas que contenían de cascarilla de cacao, demuestran que el tratamiento con más bajo nivel de cascarilla de cacao (5%) tuvo un segundo incremento de peso más favorable.

Esta situación no fue similar a los datos obtenidos en este estudio, en donde el segundo mejor incremento de peso se lo obtiene con el tratamiento que tiene el más alto nivel de cascarilla de cacao.

Wheat *et. al.* 1962, en sus estudios realizados con niveles bajos 14% y altos 28% de proteína en raciones para crecimiento, señalan mayores ganancias de peso y aumento en el consumo de alimento en los cuyes que recibieron las raciones con menor nivel proteico. En este estudio, aparentemente el T3, tuvo el nivel más bajo de proteína, seguido del T2=40% de cascarilla de cacao y T1=10% de cascarilla de cacao, razón que justifica el incremento de peso obtenido, corroborando el estudio de Wheat *et al.* 1962 (citado por Chauca, 1997)

Augustin *et. al.*, (1984), al evaluar raciones heteroproteicas, con niveles entre 13 y 25 por ciento, no encontró diferencia estadística ( $p < 0,01$ ) para los incrementos totales. Estos resultados, pueden considerarse similares al los obtenidos en este estudio, debido a que los niveles de proteína se encuentran dentro de ese rango.

### Consumo Promedio de Alimento Semanal

El análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia realizado a esta variable, determinó que no existieron diferencias significativas durante esta fase.

Esto implica que se acepta la Hipótesis Nula de que los tratamientos son iguales entre si y se rechaza la Hipótesis Alternativa de que al menos un tratamiento es diferente a los demás. (Ver tabla 13)

**TABLA 13**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO SEMANAL AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN CUYES ALIMENTADOS CON 2 NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO**

FASE	F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	( $p \leq 0.05$ )
<b>CRECIMIENTO</b>	T.	1.48	2	0.74	-	-	*
	E.E	0.00	2	0.74	-		
	Total	1.48	0				

T.= Tratamiento, R.= Repetición,

E.E= Error Experimental

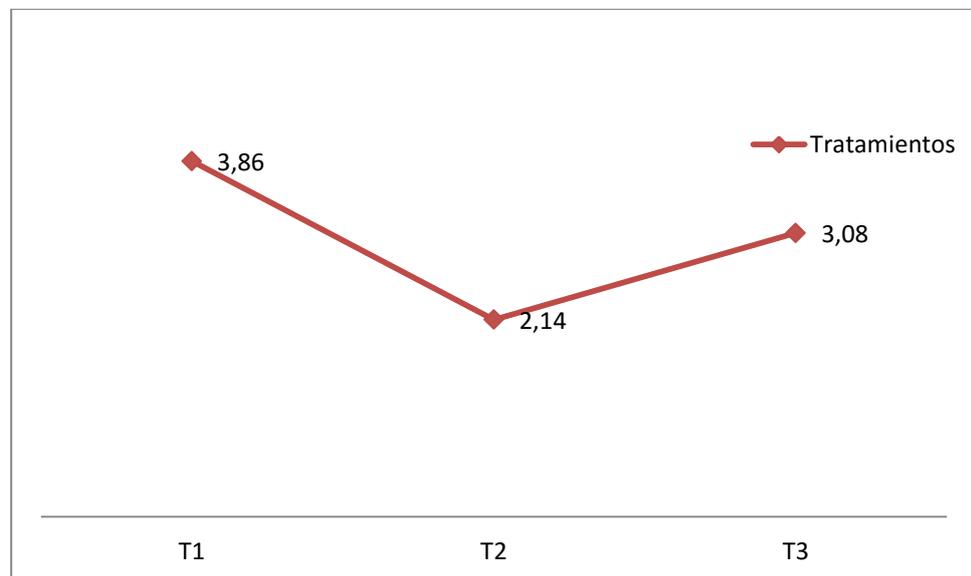
\*= Estadísticamente No Significativo

DS= Estadísticamente Significativo

Numéricamente, al finalizar la fase de crecimiento el tratamiento que tuvo un mayor consumo de alimento fue el T1=3.86kg, seguido del T3=3.08kg y finalmente el T2=2.14kg (ver gráfico 4.3). Aparentemente, se puede decir que a niveles menores de inclusión de cascarilla de cacao, los cuyes no denotan la percepción del sabor de cacao, llegando a consumir cantidades similares al tratamiento Testigo.

#### GRÁFICO 4.2

##### CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO (Kg) DE CUYES ALIMENTADOS CON DOS NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO EN LA FASE DE CRECIMIENTO



El comportamiento de esta variable, registrado en la fase de crecimiento se observa que el T1= 10% de cascarilla de cacao posee el mayor consumo de alimento, este resultado difiere a los obtenidos por Wheat *et. al.*1962 y citado por Chauca, 1997, los mismos que comprobaron que con niveles bajos 14% y altos 28% de proteína en raciones para crecimiento, existe un mayor aumento en el consumo de alimento en los cuyes que recibieron las raciones con menor nivel proteico.

