

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO Y ENERGÉTICO DE LAS  
HOJAS DE MORERA (*Morus alba*) Y ERITRINA (*Erythrina sp*) PARA  
CUYES**

**TESIS para optar el título de:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**BEATRIZ ESTEFANY VILLANUEVA RENGIFO**

**TRUJILLO, PERÚ  
2016**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado:

.....  
Ing. Dr. Wilson Castillo Soto  
PRESIDENTE

.....  
Ing. Mg. Mario Narro Saldaña  
SECRETARIO

.....  
Ing. Mg. Cesar Honorio Javes  
VOCAL

.....  
MV. Mg. Cesar Lombardi Pérez  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A Jehová Dios, por sus múltiples bendiciones, por guiarme e iluminarme siempre en cada cosa que hago.

A mis amados padres, Ángel Zavaleta Villanueva y Marianella Rengifo Segura, por su inalcanzable esfuerzo para apoyarme a culminar mis estudios universitarios; por brindarme su amor y estar siempre a mi lado.

A mis hermanas Lorena, Nicolle, y a mi pequeña sobrina Danna, por mostrarme siempre su confianza y buen ánimo para terminar esta etapa.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Wilson Castillo Soto, profesor y Director de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Privada Antenor Orrego, *por su gran apoyo en la elaboración de esta tesis.*

*Al Ing. Cesar Honorio, profesor de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Privada Antenor Orrego, por su colaboración en el presente trabajo.*

*A todos los profesores de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Privada Antenor Orrego, por todas las enseñanzas y sus experiencias brindadas durante los años de estudios.*

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron para la culminación del presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARATULA .....	i
APROBACION POR EL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE GENERAL .....	v
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA .....	3
2.1. Generalidades de la digestión del cuy.....	3
2.2. Necesidades nutricionales del cuy .....	3
2.2.1. Proteína .....	4
2.2.2. Fibra.....	4
2.2.3. Energía .....	5
2.2.4. Agua.....	5
2.3. Generalidades de la digestibilidad.....	5
2.3.1. Método para medir la digestibilidad.....	6
2.4. Hoja de morera.....	7
2.5. Hoja de eritrina .....	9
III. MATERIALES Y METODOS .....	10
3.1. Lugar de ejecución .....	10
3.2. Instalaciones .....	10
3.3. Animales.....	10
3.4. Alimentación.....	11
3.5. Coeficientes de digestibilidad de la hoja de morera y erytrina.....	11

3.6. Manejo.....	12
3.7. Variables a determinar .....	12
IV. RESULTADOS .....	13
4.1. Determinación del valor nutritivo de las hojas de morera .....	13
4.2. Determinación del valor nutritivo de las hojas de eritrina .....	15
V. DISCUSIÓN .....	17
VI. CONCLUSIONES.....	19
VII. RECOMENDACIONES .....	20
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	21
IX. ANEXO.....	23

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Proteína cruda de la morera según algunos autores .....	8
Cuadro 2. Composición nutricional y coeficientes de digestibilidad de las hojas de morera .....	13
Cuadro 3. Nutrientes digestibles de la hoja de morera .....	14
Cuadro 4. Composición nutricional y coeficientes de digestibilidad de la hoja de eritrina.....	15
Cuadro 5. Nutrientes digestibles de la hoja de eritrina .....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Nutrientes totales y digestibles de la hoja de morera .....14

Figura 2. Nutrientes totales digestibles de la hoja de eritrina .....16

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Composición nutricional de la hoja de mora y eritrina .....	23
Anexo 2. Consumo total de alimento y peso total de las heces frescas, durante la fase de experimentación.....	23
Anexo 3. Nutrientes digestibles de la mora .....	24
Anexo 4. Nutrientes digestibles de la eritrina.....	24

## RESUMEN

Se determinaron los coeficientes de digestibilidad para proteína bruta, fibra cruda, extracto etéreo, ceniza y extracto libre de nitrógeno de las hojas de morera (*Morus alba*) y eritrina (*Erythrina sp.*) en la alimentación de cuyes, a través del método de colecta total de heces. Se utilizaron diez cuyes machos de doce semanas de edad de la raza Perú, se consideró un animal por jaula metabólica acondicionada para coleccionar las heces. La alimentación duró diez días, incluyendo una fase de adaptación y otra de experimentación por cinco días cada fase. Cinco animales fueron alimentados con hojas de morera y cinco con hojas de eritrina. Las muestras de hojas de morera y eritrina así como las heces fueron pesadas, secadas y almacenadas en refrigeración hasta su análisis correspondiente.

