

# **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**

Iveth Murillo C.  
MSc. Miguel Quilambaqui Jara  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral,  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador.  
ivetth1985@hotmail.com  
mquilamb@espol.edu.ec

## **Resumen**

*El Ecuador ha sido tradicionalmente uno de los países mayores productores de cacao fino y de aroma. Esta actividad agrícola tuvo una historia relevante en la economía nacional, debido a la generación de fuente de divisas y trabajo para nuestro país por el lapso de varias décadas. Esto ha permitido la implementación y desarrollo de empresas agroindustriales en nuestro país, donde se procesa el cacao (*Theobroma cacao L.*) hasta obtener semielaborados y otros productos a base de chocolate. Como todos sabemos, estos procesos generan grandes desperdicios, siendo uno de ellos, la cascarilla de cacao, que contiene nutrientes y elementos que han sido aprovechados en otros países, como una alternativa alimenticia para animales menores, entre ellos el cuy (*Cavia porcellus L.*). El objetivo de este estudio es evaluar el uso de la cascarilla de cacao como fuente energética de origen no tradicional en la elaboración de un balanceado para la fase de crecimiento y acabado en cuyes andinos. Los factores claves analizados fueron el consumo de alimento, mortalidad, incremento peso y conversión alimenticia de los cuyes además del beneficio económico del uso de la cascarilla de cacao.*

**Palabras claves:** *cascarilla de cacao, cuy, balanceado, consumo de alimento, mortalidad, incremento de peso, conversión alimenticia, análisis económico.*

## **Abstract**

*Ecuador has been traditionally one of the producing greater countries of fine cacao and aroma. This agricultural activity had an excellent history in the national economy, due to the generation of source of currencies and work for our country by the lapse of several decades. This has allowed to the implementation and development of agro-industrial companies in our country, where the cacao is processed (*Theobroma cacao L.*) until obtaining half-finished and other products with chocolate. As all we know, these processes generate great wastes, being one of them, the cacao husk, that contains nutrients and elements that have been taken advantage of in other countries, like a nutritional alternative for smaller animals, among them the guinea pig (*Cavia porcellus L.*). The objective of this study is to evaluate the use of the husk of cacao like power source of nontraditional origin in the elaboration of balancing for the Andean phase of growth and finishing in cuyes. The analyzed key factors were the food consumption, mortality, increase weight and nutritional conversion of cuyes in addition to the economic benefit of the use of the cacao husk.*

## 1. Introducción

Según datos del Censo Nacional Agropecuario, la producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) para el año 2004/2005 (año cacaotero octubre 2004 – octubre 2005) fue alrededor de 110.000 toneladas métricas anuales. 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%. Esto indica que la actividad cacaotera del país generó un promedio de 13.200 ton/año de cáscaras en el lapso señalado por el INEC [2].

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

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.

### 1.2. Obtención de la cascarilla de cacao

El cacao en grano se obtiene a partir de las semillas del cacao. 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 [4]. 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 obteniendo como residuo de este proceso la cascarilla de cacao.

### 1.3. 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; que es la base de la fibra para la nutrición animal. Ver en la tabla 1 el análisis proximal de los valores nutritivos.

**Tabla 1.** Análisis proximal de la cascarilla de cacao

Parámetro	Valor
Humedad (%)	1
Proteína (%)	13
Fibra (%)	25
Energía (Kcal/Kg)	1409

## 2. El cuy

### 2.1. 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. Los requerimientos nutricionales obtenidos de Nutrient Requirements of Laboratory Animals (1990):

**Tabla 2.** Requerimientos Nutricionales del Cuy

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18	18 – 22	13 – 17
Energía Digestible	Kcal/kg	2800	3000	2800
Fibra	%	8 – 17	8 – 17	10
Calcio	%	1.4	1.4	0.8 – 1.0
Fósforo	%	0.8	0.8	0.4 – 0.7
Magnesio	%	0.1 - 0.3	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3
Potasio	%	0.5 – 1.4	0.5 – 1.4	0.5 – 1.4
Vitamina C	mg	200	200	200

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 [3]. 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 [3].

### 2.2. Crecimiento y acabado

La etapa de crecimiento inicia a partir de la 8 semana de edad, mientras que la etapa de acabado comienza a luego de 9 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 [3]. 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 [3].

### 2.3. Fisiología digestiva del cuy

Chaucha (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.

Esta fisiología 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. 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 [3].

Todo material no digerido ni absorbido, pasa al del intestino delgado al grueso en donde no existe una digestión enzimática, sin embargo debido a que esta especie posee un ciego muy desarrollado, existe una digestión microbiana. Finalmente, todo material que no haya sido digerido ni absorbido, llega al recto y es eliminado a través del ano [1].