### **Conversión Alimenticia**

Los resultados obtenidos en esta variable, mediante el análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia, indicaron que no hubo diferencias significativas durante esta fase. Por lo tanto se acepta la Hipótesis Nula de que todos los tratamientos son iguales. (Ver tabla 14)

TABLA 14

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA AL  
5% DE SIGNIFICANCIA EN CUYES ALIMENTADOS CON 2  
NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO**

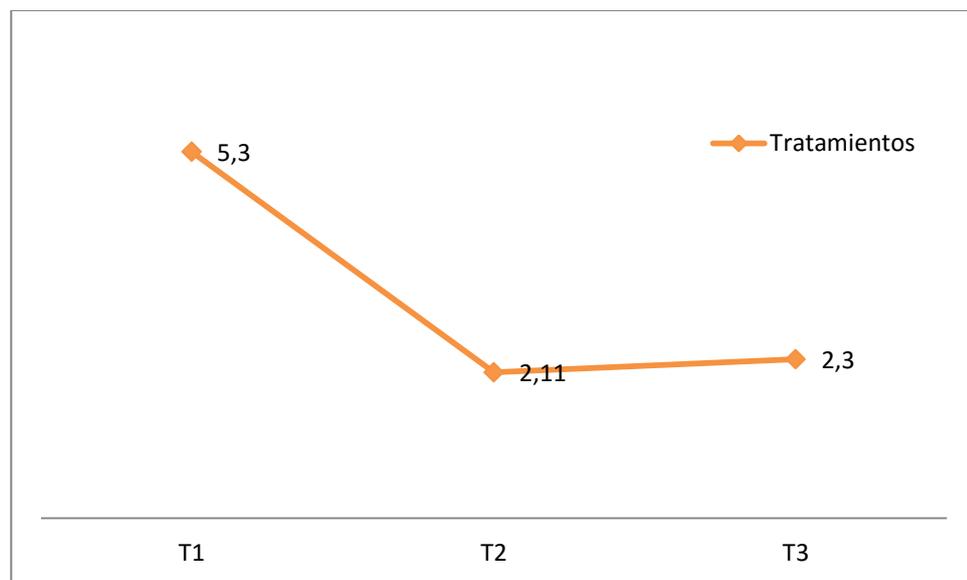
FASE	F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	( $p \leq 0.05$ )
CRECIMIENTO	T.	6.40	2	3.2	-	-	*
	E.E	0.00	0	0			
	Total	6.40	2				

T.= Tratamiento, R.= Repetición,  
E.E= Error Experimental  
\*= Estadísticamente No Significativo  
DS= Estadísticamente Significativo

La prueba de significancia de Tukey al 5% de significancia, no fue necesario realizarla, sin embargo a pesar de que estadísticamente los tratamientos producen el mismo efecto, numéricamente al finalizar esta fase, el T2=40% de cascarilla de cacao, tuvo un valor de conversión alimenticia más eficiente con 2.11, seguido del T3=tratamiento Testigo con 2.3, y T1=10% de cascarilla de cacao (Ver gráfico 4.3)

GRÁFICO 4.3

**CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE CUYES ALIMENTADOS CON DOS NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO EN LA FASE DE CRECIMIENTO**



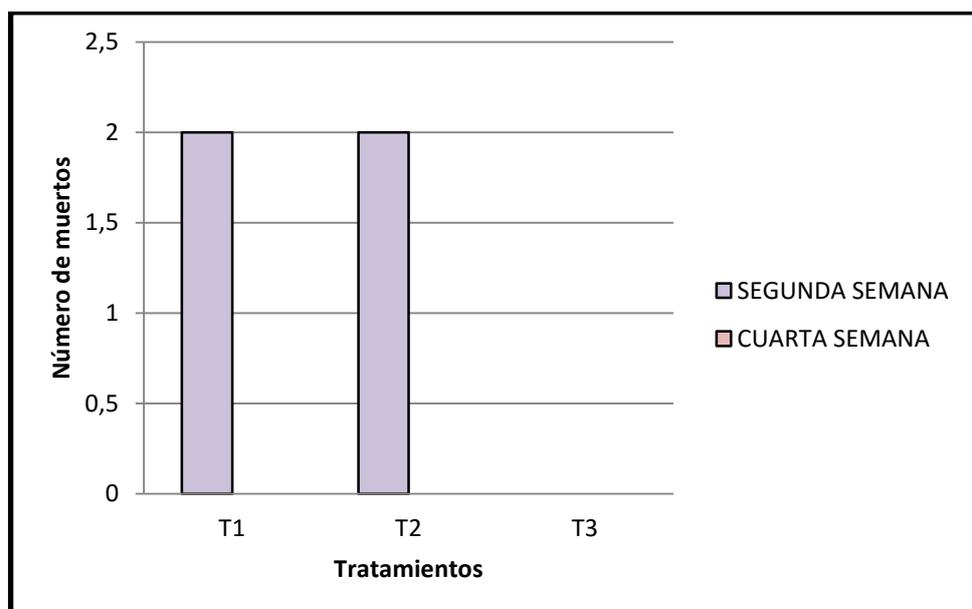
En cuanto a resultados obtenidos en otras investigaciones, Vílchez, M. (1989) destaca índices de conversión alimenticia superiores al 3.00. Estos resultados son similares a los obtenidos en el T1, sin embargo, se debe considerar que dietas con 40% de cascarilla de cacao, no fueron evaluadas por Vilchez, M. pero se obtuvo la mejor conversión alimenticia en este estudio.