En laboratorio se determinaron MS, PB, EE, FC y ceniza, siguiendo el procedimiento de AOAC (Asociación Oficial de Químicos Agrícolas). Tanto en las muestras de la harina de hojas como en las heces.

Se determinó que la hoja de morera contiene 2962.9 kcal/kg de energía digestible y coeficientes de digestibilidad de materia seca 76.64 %, proteína bruta 79.88 %, extracto etéreo 58.03 %, fibra cruda 81.56% y extracto libre de nitrógeno 95.88%. El análisis de la hoja de eritrina contiene 2657.84 kcal/kg de energía digestible y coeficientes de digestibilidad de materia seca 62.05 %, proteína bruta 68.07%, extracto etéreo 60.83 %, fibra cruda 67.73% y extracto libre de nitrógeno 83.03%, valores que indican que ambas pueden ser incluidas en la dieta de cuyes.

## ABSTRACT

Digestibility coefficients for crude protein, crude fiber, ether extract, ash and nitrogen-free extract from the leaves of mulberry (*Morus alba*) and eritrina were determined (*Erythrina* sp.) feeding guinea pigs, through the collection method Total stool. Ten male guinea pigs twelve weeks of age were used race Peru, an animal considered by metabolic cage equipped to collect feces. The feed lasted ten days, including an adjustment phase and another experimentation for five days each phase. Five animals were fed with mulberry leaves five with leaves eritrina. Samples of mulberry leaves and eritrina and feces were weighed, dried and stored in refrigeration until their analysis.

In the laboratory, MS, PB, EE, FC and ash were determined, following the procedure of AOAC (Official Association of Agricultural Chemists). Both in the leaf meal samples and in the faeces.

It was determined that the mulberry leaf contains 2962.9 kcal / kg of digestible energy and digestibility coefficients of dry matter 76.64%, 79.88% crude protein, ether extract 58.03%, 81.56% crude fiber and nitrogen-free extract 95.88%. Analysis sheet Erytrina contains 2657.84 kcal / kg of digestible energy and digestibility coefficients of dry matter 62.05%, crude protein 68.07%, ether extract 60.83%, crude 67.73% fiber and nitrogen-free extract 83.03%, values indicating that both can be included in the diet of guinea pigs.

## I.INTRODUCCIÓN

La crianza de cuyes se encuentra ampliamente distribuida en todo el territorio nacional, especialmente en la región andina, sigue siendo una actividad de tipo familiar y autoconsumo, además constituye una fuente de proteína, disminuyendo considerablemente problemas nutricionales, a la vez puede servir como generador de ingresos económicos para el ingreso del sustento familiar.

Actualmente se está observando el creciente desarrollo de pequeñas granjas comerciales, que nos alienta a realizar diversos estudios orientados a mejorar las características productivas de esta especie. Generando en este sentido, la necesidad de evaluar el uso de nuevos insumos alimenticios sustitutos de los tradicionales que permiten elevar la cantidad y calidad de la proteína total en la ración.

Se sabe que la composición nutricional solo nos da una idea del potencial nutritivo que tiene determinado alimento; es fundamental que se conozca el nivel de aprovechamiento de los ingredientes de la dieta siendo indispensable conocer su disponibilidad biológica y digestibilidad de los nutrientes para mejorar y optimizar la alimentación del cuy.

La digestibilidad es un factor importante para evaluar la calidad nutritiva de las raciones, porque indica el grado en que los nutrientes van a ser aprovechados por el animal, concretamente la digestibilidad aparente consiste en proporcionar a determinada especie, cantidades predeterminadas de un alimento, para luego realizar la colecta total de las heces correspondiente al alimento consumido, incluyéndose la medición de las muestras de material ofrecido así como también las de rechazo para luego ser analizadas en el laboratorio, determinándose así el porcentaje de digestibilidad de cada nutriente.

La utilización de insumos no tradicionales, como las hojas de eritrina y la morera, podrían ser una alternativa en la crianza de cuyes, los estudios de la digestibilidad de la proteína y de la energía son importantes desde el punto de vista nutricional y económico, resultando una mejor precisión en la formulación de dietas para los cuyes.

En la Región de la Libertad, existe poca información al respecto, por lo que es necesario determinar la digestibilidad de la proteína y energía digestible de las hojas de morera y la eritrina, para la alimentación de cuyes los que constituyen un alimento alternativo.

## **II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFIA**

### **2.1. Generalidades de la digestión del cuy**

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene 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. El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post- gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego, estos microorganismos permiten un buen aprovechamiento de la fibra existente en el alimento. Realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego. Sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas (Chauca, 1997).