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.

El metabolismo del ciego es una función importante en la síntesis de la proteína microbiana, de la vitamina K, y de la mayoría de las vitaminas del complejo B por acción de los microorganismos; los cuales pueden llegar a cubrir los requerimientos nutricionales por la utilización del nitrógeno a través de la cecotrofia [3].

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.

## 3. Cría y producción de cuyes

### 3.1. Tendencias del consumo de la carne de cuy

Según los datos del III Censo Nacional Agropecuario, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (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 [5].

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 [5].

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.

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).

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 [6].

## 4. Materiales y métodos

### 4.1. Elaboración del balanceado

Previo a su elaboración, se realizó un análisis proximal de la cascarilla de cacao, en los laboratorios de Bromatología de Diamasa S.A., con el objeto de conocer el valor nutricional que contiene este insumo. Luego de conocer su aporte nutricional, se realizó la formulación del mismo. 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

**Tabla 3.** Formulación de las dietas elaboradas

Insumos	Dieta 1	Dieta 2
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.

**Tabla 4.** Análisis proximal de los insumos utilizados

INSUMOS	Humedad	Proteína	Fibra	Energía (Kcal/kg)
Maíz	13%	8,5%	2%	3320
Afrechillo	14%	15,5%	10%	1300
Alfarina	6%	17%	18%	1650
Pasta de Soya	11%	46%	4%	2330
Afrecho de Cerveza	10%	21%	10%	2080
Núcleo de Vitaminas	0,25%	0	0	0
Fosfato Monocálcico	1,79%	0	0	0

El proceso de elaboración del balanceado a breves rasgos se puede explicar que comienza con la recepción y almacenamiento de materia prima, luego formulación. Una vez establecida las fórmulas se realiza la pre- molienda a los insumos que la requieran debido a que su tamaño de partícula es muy grande. Teniendo todos los insumos a utilizar de tamaño uniforme, se procedió a realizar la dosificación y

mezclado de los mismos, finalizando este paso con una post-molienda, para asegurar un mezclado óptimo.

Luego se realiza el acondicionamiento en la que se adiciona vapor y agua por medio de tuberías, hasta gelatinizar los almidones, y haber provocado que se elimine la mayor parte de la carga microbiana presente. La mezcla acondicionada se dirige a la pelletizadora, en donde se convierte esta masa en pellets compactos, los cuales luego son llevados a un enfriador, para provocar una baja de temperatura, y proceder al ensacado, sellado y etiquetado

Una vez obtenidas las dietas experimentales en forma de pellet, se realizó el respectivo análisis proximal, con el objeto de verificar que las dietas en cuestión, satisfagan las necesidades nutricionales de los cuyes.

**Tabla 5.** Análisis proximal de las dietas utilizadas

Parámetro	Dieta 1	Dieta 2	Método de referencia
Proteína (%)	17,21	16,47	AOAC 18th 954.01
Fibra (%)	9,57	14,61	AOAC 18th 978.10
Energía Metabolizable (Kcal/kg)	2208	2243	-
Humedad (%)	12	12	AOAC 18th 942.05
Grasa (%)	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.

### 4.2. Manejo del ensayo

La distribución de los cuyes en las distintas jaulas, se realizó mediante un sorteo. La alimentación a estos animales fue proporcionada 3 veces al día. 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. 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 ( $p < 0.05$ ) 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 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 (Crecimiento)

Se evaluaron 3 tratamientos:

T1 = 10% de Cascarilla de Cacao

T2 = 40% de Cascarilla de Cacao

T3 = 0% de Cascarilla de Cacao

#### FASE 2 (Acabado)

Se evaluaron 2 tratamientos:

T1 = 10% de Cascarilla de Cacao

T3 = 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.

## 5. Análisis de resultados

### 5.1. Fase Crecimiento

El incremento semanal de peso tuvo diferencias significativas al 5% de probabilidad durante la segunda, tercera y cuarta semana. Mediante Tukey, con la misma probabilidad, el T2 fue estadísticamente igual a T3, pero diferente de T1. El mayor incremento lo tuvo el T2 con 143g.