### Índice de Mortalidad

Estos valores registrados en la segunda. En el gráfico 4.4 se puede apreciar el número de animales que murieron en la fase de crecimiento.

#### GRÁFICO 4.4

#### ÍNDICE DE MORTALIDAD EN CUYES ALIMENTADOS CON 2 NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO DURANTE LA FASE DE CRECIMIENTO



En esta fase el índice de mortalidad se presentó para el T1 y T2 con 22.22%.

El Departamento de Agricultura estadounidense, identifica que en los granos de cacao existen sustancias antinutritivas como teobromina y teofilina, los cuales son tóxicos para la mayoría de los animales hasta provocar la muerte.

La raíz de este efecto se debe a la lentitud con la que el organismo es capaz de disolver la teobromina. Su tiempo para digestión en ratas es muy lento, lo que provoca el efecto devastador en los animales. Esta investigación, sustenta la existencia de índices de mortalidad obtenidos en esta fase en los tratamientos con cascarilla de cacao.

## Resultados obtenidos en la Fase de Acabado

### Incremento Semanal de Peso

Con relación a esta variable, los resultados obtenidos para cada tratamiento y según el análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia, no hubo diferencias estadísticas significativas. Por lo que indica que se acepta la Hipótesis Nula de que todos los tratamientos son iguales entre sí, y se rechaza la respectiva Hipótesis Alternativa de que al menos un tratamiento es diferente. (Ver tabla 15)

**TABLA 15**

### **ANÁLISIS DE VARIANZA DEL INCREMENTO DE PESO AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN CUYES ALIMENTADOS CON 2 NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO**

<b>FASE</b>	<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>	<b>(<math>p \leq 0.05</math>)</b>
<b>ACABADO</b>	T.	0.01	1	0.01	-	-	*
	E.E	0.00	0	0.00			
	Total	0.01	1				

T.= Tratamiento, R.= Repetición

E.E= Error Experimental

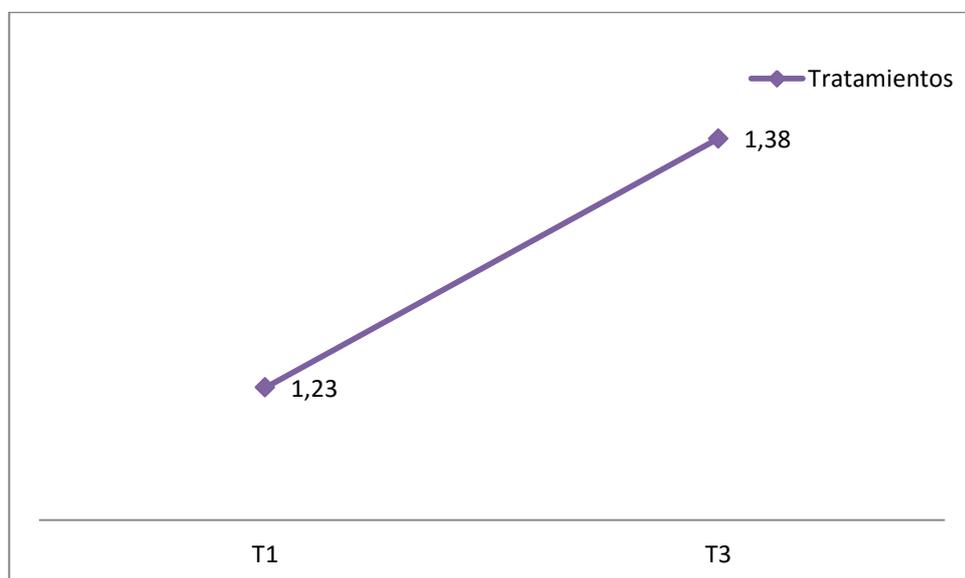
\*= Estadísticamente No Significativo

DS= Estadísticamente Significativo

Estos resultados sugieren que posiblemente la composición de las dietas en estudio, podría influir directamente en el incremento de promedio peso semanal.

#### GRÁFICO 4.5

#### INCREMENTO DE PESO (Kg) DE CUYES ALIMENTADOS CON 10% DE CASCARILLA DE CACAO EN LA FASE DE ACABADO



Los resultados obtenidos, basados en el estudio realizado por Wheat *et. al.*, 1962, posiblemente se pueden interpretar que el T3, tuvo niveles de proteína menor al T1, razón por la cual el primero señalan mayores ganancias de peso en cuyes.