### **2.2. Necesidades nutricionales del cuy**

Los cuyes requieren una alimentación completa y bien equilibrada. El conocimiento de las necesidades de nutrientes de los cuyes nos permite elaborar raciones concentradas que cubran estos requerimientos (Vargas y Yupa, 2011).

El cuy es una especie herbívora por excelencia. Siempre muestra su preferencia por el forraje. Es bueno suministrar forraje de gramíneas en combinación con las leguminosas, ya que las gramíneas tienen menor valor nutritivo. Los forrajes más utilizados en la alimentación

de cuyes en la costa del Perú son la alfalfa, la chala de maíz, el pasto elefante y existen otras. En la región andina se utiliza alfalfa, rye grass, trébol, entre otros (Chauca, 1997).

La calidad de los forrajes puede variar considerablemente de acuerdo con el manejo a que son sometidos, con efectos favorables o no en dependencia de la especie de planta y las condiciones climáticas donde se desarrollan. Se destacan entre ellos la altura de corte y el tiempo de estancia, entre otros (Pozo, 2004).

Castro y Chirinos (1997) citado por Quispe (2010), refieren que los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico y medio ambiente.

### **2.2.1. Proteína**

Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que se ingiere. El NCR (1978) recomienda niveles de 18 a 20 por ciento de proteína total en la alimentación para cuyes (Chauca, 1997).

### **2.2.2. Fibra**

Los porcentajes de fibra para los forrajes utilizados para la alimentación de cuyes es más de 18 por ciento. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través de tracto digestivo (Chauca, 1997).

El aporte de fibra está dada básicamente por el consumo de los forrajes que son fuente alimenticia esencial para los cuyes. El suministro de fibra de un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta. (Chauca, 1997).

### **2.2.3. Energía**

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenido en los alimentos de origen vegetal. Las necesidades del cuy en términos de energía digestible (ED) es de 3 000-3 250 kcal/kg de MS. (Chauca, 1997).

### **2.2.4. Agua**

El agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. El animal la obtiene de acuerdo a su necesidad de tres fuentes: una es el agua de bebida que se le proporciona a discreción al animal, otra es el agua contenida como humedad en los alimentos, y la tercera es el agua metabólica (Chauca, 1997).

## **2.3. Generalidades de la digestibilidad**

El proceso digestivo es un conjunto de fenómenos cuyo objetivo es proporcionar nutrimentos al animal, y está compuesto por el proceso de ingestión de alimento, la secreción de ácido clorhídrico y de enzimas en el tracto gastrointestinal, la hidrólisis de macromoléculas, la absorción de nutrientes y la excreción de productos de desecho. La combinación de los procesos de digestión y absorción es conocida como la

digestibilidad de un nutrimento, y está íntimamente relacionada con el valor nutritivo de los alimentos (Parra y Gómez, 2009).

McDonald (1995) citado por Aguirre (2008), menciona que la digestibilidad de un alimento es eficiente cuando este no es excretado por las heces y que se supone por lo tanto que ha sido absorbido. Por lo general esta fracción absorbida se representa con el cálculo de coeficiente de digestibilidad el mismo que expresa el porcentaje asimilable de los principios nutritivos de un alimento.

Según Buraczewska (1999) citado por Balderrama (2010), señala que Cuando se realiza un análisis químico a un alimento se evalúa la capacidad potencial que este tiene para aportar sus nutrientes, sin embargo cuando es ingerido por un animal como resultado de las funciones digestivas relacionadas a su absorción se producen pérdidas; por lo que los nutrientes no están disponibles en su totalidad para ser utilizados por los animales.

### **2.3.1. Método para Medir la Digestibilidad**

Mora (2002) citado por Lata (2011), señala que la medición de la digestibilidad, en general consiste en proporcionar a un animal cantidades predeterminadas de un alimento de composición conocida, medir y analizar las heces.

Lachmann y Araujo (1999) citado por Lata (2011), indican que el método de colección total de heces es el más confiable para medir la digestibilidad, ya que involucra directamente factores tanto del alimento como del animal. Este método incluye la medición de la ingestión de una determinada ración de composición conocida y la colecta total de la excreción fecal correspondiente al alimento consumido, las muestras del

material ofrecido, al igual que las del rechazado. Esta es normalmente representada por un coeficiente de digestibilidad, expresado en forma porcentual, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C.D = \frac{N.C - N.E}{N.C} \times 100$$

Donde:

C.D.: Coeficiente de digestibilidad

N.C: Nutriente consumido (g)

N.E: Nutriente excretado (g)

#### **2.4. Hoja de Morera**

Las hojas de morera, considerada una nueva alternativa con alto valor nutricional para las especies, es una planta forrajera arbustiva perteneciente a la familia Moraceae (Clase Dicotiledóneas; Subclase Urticales), de hojas verde claro y frutos verdes o morados (Delgado y Rodríguez, 2012).

