



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTÉCNIA**

“DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD  
APARENTE DEL MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoï*),  
EN COBAYOS EN EL CANTÓN YANTZAZA,  
PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”.

Tesis de grado previa a la obtención  
del título de Médico Veterinario  
Zootecnista

**Autor:**

Ramiro Ademir Ordóñez Benítez

**Director:**

Dr. José Venildo Sarango Cuenca Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2012

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

**“DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL MANÍ  
FORRAJERO (*Arachis pintoï*), EN COBAYOS EN EL CANTÓN  
YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE.”**

TESIS PRESENTADA AL TRIBUNAL DE GRADO COMO REQUISITO  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

### **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Dr. Dubal Jumbo Jimbo

.....

PRESIDENTE

Dr. Luis Aguirre Mendoza. Mg. Sc.

.....

VOCAL

Dr. Alfonso Saraguro Martínez. Mg. Sc.

.....

VOCAL

## CERTIFICACIÓN

Dr. José Venildo Sarango Cuenca Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

### CERTIFICA :

Que una vez revisado el trabajo de investigación denominado **“DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoï*), EN COBAYOS EN EL CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”**, realizado por el egresado Ramiro Ademir Ordóñez Benítez, previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**, se autoriza su presentación final para la evaluación correspondiente.

Loja 08 de Junio del 2012

Dr. José Venildo. Sarango Cuenca. Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

## **AUTORÍA**

El contenido y veracidad del presente trabajo investigativo es de exclusiva responsabilidad del autor.

.....

Ramiro Ademir Ordóñez Benítez

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso un sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y a la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por haberme formado moral y académicamente.

En especial, a los docentes que con mucho esfuerzo y dedicación imparten sus conocimientos y sabiduría.

Un agradecimiento especial al Dr. José V. Sarango Cuenca, Director del presente trabajo y al Dr. Ramiro Córdova Gutiérrez, Asesor, quienes aportaron con sus valiosos conocimientos técnicos para culminar con éxito el presente trabajo investigativo.

Finalmente un agradecimiento a todas las personas quienes estuvieron interesados en que se lleve de mejor manera esta tesis.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a Dios y a la Virgen del Cisne, por guiar mi vida

Con mucho cariño a mi padre Manuel por ser ejemplo de esfuerzo y sacrificio, a mi querida madrecita Bárbara por su ejemplo de trabajo, amor y responsabilidad, quienes supieron apoyarme incondicionalmente en los buenos y malos momentos.

A mis queridos hermanos, por su apoyo en mi vida estudiantil.

Dedico también con mucho cariño a Fátima que gracias a su comprensión y ayuda incondicional, siempre estuvo apoyándome, para de esta manera lograr mi meta dentro de mi vida profesional.

A mis abuelitos Pedro y Rosario, que con su sabiduría y consejos de esfuerzo empeño y dedicación, supieron ayudarme en mi carrera universitaria.

Ramiro Ordóñez

## ÍNDICE DE GENERAL

<b>Contenidos</b>	<b>Pág.</b>
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DEL CUY.....	3
2.1.1. Anatomía y Fisiología Digestiva.....	3
2.1.2. Actividad Cecotrófica.....	5
2.2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY.....	6
2.2.1. Agua.....	7