### Consumo Promedio de Alimento Semanal

El análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia realizado a esta variable, determinó que no existió diferencias significativas durante esta fase. Esto implica que se acepta la Hipótesis Nula de que los tratamientos son iguales entre si y se rechaza la Hipótesis Alternativa de que al menos un tratamiento es diferente a los demás. (Ver tabla 16)

**TABLA 16**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO SEMANAL AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN CUYES ALIMENTADOS CON 2 NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO**

FASE	F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p ( $p \leq 0.05$ )
<b>ACABADO</b>	T.	0.01	1	0.01	-	- *
	E.E	0.00	0	0.00		
	Total	0.01	1			

T.= Tratamiento,

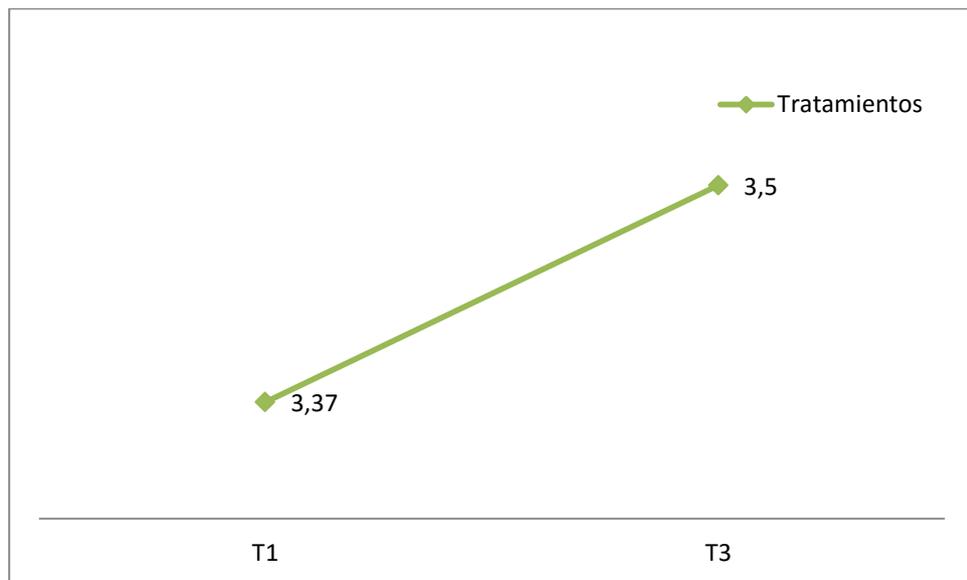
E.E= Error Experimental

\*= Estadísticamente No Significativo

DS= Estadísticamente Significativo

El gráfico 4.6, se puede observar que el consumo de alimento tuvo una tendencia a ser T3 fue superior al T1.

**GRÁFICO 4.6**  
**CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO (Kg) DE CUYES**  
**ALIMENTADOS CON 10% DE CASCARILLA DE CACAO EN LA FASE**  
**DE CRECIMIENTO**



McDonald *et al.*, 1981, destaca que la regulación del consumo voluntario lo realiza el cuy en base al nivel energético de la ración. Una ración más concentrada nutricionalmente en carbohidratos, grasa y proteínas determinan un menor consumo. Esto corrobora, que existió una mayor concentración de proteínas en el T1 *versus* T3, lo que influye en la cantidad de alimento consumido.

Adicionalmente, McDonald *et. al.*, (1981) interpreta que la diferencia en consumos puede deberse a factores palatables; sin embargo, no existen pruebas que indiquen que la mayor o menor palatabilidad de una ración tenga efecto sobre el consumo de alimento a largo plazo.

### **Conversión Alimenticia**

Los resultados obtenidos en esta variable, mediante el análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia, indicaron que no hubo diferencias significativas durante la fase de acabado. Por lo tanto se rechaza la Hipótesis Alternativa de que al menos uno de los tratamientos es diferente. (Ver tabla 17)

**TABLA 17**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA AL 5% DE SIGNIFICANCIA EN CUYES ALIMENTADOS CON 2 NIVELES DE CASCARILLA DE CACAO**

FASE	F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	( $p \leq 0.05$ )
<b>ACABADO</b>	T.	0.00	1	0.0	-	-	*
	E.E	0.00	0	0.0			*
	Total	0.00	1				