Benavides (1986), citado por Delgado y Rodríguez (2012), reportó que la característica nutricional más apreciada de la morera es su elevado nivel de proteína, reportado entre un 20% y un 24%.

La proteína cruda de las hojas depende de la variedad, edad de la hoja y las condiciones de crecimiento. En general los valores de proteína cruda pueden ser considerados similares a la mayoría de follajes de leguminosas forrajeras (Leyva, 2012).

#### **Características nutricionales de la morera**

Diversos autores reportan contenidos desde 11% de proteína cruda, hasta valores de 28% (Cuadro 1). Los contenidos de proteína, energía y la digestibilidad reportada son superiores a las encontradas en las gramíneas y leguminosas. Las especies arbustivas y arbóreas como la morera presentan mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje a través del tiempo (Mora, 2010).

Cuadro 1. Proteína cruda (% de MS) de la morera según algunos autores

Componente vegetativo	Fuente
11,0 (hoja) (1970)	Pictioni
15,0 (hoja) (1962)	Jayal y Kehar
15,9 (hoja) (1977)	Narayana y Setty
16,7 (hoja) (1997)	Trigueros y Villalta
18,6 (hoja) (1997)	Shayo
22,1 (hoja) (1993)	Deshmukh <i>et al.</i>
21,7 (hoja) (1991)	Demeterova
28,0 (hoja) (2001)	Boschini
27,6 (hoja y tallo tierno) (1998)	González <i>et al.</i>
11,3 (tallo tierno) (1996)	Espinoza
11,5 (tallo tierno) (1971)	Subba Rao <i>et al.</i>
7,8 (corteza) (1997)	Shayo
11,3 (planta entera) (1998)	Sanginés <i>et al.</i>

David Mora Valverde, (2010)

Otra característica importante en la morera, es su alto contenido de minerales, donde se reportan valores de cenizas de hasta

17% con contenidos normales de calcio entre 1,8 a 2,4% y de fósforo de 0,14 a 0,24%. Se ha encontrado valores de potasio entre 1,90 a 2,87% en las hojas y entre 1,33 a 1,53% en los tallos tiernos, y contenidos de magnesio de 0,47 a 0,64% en hojas y 0,26 a 0,35% en tallos tiernos (Espinoza 1996).

En el laboratorio de nutrición animal del departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, se realizó el análisis proximal de las hojas de tres variedades de *Morus* sp., conocidas como SLP3, SLP5 y Kanva. El estudio se hizo para evaluar a la morera en la alimentación del gusano de seda. Los resultados del análisis proximal indican porcentajes de las tres variedades, obteniendo un valor promedio de 20% de proteína cruda, 26% de materia seca, 9 % de fibra cruda, 3 % de extracto etéreo y 12 % de ceniza (Rodríguez y otros, 2013).

## **2.5. Hoja de Eritrina**

El género eritrina corresponde a leguminosas arbóreas de la subfamilia papilionácea. El género agrupa a más de cien especies, muchas de ellas consideradas como arboles de uso múltiple. Las especies más difundidas y que han sido objeto de mayores estudios son las especies *E. poeppigina* y *E. berteroana*. (Vargas, 1997).

La hoja de erytrina tiene una materia seca de 14.74 %, fibra cruda de 20.36%, proteína bruta de 20.38 % y extracto etéreo de 4.34%, datos obtenidos de un análisis proximal en Pucallpa, expresado en base a materia seca (Limache, 2013).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

Este proyecto se ejecutó en el FUNDO UPAO II, donde se encuentran los cuyes, y el análisis químico para determinar la digestibilidad de la hoja de erythrina y la morera se realizó en el laboratorio de Medicina Veterinaria de la Universidad Privada Antenor Orrego.

#### **3.2. Instalaciones**

En las instalaciones del Fundo UPAO II, se utilizó el área de nutrición, acondicionada con jaulas metabólicas para trabajos de digestibilidad en cuyes. Se contó con cinco jaulas metabólicas circulares, cada una aloja a un animal. Estas jaulas cuentan con un embudo en la base para la colección de heces y orina de los cuyes. Cada jaula tiene un comedero y bebedero.

En el laboratorio de Medicina Veterinaria de la Universidad Privada Antenor Orrego, se realizó los análisis químicos de los diferentes alimentos para cuyes, así como de las heces.