2.2.1.1. Importancia.....	7
2.2.1.2. Requerimientos.....	7
2.2.1.3. Funciones.....	8
2.2.1.4. Cantidad Necesaria.....	8
2.2.1.5. Fuentes.....	9
2.2.1.6. Suministro.....	9
2.2.1.7. Deficiencia.....	9
2.2.2. Proteína.....	9
2.2.2.1. Importancia.....	10
2.2.2.2. Funciones.....	10
2.2.2.3. Deficiencia.....	10
2.2.2.4. Cantidad Necesaria.....	12
2.2.3. Fibra.....	12
2.2.3.1. Fuente.....	13
2.2.3.2. Deficiencia.....	13
2.2.4. Energía.....	13
2.2.4.1. Importancia.....	13
2.2.4.2. Función.....	14
2.2.4.3. Relación energía proteína.....	14
2.2.4.4. Cantidad necesaria.....	14
2.2.4.5. Fuentes.....	15
2.2.4.6. Deficiencia.....	16
2.2.5. Grasa.....	17
2.2.5.1. Importancia.....	17
2.2.5.2. Requerimiento.....	17
2.2.5.3. Deficiencia de Grasa .....	17
2.2.6. Minerales.....	18
2.2.6.1. Deficiencia.....	18
2.2.7. Vitaminas.....	18
2.2.7.1. Deficiencia de vitamina c.....	19
2.2.7.2. Fuentes de vitamina c.....	20
2.3. EL MANÍ FORRAJERO.....	21

2.3.1. Identificación Taxonómica.....	21
2.3.2. Descripción.....	21
2.3.3. Fenología.....	22
2.3.4 Usos.....	22
2.3.5. Características Botánicas.....	23
2.3.6. Adaptación.....	23
2.3.7. Resistencia a Plagas y Enfermedades.....	23
2.3.8. Valor Nutritivo.....	24
2.3.9. Producción de Forraje.....	24
2.4. DIGESTIBILIDAD.....	24
2.4.1. Factores que Afectan a la Digestibilidad.....	25
2.4.1.1. Preparación de los alimentos.....	25
2.4.1.2. Factor animal.....	25
2.4.1.3. Nivel de alimentación.....	25
2.4.2. Determinación de la Digestibilidad.....	26
2.4.2.1. Digestibilidad de la proteína.....	27
2.4.2.2. Digestibilidad de la energía.....	28
2.4.2.3. Digestibilidad de la fibra.....	28
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. MATERIALES.....	30
3.1.1. Materiales de Campo.....	30
3.1.2. Materiales de Oficina.....	30
3.1.3. Materiales de Laboratorio.....	30
3.2. MÉTODOS.....	31
3.2.1. Ubicación del Ensayo.....	31
3.2.2. Adecuación del Local.....	31
3.2.3. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales.....	31
3.2.4. Descripción de los Tratamientos.....	32
3.2.4.1. Tratamiento uno.....	32

3.2.4.2. Tratamiento dos.....	32
3.2.5. Variables en estudio.....	32
3.2.6. Toma y Registro de Datos.....	32
3.2.6.1. Valor nutritivo del maní forrajero ( <i>Arachis pinto</i> ).....	32
3.2.6.2. Consumo de alimento.....	33
3.2.6.3. Coeficiente de digestibilidad.....	33
3.2.7. Sistemas de Alimentación.....	34
3.2.7.1. Maní forrajero en pre-floración.....	34
3.2.7.2. Maní forrajero en floración.....	34
3.2.8. Manejo.....	35
3.2.9. Diseño experimental.....	36
3.2.10. Análisis Estadístico.....	36
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1. VALOR NUTRITIVO DEL MANÍ FORRAJERO.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.1. Valor Nutritivo del Maní Forrajero Fresco.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.2. Valor Nutritivo del Maní Forrajero en estado de heno.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2. CONSUMO DE ALIMENTO.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.1. Consumo de Maní forrajero Henificado.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.2. Consumo de Alimento en Materia Seca.....</b>	<b>40</b>
<b>4.3. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD.....</b>	<b>41</b>
<b>4.3.1. Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca.....</b>	<b>42</b>
<b>4.3.2. Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Cruda.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.3. Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Cruda.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.4. Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Etéreo.....</b>	<b>45</b>
<b>4.3.5. Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno.....</b>	<b>46</b>
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>48</b>