T.= Tratamiento,

E.E= Error Experimental

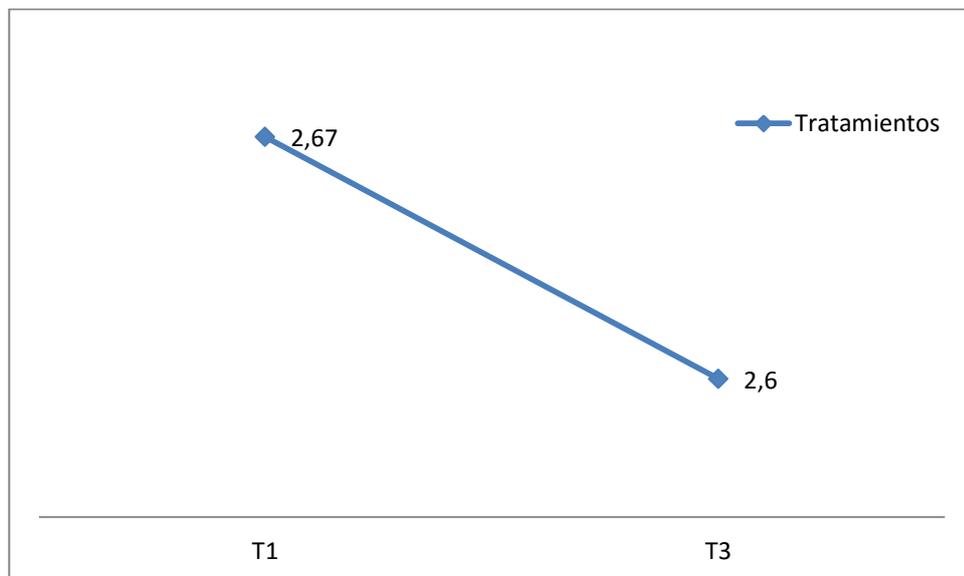
\*= Estadísticamente No significativo

DS= Estadísticamente Significativo

Numéricamente, en esta fase el índice de conversión alimenticia por parte de T1 (2.67) fue mayor a T3 (2.6) (Ver gráfico 4.7). Es decir, el T3 presentó una respuesta más favorable en términos de conversión alimenticia.

**GRÁFICO 4.7**

**CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE CUYES ALIMENTADOS CON 10% DE  
CASCARILLA DE CACAO EN LA FASE DE ACABADO**



La interpretación de esta variable involucra aspectos económicos ya que su explicación no es más que la cantidad de alimento que se necesita para producir cierta cantidad de peso.

Y dado que la alimentación influye en el costo, la conversión alimenticia es un factor de relevancia en cuanto a producción animal.

Estos resultados, difieren a los obtenidos por Vílchez, M. (1989) en donde destaca que los tratamientos con base de cascarilla de cacao tuvieron índices de conversión alimenticia superiores al 3.00.

### **Índice de Mortalidad**

En la fase de acabado el porcentaje de mortalidad fue 0%, debido a que a medida que crece el animal, las posibilidades de sobrevivencia son mayores.

Considerando otros estudios realizados en raciones para acabado de cuyes, Vílchez, M. (1989) destaca que durante sus investigaciones el efecto de la cascarilla de cacao no produjo cuadros clínicos de intoxicación. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en este estudio, en donde durante la fase de acabado se obtuvo 0% de mortalidad, lo que indica que no existieron problemas clínicos o de intoxicación, como los que destaco Vílchez, M. (1989)

### **Estimación del Costo de las Dietas**

La estimación del costo parcial de las dietas se lo realizó considerando el costo en que se encuentran los insumos de las dietas *versus* su porcentaje de inclusión. Cabe mencionar que en el tratamiento Testigo, no se pudo realizar el detalle de su fórmula porque los porcentajes de inclusión para este estudio no fueron proporcionados por la empresa Diamasa S.A; sin embargo, el costo por kilogramo de alimento fue facilitado por ellos (\$0.30/Kg)

En la tabla 18 se detallan los precios con los que se realizó esta estimación y el costo de las dietas experimentales.

Cabe notar, que entre los componentes de las dietas (Tratamientos), la cascarilla de cacao presentó un costo de insumo de \$0.07ctvs, el mismo que fue considerablemente bajo en relación a los otros.

TABLA 18

COSTO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES						
COMPONENTES	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2		
	FÓRMULA (%)	Para 100 Kg (\$)	COSTO (\$)	FÓRMULA (%)	Para 100 Kg (\$)	COSTO (\$)
MAIZ	32.70	0.30	9.81	26.00	0.30	7.80
AFRECHILLO	15.25	0.24	3.66	0.00	0.24	0.00
ALFARINA	20.00	0.40	8.00	20.00	0.40	8.00
PASTA DE SOYA	12.35	0.50	6.175	12.30	0.50	6.50
AFRECHO DE CERVEZA	8.00	0.24	1.92	0.00	0.24	0.00
CASCARILLA DE CACAO	10.00	0.07	0.7	40.00	0.07	2.80
NÚCLEO DE VITAMINAS	1.00	1.48	1.48	1.00	1.48	1.48
FOSFATO MONOCÁLCICO	0.7	0.60	0.42	0.7	0.60	0.42
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>32.165</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>26.65</b>
	<b>COSTO / 100 KILOS (\$)</b>		<b>32.165</b>	<b>COSTO / 100 KILOS (\$)</b>		<b>26.65</b>
	<b>COSTO / KILO (\$)</b>		<b>0.32165</b>	<b>COSTO / KILO (\$)</b>		<b>0.2665</b>

Elaborado por: Murillo C., 2008

### **Costo Total del de Alimento**

El tratamiento Testigo tuvo un mayor costo de alimentación durante la fase de Crecimiento con \$1.54 *versus* T1=10% de Cascarilla de Cacao (\$1.46). Lo que indica que el T1 fue más económico en cuanto a costo de alimentación que el T3 (tratamiento Testigo)

Durante la fase de Acabado, el tratamiento que resultó menos económico fue el T1 con \$2.01, mientras que el más rentable económicamente fue el T3 con \$1.83.