#### **3.3. Animales**

Se usaron 10 cuyes machos de la raza Perú, de 12 semanas de edad y con un peso promedio de 650 g, que se distribuyeron en un cuy por jaula metabólica.

### **3.4. Alimentación**

Las hojas de la morera y eritrina se colectaron del fundo UPAO. Se proporcionó morera y eritrina como dieta única por 10 días. Los primeros 5 días como fase de adaptación y los siguientes 5 días como fase experimental. El pesado de alimento ofrecido se realizó en una balanza de precisión de lectura digital.

En la fase experimental la cantidad de hojas de morera y eritrina a cada cuy fue de aproximadamente 200 a 300 g. diarios, donde se aplicó el método directo de colección diaria de heces.

La alimentación se realizó una vez por día (mañanas) las heces fueron colectadas cada 24 horas, posteriormente fueron pesadas, secadas, y llevadas al laboratorio para ser almacenadas en el freezer para ser sometidas a los análisis correspondientes.

### **3.5. Coeficientes de digestibilidad de la hoja de morera y eritrina**

Para la determinación de los coeficientes de digestibilidad se utilizó los resultados de los análisis bromatológicos de las hojas de morera y eritrina y de los excrementos de los cuyes sometidos al tratamiento. Donde se procedió a determinar: materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno.

Con estos resultados obtenidos y para adquirir los coeficientes de digestibilidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$C.D = \frac{N.C - N.E}{N.C} \times 100$$

Donde:

C.D.: Coeficiente de digestibilidad

N.C: Nutriente consumido (g)

N.E: Nutriente excretado (g)

### 3.6. Manejo

El manejo de los animales fue durante un periodo de 10 días, en la cual se realizó el periodo de adaptación y el periodo experimental, los cuales comprenden 5 y 5 días respectivamente.

En el día seis se proporcionara las hojas de erytrina y morera como alimento único, como periodo de experimentación, el cual contaba con cinco unidades experimentales, cada unidad experimental alojo a un animal. Se utilizó el método de colecta total de heces y orina, para lo cual, se acondicionaron debajo de las jaulas experimentales embudos plásticos y depósitos para la colecta de heces y orina por separado, estos serán recolectados diariamente para su posterior análisis en el laboratorio.

### 3.7. Variables a determinar

- Coeficiente de digestibilidad (CD) de materia seca, proteína bruta, extracto etéreo, fibra cruda y ceniza de la morera y erytrina.
- Energía digestible (ED) de la morera y erytrina.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Determinación del valor nutritivo de las hojas de morera (*Morus alba*)

En el cuadro 2, se muestra los nutrientes totales de la hoja de morera, determinados a través del análisis químico proximal, donde se observa un elevado porcentaje de proteína bruta y fibra cruda; se observa también los coeficientes de digestibilidad los cuales se encuentran superiores a 76 % con excepción del extracto etéreo (58%).

Cuadro 2. Composición nutricional y coeficientes de digestibilidad de las hojas de morera.

	Fracciones <sup>1</sup> (%)				
	MS	PB	EE	FC	ELN
Nutrientes Totales <sup>2</sup>	93.63	22.8	4.01	33.02	17.71
Coefficiente digestibilidad	76.64	79.88	58.03	81.56	95.88

<sup>1</sup> Fracciones: MS= Materia Seca, PB= Proteína Bruta, EE= Extracto etéreo, FC= Fibra Cruda, ELN= Elemento libre de nitrógeno.

<sup>2</sup> Nutrientes totales expresados en base a la segunda materia seca.

En el cuadro 3, se muestran los nutrientes digestibles de las hojas de morera, calculado a partir de los nutrientes totales y los coeficientes digestibles. El valor energético de la mora fue determinado en términos de nutrientes digestibles totales (NDT) y energía digestible (ED).

Cuadro 3. Nutrientes digestibles y valor energético de las hojas de morera.

	Nutrientes digestibles <sup>1</sup> (%)					Valor energético <sup>2</sup>	
	MSD	PD	EED	FD	ELND	NDT (%)	ED (kcal/kg)
Mora	71.75	18.21	2.32	26.93	16.98	67.34	2962.90

<sup>1</sup> Nutrientes digestibles: MSD= Materia Seca digestible, PD= Proteína digestible, EED= Extracto etéreo digestible, FD= Fibra digestible, ELND= Elemento libre de Nitrógeno digestible.

<sup>2</sup> Valor energético: NDT= Nutrientes digestibles totales; NDT= PD+FD+ELND+EED\*2.25. 1 kg NDT= 4400 kcal/kcal. ED= energía digestible. Fuente: Maynard (1992).