<b>5.1. VALOR NUTRITIVO DEL MANÍ FORRAJERO EN SUS DOS ESTADOS FENOLÓGICOS.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1.1. Maní Forrajero en Estado Fresco.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1.2. Maní forrajero en estado de heno.....</b>	<b>48</b>
<b>5.2. CONSUMO DE ALIMENTO.....</b>	<b>49</b>
<b>5.3. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD.....</b>	<b>49</b>
<b>5.3.1. Digestibilidad de la materia seca.....</b>	<b>49</b>
<b>5.3.2. Digestibilidad de la proteína.....</b>	<b>50</b>
<b>5.3.3. Digestibilidad de la fibra cruda.....</b>	<b>50</b>
<b>5.3.4. Digestibilidad del extracto etéreo.....</b>	<b>50</b>
<b>5.3.5. Digestibilidad del extracto libre de Nitrógeno.....</b>	<b>51</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Contenidos	Pág.
Cuadro 1. Clasificación de los animales según su anatomía gastrointestinal.....	4
Cuadro 2. Capacidad fermentativa en porcentaje del total del tracto digestivo.....	5
Cuadro 3. Energía digestible para cuyes.....	16
Cuadro 4. Partición de la energía.....	16
Cuadro 5. Requerimientos nutricionales del cuy en diferentes etapas.....	21
Cuadro 6. Valor nutricional del maní forrajero ( <i>Arachis. pinto</i> ).....	24
Cuadro 7. Contenido de energía digestible de algunos forrajes.....	28
Cuadro 8. Valor nutritivo del maní forrajero fresco en sus dos estados fenológicos en porcentaje.....	37
Cuadro 9. Valor nutritivo del maní forrajero heno en base seca en sus dos estados fenológicos en porcentaje.....	38
Cuadro 10. Consumo de alimento (Heno) por tratamiento en sus dos estados fenológicos del maní forrajero, en gramos.....	39
Cuadro 11. Consumo de alimento por tratamiento en materia seca del maní forrajero en sus dos estados fenológicos en gramos.....	40
Cuadro 12. Coeficiente de digestibilidad del maní forrajero en base a materia seca por tratamiento en porcentaje.....	42
Cuadro 13. Coeficiente de digestibilidad del maní forrajero en base a proteína cruda por tratamiento en porcentaje.....	43
Cuadro 14. Coeficiente de digestibilidad del maní forrajero en base a fibra cruda por tratamiento en porcentaje.....	44
Cuadro 15. Coeficiente de digestibilidad del maní forrajero en base a extracto etéreo por tratamiento en porcentaje.....	45
Cuadro 16. Coeficiente de digestibilidad del maní forrajero en base a extracto libre de nitrógeno por tratamiento en porcentaje.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenidos	Pág.
Figura 1. Consumo de forraje (heno).....	40
Figura 2. Consumo de alimento en Materia seca.....	41
Figura 3. Coeficiente de digestibilidad de la Materia Seca.....	42
Figura 4. Coeficiente de digestibilidad de la Proteína Cruda.....	44
Figura 5. Coeficiente de digestibilidad de la Fibra Cruda.....	45
Figura 6. Coeficiente de digestibilidad del Extracto Etéreo.....	46
Figura 7. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno.....	47

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoï*), EN COBAYOS EN EL CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”, se llevó a cabo en el barrio Simón Bolívar, finca Arroyo Negro que está ubicada en el Km 5 vía cantón el Pangui. Para el trabajo de campo se cultivó una parcela de maní forrajero, la misma que tuvo un corte de igualación y dos cosechas para hacer heno, la primera se realizó a los 18 días y la segunda a los 36 días. Se conto con seis cobayos machos de 600 g, de peso, con una edad de tres meses.

Se utilizó el diseño experimental comparación de medias con dos tratamientos y seis repeticiones y se estudiaron las siguientes variables: Valor nutritivo del maní forrajero, consumo de alimento y determinación de la digestibilidad. Los resultados obtenidos indican que: El heno de maní forrajero en pre-floración es más nutritivo que el heno de maní forrajero en floración. El mayor consumo de alimento lo tuvo el tratamiento uno con un promedio de 320,33 g, a diferencia del tratamiento dos que tuvo un consumo promedio 277,83 g. El heno de maní forrajero en pre-floración tuvo el mayor porcentaje de digestibilidad de sus contenidos nutricionales, a diferencia del heno de maní forrajero en estado de floración.