### **Costo Promedio de Alimento**

Durante la fase de Crecimiento, el T3 tuvo un costo de \$0.17 seguido del T1 y T2=40% de cascarilla de cacao con \$0.16. El costo más elevado lo muestra el T3.

En la fase de Acabado, el tratamiento que resultó más económico con \$0.20 fue el T3 (tratamiento Testigo), y el menos económico fue el T1 (\$0.22).

## Análisis Económico en la Fase de Crecimiento

### Análisis de Presupuesto Parcial

El análisis económico del experimento determinado durante la fase de Crecimiento; demostró que el tratamiento Testigo reportó un mayor costo que varía; con un mayor beneficio neto el tratamiento 1. (Ver tabla 19)

**TABLA 19**

<b>ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL EN LA FASE DE CRECIMIENTO</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>TRATAMIENTO</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Rendimiento</b>			
- Peso alcanzado (kg)	0.437	0.464	0.458
- Precio/kg alcanzado (\$)	0.139	0.125	0.137
- Precio/Kg (contante, \$)	10.00	10.00	10.00
- <b>Beneficio Bruto (\$)</b>	<b>1.39</b>	<b>1.25</b>	<b>1.37</b>
<b>Costos que varían (\$)</b>			
- Costo Total del Alimento	1.467	1.468	1.537
- Costo Promedio del Alimento	0.1630	0.1631	0.171
- Total costos que varían	<b>0.1630</b>	<b>0.1631</b>	<b>0.171</b>
- <b>Beneficio Neto (\$)</b>	<b>1.227</b>	<b>1.087</b>	<b>1.199</b>

Elaborado por: Murillo C., basado en CIMMYT (*Perrin et. al., 1976*)

### Análisis de Dominancia

En el análisis de dominancia realizado en la fase de Crecimiento se comprobó que el T2 y T3 fueron dominados por el T1 (ver tabla 20). Lo que quiere decir que, el T1=10% de cascarilla de cacao tuvo la mejor relación en cuanto a beneficio neto *versus* costos que varían, ya que no existió otro tratamiento que produzca un elevado beneficio neto con un bajo costo de inversión; esta relación inclina al T1 a dominar al resto de los tratamientos.

**TABLA 20**

<b>ANÁLISIS DE DOMINANCIA EN LA FASE DE CRECIMIENTO</b>			
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>COSTOS QUE VARÍAN (\$)</b>	<b>BENEFICIO NETO (\$)</b>	<b>DOMINANCIA</b>
T1	0.1630	1.227	<b>NO DOMINADO</b>
T2	0.1631	1.087	DOMINADO
T3 (testigo)	0.171	1.199	DOMINADO

Elaborado por: Murillo C., basado en CIMMYT (*Perrin et. al., 1976*)

### **Análisis Marginal**

Debido a que sólo existió un tratamiento NO DOMINADO, el mismo que no pudo ser superado en términos de beneficio neto parcial y costos que varían, no se pudo realizar el respectivo análisis marginal, razón que justifica los hechos, debido a que este se base en una comparación de tasas marginales y al no existir otro tratamiento NO DOMINADO para realizar dicha comparación, su aplicación fue limitada.

Los resultados por Vílchez, M (1989) comprobaron que una dieta para cuyes, que contenga cascarilla de cacao en porcentajes desde el 5% -15% disminuye considerablemente el costo/kg de peso vivo ganado.

Económicamente, este insumo no tradicional evidentemente contribuye a disminuir el costo de producción de una dieta, como se lo demostró en este estudio, en donde la cascarilla de cacao aporta con menor costo en las dietas evaluadas.

## Análisis Económico en la Fase de Acabado

### Análisis de Presupuesto Parcial

Durante la fase de acabado, el T1=10% de cascarilla de cacao aportó con mayores costos que varían (\$0.224), y en menor proporción el T3=0% de cascarilla de cacao; pero a su vez el beneficio neto parcial fue superior en el T1 con \$0.02ctvs T3. (Ver tabla 21)

**TABLA 21**

<b>ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL EN LA FASE DE ACABADO</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Rendimiento</b>		
- Peso alcanzado (kg)	0.5173	0.538
- Precio/kg alcanzado (\$)	0.1655	0.1614
- Precio/Kg (contante, \$)	10.00	10.00
- <b>Beneficio Bruto (\$)</b>	<b>1.655</b>	<b>1.614</b>
<b>Costos que varían (\$)</b>		
- Costo Total del Alimento	2.014	1.837
- Costo Promedio del Alimento	0.224	0.204
- Total costos que varían	<b>0.224</b>	<b>0.204</b>
- <b>Beneficio Neto (\$)</b>	<b>1.431</b>	<b>1.41</b>

Elaborado por: Murillo C., basado en CIMMYT (*Perrin et. al., 1976*)

### Análisis de Dominancia

En la fase de acabado los dos tratamientos evaluados fueron NO DOMINADOS, y el tratamiento que presentó un mayor beneficio neto fue el T1.