En la figura 1, se muestra los nutrientes totales y nutrientes digestibles de las hojas de morera. Siendo el EE, el nutriente que tiene mayor acercamiento entre nutrientes totales y digestibles.

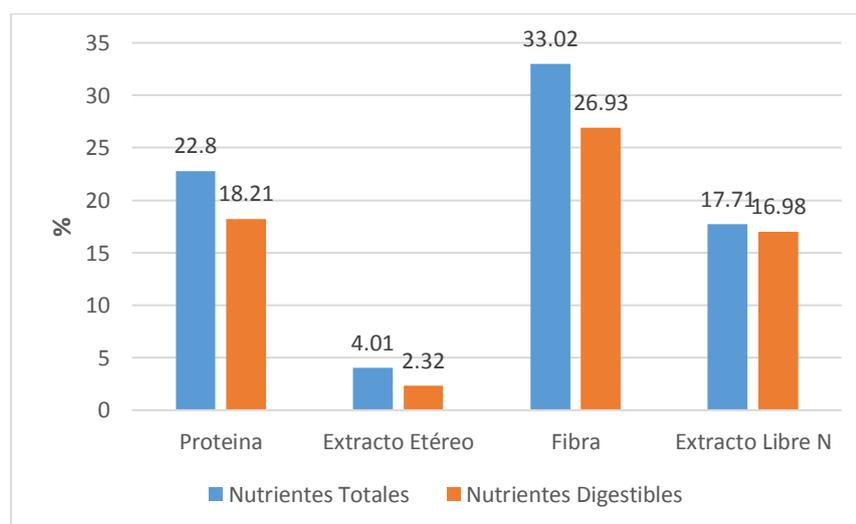


Figura 1. Nutrientes totales y nutrientes digestibles de las hojas de morera.

#### 4.2. Determinación del valor nutritivo de las hojas de erythrina (*Erythrina sp.*)

En el cuadro 4, se muestran los nutrientes totales de las hojas de erythrina, donde se observa un elevado porcentaje de la proteína y fibra; se observa también los coeficientes digestibles, los cuales se encuentran superiores al 60 %.

Cuadro 4. Composición nutricional y coeficientes de digestibilidad de la erythrina.

	Fracciones <sup>1</sup> (%)				
	MS	PB	EE	FC	ELN
Nutrientes Totales <sup>2</sup>	92.37	27.35	4.47	43.47	7.52
Coefficiente digestibilidad	62.05	68.07	60.83	67.73	83.88

<sup>1</sup> Fracciones: MS= Materia Seca, PB= Proteína Bruta, EE= Extracto etéreo, FC= Fibra Cruda, ELN= Elemento libre de nitrógeno.

<sup>2</sup> Nutrientes totales expresados en base a la segunda materia seca.

En el cuadro 5, se muestran los nutrientes digestibles de la erythrina, calculado a partir de los nutrientes totales, encontrando el porcentaje más alto para fibra y proteína. El valor energético de la erythrina fue determinado en términos de nutrientes digestibles totales (NDT) y energía digestible (ED).

Cuadro 5. Nutrientes digestibles y valor energético de las hojas de erytrina.

	Nutrientes digestibles <sup>1</sup> (%)					Valor energético <sup>2</sup>	
	MSD	PD	EED	FD	ELND	NDT (%)	ED (kcal/kg)
Eritrina	57.32	18.61	2.72	29.44	6.24	60.41	2657.84

<sup>1</sup> Nutrientes digestibles: MSD= Materia Seca digestible, PD= Proteína digestible, EED= Extracto Etéreo digestible, FD= Fibra digestible, ELND= Elemento libre Nitrógeno digestible

<sup>2</sup> Valor energético: NDT= Nutrientes digestibles totales; NDT= PD+FD+ELND+EED\*2.25. 1 kg NDT= 4400 kcal/kg ED. ED= energía digestible. Fuente: Maynard (1992).

En la figura 2, se muestra los nutrientes totales y nutrientes digestibles de la erytrina. La fibra muestra una brecha grande entre nutriente total y digestible, lo cual nos señala que la fibra es el nutriente con menor digestibilidad de la erytrina.