Los resultados obtenidos con la variable conversión alimenticia, mediante el análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia, indicaron que hubo diferencias significativas para la tercera y cuarta semana. Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% de probabilidad, para la tercera y cuarta semana, se determinó 2 subgrupos de significancia. En el cual el T1 y T3, fueron estadísticamente iguales entre sí, pero diferente al T2 durante la tercera semana. Esto puede haberse dado debido a que la conversión

alimenticia del T1, se presume no logró alcanzar una estabilidad en valores y tiempo. Al término de la cuarta semana se evidencia una igualdad en la significancia entre T1 y T2, debido posiblemente a que ambas dietas tienen en su composición la cascarilla de cacao como materia prima. Numéricamente, al finalizar el tiempo de evaluación en esta variable se reportó que el T3 tuvo una mejor conversión alimenticia con un valor de 1.04; seguido del T1 con 1.14 y el T2 con 1.20. Los resultados del T2, no fueron los más favorables, debido a que su índice de conversión alimenticia es muy elevado en comparación a los otros tratamientos.

El análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia realizado a esta variable, determinó diferencias significativas durante la tercera y cuarta semana y mediante Tukey al 5% de probabilidad se determinó 2 subgrupos de significancia. El consumo de la dieta en la tercera semana, fue estadísticamente igual para el T2 y T3, mientras que el T1 fue diferente a los demás. La razón para a este comportamiento puede haberse dado debido posiblemente a que para este tiempo, los animales se habituaron a esta dieta provocando el consumo de alimento en cantidades similares. Al final de la cuarta semana, el T1 y T3 no mostraron diferencias significativas. Numéricamente, al finalizar la fase de crecimiento el tratamiento que tuvo un mayor consumo de alimento fue el T2=575g, seguido del T3=511g y finalmente el T1=493g

Finalmente, el índice de mortalidad registrado para T1 fue de 22.2%, T2 = 33.33%, y T3=11.11%

En cuanto al análisis económico realizado en esta fase, mediante CYMMIT (1976), demuestran que el mayor beneficio económico se lo obtiene mediante el tratamiento que contiene 10% de cascarilla de cacao.

### 5.2. Fase de Acabado

El incremento de peso semanal según el análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia, demostraron que sí hubo diferencias estadísticas significativas en la tercera y cuarta semana. Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% de significancia, para la tercera y cuarta semana se determinó 2 subgrupos. En donde, el T1 fue estadísticamente diferente al T3. Estos resultados sugieren que posiblemente la composición de las dietas en estudio, podría influir directamente en el incremento de promedio peso semanal.

Los resultados obtenidos en la conversión alimenticia, mediante el análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia, indicaron que hubo diferencias significativas para la segunda y tercera semana. Al realizar la prueba de significancia de Tukey al 5% de probabilidad, se determinó 2 subgrupos, en donde el T1 fue estadísticamente diferente al T3=0% de cascarilla de cacao. Numéricamente, en la segunda semana y tercera semana, el índice de conversión alimenticia por parte

de T1 fue mayor a T3, es decir, el T3 presentó una respuesta más favorable en términos de conversión alimenticia.

El análisis de varianza realizado al consumo promedio de alimento semanal al 5% de probabilidad, determinó diferencias significativas durante la primera y segunda semana. El consumo de la dieta en la primera y segunda semana, fue estadísticamente igual para el T1 y T3. Posiblemente durante esta fase, los cuyes demostraron una mayor aceptabilidad de hacia el T1, lo que podría haber provocado un elevado consumo de esta dieta *versus* el T3. 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.

En el análisis de dominancia, los dos tratamientos fueron no dominados, y en el análisis marginal el T3 tuvo una mayor rentabilidad económica del 105%.

## 6. Conclusiones

Se puede concluir en este estudio que los datos obtenidos dejan la puerta abierta a investigaciones futuras, las cuales serán de mucha importancia en el desarrollo de investigación de tipo agroindustrial. Los resultados obtenidos inducen a concluir que es necesario realizar un estudio más profundo, en estas como en todas las fases del ciclo de vida del cuy, para así poder incrementar alternativas no tradicionales como insumos en la alimentación de animales de consumo masivo.

## 7. Agradecimientos

Agradecimiento especial al director de este estudio MSc. Miguel Quilambaqui Jara, por ser un excelente profesor y guía. De manera adicional a todas las personas de una u otra forma se involucraron en el desarrollo de este estudio brindando su apoyo y conocimiento.

## 8. Referencias

[1] CHAUCA LILIA (1997), “*Producción de Cuyes (Cavia porcellus)*”, Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA, La Molina, Perú (1995).

[2] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos ([www.inec.gov.ec](http://www.inec.gov.ec))

[3] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. División de Operaciones de Emergencia y Rehabilitación ([www.fao.org](http://www.fao.org))

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

[5] 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))

[6] 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))

---

MSc. Miguel Quilambaqui J.  
Director de Proyecto de Grado.