Sin embargo, la decisión ideal no sólo lleva a escoger el tratamiento que posee un mayor beneficio neto, sino aquel que es compatible con una tasa marginal de retorno superior (TRM) al 25% (Ver tabla 22)

**TABLA 22**

<b>ANÁLISIS DE DOMINANCIA EN LA FASE DE ACABADO</b>			
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>COSTOS QUE VARÍAN (\$)</b>	<b>BENEFICIO NETO (\$)</b>	<b>DOMINANCIA</b>
<b>T3</b>	0.204	1.41	<b>NO DOMINADO</b>
<b>T1</b>	0.224	1.431	<b>NO DOMINADO</b>

Elaborado por: Murillo C., basado en CIMMYT (*Perrin et. al., 1976*)

### Análisis Marginal

El análisis marginal realizado a la fase de acabado consistió en comparar el beneficio neto *versus* los costos que varían, y se obtuvo como respuesta que el tratamiento Testigo, tuvo una Tasa de Retorno Marginal (TRM) del 105%. Este porcentaje indica que por cada dólar que se invierta, retornará \$1.05 centavos. (Ver tabla 23)

**TABLA 23**

<b>ANÁLISIS MARGINAL EN LA FASE DE ACABADO</b>					
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>BENEFICIO NETO (\$)</b>	<b>BENEFICIO NETO MARGINAL (\$)</b>	<b>COSTOS QUE VARÍAN (\$)</b>	<b>COSTO MARGINAL (\$)</b>	<b>TMR (%)</b>
<b>T3</b>	1.41	<b>0.021</b>	0.204	<b>0.02</b>	<b>105</b>
T1	1.431		0.224		

Elaborado por: Murillo C., basado en CIMMYT (*Perrin et. al., 1976*)

# CAPITULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento, se puede indicar las siguientes conclusiones:

- a. El mejor incremento semanal de peso en la fase de Crecimiento se registró en los cuyes alimentados con el tratamiento Testigo, seguido del T2. Mientras que en la fase de Acabado, fue el tratamiento Testigo quien tuvo un mayor incremento.
  
- b. La mejor conversión alimenticia en la fase de Crecimiento se registró en los cuyes alimentados con el tratamiento del 40% de cascarilla de cacao, seguido del tratamiento con 0% de cascarilla de cacao. En la fase de acabado el tratamiento Testigo tuvo mejor resultado en esta variable.

- c. Los menores índices de mortalidad en la fase de Crecimiento se registraron en el T1 y T2. En la fase de Acabado, no se registró índices de mortalidad.
  
- d. El mejor beneficio neto en la fase de Crecimiento lo presentó la dieta con el nivel de cascarilla de cacao de 10%. En la fase de Acabado, el mejor beneficio neto lo presentó la dieta Testigo, con una tasa marginal de retorno del 105%.

En base a los resultados obtenidos se puede recomendar lo siguiente:

1. Se recomienda realizar este estudio en otras regiones del país, en donde el clima sea más favorable para el desarrollo de esta especie.
  
2. Realizar futuras investigaciones con el empleo de otros niveles de cascarilla de cacao, y en otras fases con el objeto de analizar el efecto de este insumo no tradicional en la alimentación de cuyes y determinar el nivel adecuado y económico para su uso en la industria de balanceados.

3. Realizar estudios con cascarilla de cacao para determinar la factibilidad de incorporar este insumo en la alimentación de otras especies.
4. Se recomienda el uso de la cascarilla de cacao en la alimentación de cuyes en etapa de crecimiento a un nivel del 10%, debido a su beneficio económico, en las condiciones en las que se realizó la investigación.
5. Se recomienda el uso de 10% de cascarilla de cacao en términos de consumo y palatabilidad, bajo las condiciones en las que se realizó esta investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AKINSOYINU A.O, *et. al.*, Studies on the Utilization of Cocoa (*Theobroma cacao L.*) seed shells by sheep and goats in Nigeria. Actas. Proceedings., Hefors (RU), Stephen Austin and Song, 1998, p. 867- 871
2. ALTAMIRANO A. (1986), La Importancia Del Cuy: Un Estudio Preliminar, UNMSM, Lima – Perú, Serie Investigaciones N°8, p. 61
3. BAZARTE HUMBERTO, *et. al.*, La Cáscara De Cacao (*Theobroma cacao*): Una Posible Fuente De Pectinas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 2008, Vol. 58, nº 1, p. 64-70