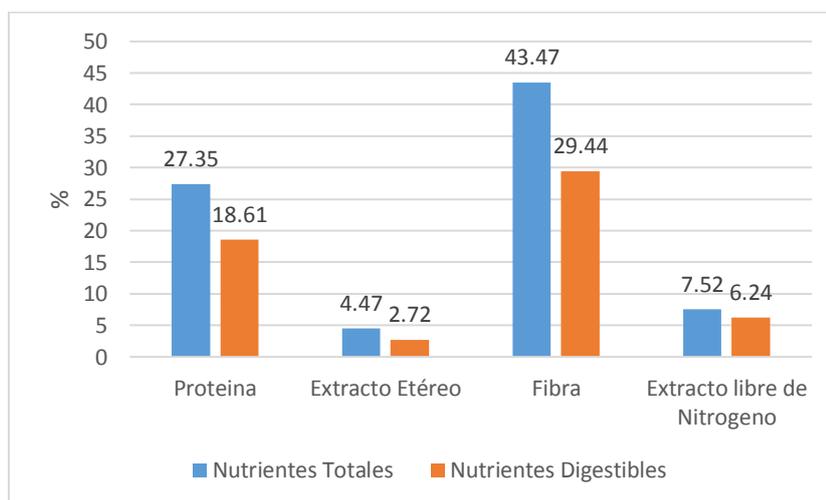


Figura 2. Nutrientes totales y nutrientes digestibles de las hoja de erytrina.

## V. DISCUSION

### 5.1. Valor nutritivo de las hojas de morera

El presente trabajo de digestibilidad realizado para determinar el valor nutricional de las hojas de la morera mostraron un nivel proteico de 22.8%, valor que coloca a este insumo dentro del grupo de las fuentes proteicas. La proteína encontrada mostro similitud con el resultado obtenido por Benavides (1986), citado por Delgado y Rodríguez (2012), donde muestra una proteína entre 20 y 24 %. Estos valores de proteína son superiores a otros forrajes como la alfalfa (Néstor y otros, 1995).

Los resultados obtenidos en este estudio, (MS, 93.63%; FC, 33.02%; EE, 4.01%; y ELN 17.71%) son valores muy variables a los encontrados por Rodríguez y otros (2013); esto posiblemente a que el contenido nutricional de los forrajes pueden variar según la edad, la variedad de la planta y las condiciones ambientales (Pozo, 2004).

Los coeficientes de digestibilidad (CD) de las hojas de morera encontrados son considerados elevados (MS, 76.64%; PB, 79.88%; EE, 58.03%; y ELN, 95.88%). La fibra mostró un CD de 81.56% considerado elevado, debido a que los animales no tienen en su sistema digestivo enzimas que degraden la celulosa y hemicelulosa que compone la fibra; sin embargo, en el caso de los cuyes la digestión de la fibra ocurre en los ciegos por acción de la actividad enzimática de la flora bacteriana que permite un buen aprovechamiento de la fibra (Chauca, 1997).

En base a los coeficientes de digestibilidad se calculan los nutrientes digestibles para cada fracción; coeficientes mayores determinan mayores nutrientes digestibles, según McDonald (1995), citado por Aguirre (2008).

El valor energético calculado para las hojas de la morera fue de 2963 kcal de ED/Kg de hojas; valores que se encuentran dentro del rango de las leguminosas para cuyes y conejos.

## **5.2. Valor nutritivo de las hojas de erytrina.**

Los resultados obtenidos en este estudio, (MS, 92.37%; PB, 27.35%; FC, 43.47%) son valores diferentes a los encontrados por Limache (2013); esto posiblemente a que el contenido nutricional del forrajes puede variar según la edad, y las condiciones ambientales y fertilidad de suelo (Pozo, 2004).

Los coeficientes de digestibilidad de las hojas de erytrina encontrados, son considerados altos (MS, 62.05%; PB, 68.07.88%; EE, 60.83%; FC, 67.73% y ELN, 83.88%), lo que permite tenerlo en cuenta como una nueva opción de forraje para los cuyes.

El valor energético calculado para las hojas de erytrina fue de 2657.84 Kcal de ED/kg de hojas.

## **VI. CONCLUSIÓN**

- Las hojas de morera y de erytrina presentan porcentajes de proteína bruta que se consideran como insumos proteicos (22.8% y 27.35% respectivamente).
- Los porcentajes de los coeficientes digestibles de las hojas de morera y erytrina son elevados (más de 50%).
- Los valores energéticos de las hojas de morera y erytrina calculados son de, 2963 y 2657.84 kcal de ED/kg respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- La hoja de morera y erytrina son especies forrajes arbóreas, que ofrecen un alto porcentaje de proteína, lo cual las convierte en una opción bastante favorable en la alimentación del cuy.
- El uso de la morera y erytrina, es una alternativa viable en la alimentación del cuy, esto debido al alto valor nutritivo que contienen estos forrajes.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE, J. P. 2008. Determinación de la composición química y el valor de la energía digestible a partir de las pruebas de digestibilidad en alimentos para cuyes. Tesis de pregrado. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Ecuador. 86 p.