## **SUMMARY**

The present research work entitled as “DETERMINATION OF THE APPARENT DIGESTIBILITY OF THE FORAGE PEANUTS (ARACHIS PINTOI), IN GUINEA PIGS IN YANTZAZA CANTON, ZAMORA CHINCHIPE PROVINCE” was carried out in Simón Bolívar neighborhood in Arroyo Negro manor house which is placed in the kilometer 5 way to El Panguí canton. For the field work, a piece of land was harvested. This piece of land had a regulation cut and other two harvests for making hay. The first one was done at eighteen days and the second one was done at thirty six days. Six male guinea pigs of 600g weight with an age of three months.

Experimental design of media comparisons with two treatments and six repetitions were used as well as studied with the following variables: Forage peanuts nutritive value, consumption of feeding and determination of the digestibility. The obtained results clearly point that: Pre-flowering forage peanuts hay is more nutritive than the flowering forage peanuts hay. The highest feeding consumption was for the treatment one, which had an average of 320,33g while the treatment two had an average consumption of 277,83g. The pre-flowering forage peanuts hay had the highest percentage of digestibility of its nutritional contents differentiating itself of the flowering forage peanuts hay.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador y especialmente en la región interandina la crianza de cobayos es una práctica arraigada a nivel familiar, debido a que no exige cuidados complicados, siendo su carne una de las más ricas y nutritivas por su alto contenido de proteína, logrando de esta manera mejorar los estándares de vida de las comunidades.

La crianza de esta especie tiene varias ventajas tales como: ciclo reproductivo corto, facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos.

En la provincia de Zamora Chinchipe se observa un incremento considerable en la producción de cobayos, esta se realiza en variados sistemas de crianza: piso, jaulas y pozas; con una alimentación bastante deficiente, basada en el uso de gramíneas como: chilena, elefante, mar alfalfa, gramalote, cariamanga etc; lo que trae como consecuencia bajos rendimientos de peso con largos periodos para alcanzar pesos de mercado (700 a 800 g); la utilización de balanceados y otros concentrados es muy limitada por los elevados costos.

Los sistemas de crianza que se practican en la región en su mayoría son tradicionales sin tecnificación, debido a la poca difusión de los resultados de las investigaciones que se realizan en este campo, como consecuencia se tiene una producción deficiente tanto en calidad como en cantidad; que no satisface la demanda existente.

Por otro lado, en la provincia de Zamora Chinchipe y particularmente en el cantón Yantzaza se ha adaptado muy bien el cultivo de maní forrajero (*Arachis pintoi*) siendo una leguminosa con niveles de proteína que sobrepasa el 17 %; y que debido a la falta de investigaciones no se ha

incorporado como una alternativa para mejorar la alimentación de los animales y especialmente de los cobayos.

Para conocer la calidad de un forraje no basta conocer su contenido de nutrientes, si no el porcentaje que aprovechan los animales a través de la digestibilidad; por consiguiente, es importante conocer la digestibilidad de muchas especies forrajeras que existen en la región oriental del país y especialmente en la Provincia de Zamora Chinchipe.

En la actualidad en la zona no se conoce el porcentaje de alimento que es digerido y aprovechado por los cobayos.

Con estos antecedentes, el presente proyecto de investigación se orientó a realizar un estudio sobre la digestibilidad y valor nutritivo del maní forrajero con el propósito de generar alternativas que contribuyan a mejorar la alimentación y nutrición de los cobayos y por consiguiente los niveles de producción y rentabilidad en esta importante actividad pecuaria.