4. CAMPABADAL C. M.,1993, El Valor Nutritivo y la Utilización de Subproductos Agroindustriales para la Alimentación Aviar. Asociación Americana de Soya, AN, N°120, Mexico.
5. CASTILLEJO G., *et. al.*, Estudio controlado randomizado, a doble ciego, evaluando el efecto de un suplemento de cáscara de cacao rico en fibra sobre el tránsito colónico en pacientes pediátricos con constipación, *Nutr. Hosp.*, Vol. 21, Supl. 1, Madrid, Mayo 2006, p. 90-96
6. CASTRO HEVER, “Formulación de Dietas Balanceadas en base a granos de desecho de maíz, trigo y cebada para Cuyes” (Tesis, Facultad de Biología y Agricultura, Brigham Young University, 2000).
7. CHAUCA LILIA (1997), “Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*), Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA, La Molina, Perú (1995).
8. COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES S.A. (1998), Manual para Cultivo de Cacao, Edilnaco Ltda, Colombia, 3era. Edición.

9. CONVENIO MAG/IICA, Informe de Identificación de Mercados y Tecnología para Productos Agrícolas Tradicionales de Exportación, Mayo 2001, Quito – Ecuador
10. ENRIQUEZ MARÍA, *et. al.*, Normas Generales Para La Crianza De Cuyes, Dirección Regional Agraria Junín, Junín – Perú, Vol. 1, 2004
11. ESPÍN LIZ, *et. al.*, “Proyecto de Inversión para la Producción y Comercialización del Cuy (*Cavia porcellus*) como una Alternativa para el Consumo Local y Desarrollo de su Potencial Exportación”, (Tesis, Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas, 2004)
12. LOPÉZ EDMUNDO (1993), “Producción de Cuyes”, División de Especies Menores de Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito – Ecuador.
13. MOULAY LEILA, *et. al.*, Method For Changing Colour And Ph In The Production of A Highly – Soluble, Fibre – Rich Cocoa Extract, And Use Of Said Extract, WO/2007/110452
14. QUINTERO MARÍA LILIANA, *et. al.*, El Mercado Mundial Del Cacao, Agroalim., Jan 2004, Vol. 9, nº 18, p. 47-59

15. RAMÍREZ PEDRO, Estructura y Dinámica de la Cadena del Cacao en el Ecuador, Sistematización de Información y Procesos en Marcha, Documento Técnico, 1er. Borrador, Junio 2006, Quito – Ecuador
16. RODRÍGUEZ LUIS, Crianza De Cuy , Instituto Nacional de Investigación Agraria, Edición Monserrat, Lima – Perú
17. VILCHEZ M, *et. al.*, Subproductos de Cacao en la Alimentación De Cuyes (*Cavia porcellus*), Lambayeque. XII Reunión APPA, Lima 1989, Resúmenes de Investigaciones en Cuyes, INIA, Serie Lima-Perú, Junio 1994, Informe Técnico N°6, p.94
18. ZAPATA ARBELÁEZ, *et. al.*, Uso de Algunos Subproductos Agrícolas en la Alimentación Animal Y Lacto-Inducción en Vacas Lecheras, Palmira (Colombia), Instituto Colombiano Agropecuario 1985, p. 17-25
19. ZLATKO KALVATCHEV, *et. al.*, *Theobroma cacao* L: Un Nuevo Enfoque para la Nutrición Y Salud, Agroalim., N°6, Junio 2008, p. 23-25
20. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao ([www.anecacao.com](http://www.anecacao.com))

21. Centro de Experimentación y Producción Salache. Proyecto de Mejoramiento de la Producción Cavícola en el Ceypsa ([www.ceypsa.utc.edu.ec](http://www.ceypsa.utc.edu.ec))
22. Compañía Ecuatoriana Productora de Derivados del Cacao ([www.ecuacocoa.com](http://www.ecuacocoa.com))
23. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos ([www.inec.gov.ec](http://www.inec.gov.ec))
24. Ministerio de Agricultura de Perú ([www.minag.gob.pe](http://www.minag.gob.pe))
25. Ministerio de Agricultura Ganadería y Acuacultura y Pesca del Ecuador ([www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec))
26. Ministerio de Agricultura y Ganadería Acuacultura y Pesca, Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA) ([www.mag.gov.ec](http://www.mag.gov.ec))
27. Nutrar, Prevención y Salud Plena ([www.nutrar.com](http://www.nutrar.com))
28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. División de Operaciones de Emergencia y Rehabilitación ([www.fao.org](http://www.fao.org))

29. Perúcuy ([www.perucuy.com](http://www.perucuy.com))

30. Rainer María Rilke. Proyecto de Investigación Global Económico para el Desarrollo Social (PRM – PRIGEDS) ([www.ricardo.bizhat/rmr/prigeds](http://www.ricardo.bizhat/rmr/prigeds))

31. Soluciones Prácticas – ITDG (Intermediate Technology Development Group) ([www.solucionespracticas.org.pe](http://www.solucionespracticas.org.pe))

32. United Nations Conference on Trade – Development ([www.unctad.org](http://www.unctad.org))