BALDERRAMA, V. A. 2010. Digestibilidad ileal estandarizada de la proteína de pastas de ajonjolí y de soya en lechones. Tesis de pregrado. Universidad Veracruzana. México. 43 p.

CHAUCA, L. 1997. Producción de cuyes (*cavia porcellus*). [En línea]: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. FAO, (<http://www.fao.org/3/a-w6562s/index.html>)

DELGADO Y RODRÍGUEZ. 2012. Producción y valor nutricional del cultivo de morera (*morus alba* L.) con intercalamiento de leguminosas. *Ciencia y Agricultura* 9 (2):7-14

GARCIA, D. 2006. La morera: una alternativa viable para los sistemas de alimentación animal en el trópico. *Rev. AIA* 10 (1): 55-72

LATA, O. R. 2011. Evaluación de enzimas en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento. Tesis de pregrado. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Ecuador. 85 p.

LEYVA, H. E. 2012. Manual Para la Producción y Utilización Forrajera. Universidad autónoma Chapingo.

LIMACHE A. A. 2013. Selección y Evaluación del Contenido Nutricional de Especies de Leguminosas Tropicales con Fines de Uso en la Alimentación de Aves. Tesis de posgrado. Universidad nacional agraria de la selva. Tingo María – Perú. 49 p.

MORA, D. 2010. Usos de la morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo. El rol de la fibra y la proteína en el Tracto digestivo. *Agronomía Mesoamericana* 21(2):357-366

NÉSTOR Y ROMERO. 1995. Conservación del forraje de alfalfa. La alfalfa en la argentina. *Inta c.r. cap. 9*, 173-192

PARRA J. Y GOMÉZ A. 2009. Importancia de la utilización de diferentes técnicas de digestibilidad en la nutrición y formulación porcina. *Rev. MVZ Córdoba* 14 (1):1633-1641

POZO, P. 2004. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. *Anuario Nuevo. Universidad Agraria de La Habana. Cuba*. 5 p

QUISPE, N. 2010. Niveles incrementados de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado de cuyes en el Inia–Huancayo. Tesis de pregrado. Universidad nacional del centro del Perú. Perú. 75 p.

RODRÍGUEZ Y OTROS. 2013. Evaluación de variedades de morera en la alimentación del gusano de seda (*Bombyxmori*) en Hidalgo, México. *Rev. Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4(5):701-712

VARGAS F. 1987. Evaluación del forraje de poro (*Erythrina cocleata*) como suplemento proteico para toretes en pastoreo. Tesis de posgrado. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 88 p.

VARGAS Y YUPA. 2011. Determinación de la ganancia de peso en cuyes (*cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca. Ecuador. 66 p

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Composición nutricional de la hoja de mora y erythrina

Componentes	1a. MS	2da. MS	PB	EE	Fibra	ELN	MS. Orig.	ELN	Ceniza
	%	%	%	%	%	(2da.MS)	%	(100%MS)	(%)
MORA	34,74	93,63	22,80	4,01	33,02	17,71	32,53	18,91	16,09
ERYTHRINA	26,85	92,37	27,35	4,47	43,47	7,52	24,80	8,14	9,56

### Anexo 2. Consumo total de alimento y peso total de las heces frescas, durante la fase experimental

	Consumo total de Alimento (g)	Peso Total de heces frescas (g)
MORA		
CUY 1	701,90	104,10
CUY 2	915,30	145,70
CUY 3	538,00	87,50
CUY 4	833,80	153,30
CUY 5	910,50	167,30
ERYTHRINA		
CUY 1	941,00	252,80
CUY 2	1026,50	285,40
CUY 3	795,70	195,20
CUY 4	1046,30	322,70
CUY 5	1034,20	317,00

## Anexo 3. Nutrientes digestibles de la mora

ND	CD (%)	MS total	2da MS
MSD	76,64	71,75	67,18
PD	79,88	19,45	18,21
EED	58,03	2,48	2,32
FCD	81,56	28,76	26,93
ELND	95,88	18,13	16,98
	64,44	NDT	67,34
		ED	2962,90

## Anexo 4. Nutrientes digestibles de la erythrina

ND	CD (%)	MS total	2da MS
MSD	62,05	57,32	52,95
PD	68,07	20,15	18,61
EED	60,83	2,94	2,72
FCD	67,73	31,87	29,44
ELND	83,03	6,76	6,24
	57,01	NDT	60,41
		ED	2657,84