Los objetivos planteados en la presente investigación fueron:

- Determinar el valor nutritivo del maní forrajero (*Arachis pintoi*) en la alimentación de cuyes en la ciudad de Yantzaza perteneciente al Cantón Yantzaza.
- Evaluar la digestibilidad del maní forrajero en la producción de cobayos durante la etapa de crecimiento- engorde.
- Difundir los resultados a los productores de la zona.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DEL CUY**

#### **2.1.1. Anatomía y Fisiología Digestiva**

La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir los nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de estos a lo largo del tracto digestivo (Chauca, 1997).

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. Realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína.

El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. 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 (Reid, 1948, Gómez y Vergara 1993, citado por Chauca, 1997). Sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas

largas. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total (Hagan y Robison, 1953, citado por Chauca, 1997).

Cuadro 1. Clasificación de los animales según su anatomía gastrointestinal

<b>Clase</b>	<b>Especie</b>	<b>Hábito alimenticio</b>
<b>Fermentadores pregástricos</b>		
Rumiantes	vacuno, ovino	herbívoro de pasto
	antílope, camello	herbívoro selectivo
No rumiantes	hámster, ratón de campo	herbívoro selectivo
	canguro, hipopótamo	herbívoro de pasto y selectivo
<b>Fermentadores postgástricos</b>		
Cecales	Capibara	herbívoro de pasto
	Conejo	herbívoro selectivo
	Cuy	Herbívoro
	Rata	Omnívoro
<b>Colónicos</b>		
Saculados	Caballo, cebrá	Herbívoro de pasto
No saculados	perro gato	Carnívoro

**Fuente:** Van Soest, 1991, citado por Chauca, 1997.

La flora bacteriana existente en el ciego permite un buen aprovechamiento de la fibra (Reid, 1958, Gómez y Vergara, 1993, citado por Chauca, 1997). La producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B la realizan microorganismos, en su mayoría bacterias gram-positivas, que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno través de la cecotrófia, que consiste en la ingestión de las cagarrutas (Holstenius y Bjomhag, 1985, Caballero, 1992, citado por Chauca, 1997).

El ciego de los cuyes es menos eficiente que el rumen debido a que los microorganismos se multiplican en un punto que sobrepasa al de la acción

de las enzimas proteolíticas. A pesar de que el tiempo de multiplicación de los microorganismos del ciego es mayor que la retención del alimento, esta especie lo resuelve por mecanismos que aumentan su permanencia y en consecuencia la utilización de la digesta (Gómez y Vergara, 1993, citado por Chauca, 1997).

Cuadro 2. Capacidad fermentativa en porcentaje del total del tracto digestivo

<b>Especie</b>	<b>Retículo rumen</b>	<b>Ciego</b>	<b>Colon y recto</b>	<b>Total</b>
Vacuno	64	5	5 8	75
Ovino	71	8	4	83
Caballo	-	15	54	69
Cerdo	-	15	54	69
Cuy	-	46	20	66
Conejo	-	43	8	51
Gato	-	-	16	16

Fuente: Parra, 1978, Gómez y Vergara, 1993, citado por Chauca, 1997

### **2.1.2. Actividad Cecotrófica**

La cecotrofia es un proceso digestivo poco estudiado; se han realizado estudios a fin de caracterizarla. Esta actividad explica muchas respuestas contradictorias halladas en los diferentes estudios realizados en prueba de raciones. Al evaluar balanceados con niveles proteicos entre 13 y 25 por ciento, que no muestran diferencias significativas en cuanto a crecimiento, una explicación de tales resultados podría tener su base en la actividad cecotrófica. La ingestión de las cagarrutas permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como permite reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado. Para evaluar la actividad cecotrófica, medida a través de pruebas de digestibilidad, se ha utilizado chala de maíz (*Zea mays*), donde la digestibilidad de MS -permitiendo la actividad cecotrófica-, fue superior en 18 por ciento al compararla con la

digestibilidad obtenido evitándola. Este efecto es menor cuando se evalúa un forraje de buena calidad como la alfalfa en donde la diferencia de digestibilidades evitando la actividad cecotrófica es menor 4,67 %.

Estas pruebas permiten estimar por diferencia la fracción de alimento que deja de ser aprovechada cuando se impide realizar la cecotrófia.

El afrecho de trigo (subproducto industrial) es utilizado en crianza familiar- comercial de la costa central por su disponibilidad y bajo costo al compararlo con raciones elaboradas. Su inclusión como único suplemento justifica el estudio de su calidad nutritiva. Al evaluar el efecto de la actividad cecotrófica pudo apreciarse que la digestibilidad de este insumo se ve fuertemente afectada (29,07 por ciento menor) cuando se impide realizar dicha actividad (Chauca, 1997).

## **2.2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY**

La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Aún no han sido determinados los requerimientos nutritivos de los cuyes productores de carne en sus diferentes estadios fisiológicos.

Mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza de tal modo de aprovechar convenientemente su precocidad y prolificidad, así como su habilidad reproductiva. Los cuyes como productores de carne precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministra únicamente forraje, a pesar de la gran capacidad de consumo del cuy. Las condiciones de medio ambiente, estado fisiológico y genotipo influirán en los requerimientos.

Al igual que en otros animales, 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, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza.

### **2.2.1. Agua**

El agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. Constituye el 60 al 70 % del organismo animal.

#### **2.2.1.1. Importancia**

(Chauca, 1997), señala que con el suministro de agua se registra un mayor número de crías nacidas, menor mortalidad durante la lactancia, mayor peso de las crías al nacimiento ( $P < 0,05$ ) y destete ( $P < 0,01$ ), así como mayor peso de las madres al parto (125,1 g más). En los cuyes en recría el suministro de agua no ha mostrado ninguna diferencia en cuanto a crecimiento, pero sí mejora su conversión alimenticia también mejora la eficiencia reproductiva.

#### **2.2.1.2. Requerimientos**

Estos dependen de el tamaño del animal, estado fisiológico, cantidad y tipo de alimento ingerido, temperatura y humedad ambientales, nutrientes consumidos (+ proteína + sal - + agua), y lactación (Inia, 1995). Son varios los factores a los que se adapta el animal que determinan el consumo de agua para compensar las pérdidas que se producen a través de la piel, los pulmones y las excreciones. La necesidad de agua de bebida está supeditada al tipo de alimentación que reciben (Chauca, 1997).

### **2.2.1.3. Funciones**

Cumple las funciones de transporte de nutrientes y desechos, procesos metabólicos, producción de leche y termorregulación.

### **2.2.1.4. Cantidad necesaria.**

Si se suministra un forraje succulento en cantidades altas (más de 200 g) la necesidad de agua se cubre con la humedad de forraje. Si se suministra forraje restringido 30 g /animal /día, requiere 85 ml de agua, siendo su requerimiento diario de 105 ml / kg de peso vivo.

Los cuyes de recría requieren entre 50 y 100 ml de agua por día. Este requerimiento puede incrementarse hasta más de 250 ml si no reciben forraje verde y si el clima supera temperaturas de 30° C. Bajo estas condiciones los cuyes que tienen acceso al agua de bebida se ven más vigorosos que aquellos que no tienen acceso a ese líquido.

En climas templados, en los meses de verano, el consumo de agua en cuyes de 7 semanas es de 51 ml y a las 13 semanas es de 89 ml, esto con suministro de forraje verde (chala de maíz: 100 g /animal /día.

Si se alimenta con forraje verde no es necesario dar agua. Si se combina con concentrado se debe dar de 100 a 150 g de forraje verde por animal para la ingestión mínima de agua de 80 a 120 ml. Si sólo se da concentrado al animal entonces se debe proporcionar de 8 a 15 ml de agua por 100 g de peso vivo o 50 a 140 ml por animal por día. El agua debe ser limpia y libre de patógenos (Inia, 1995).

#### **2.2.1.5. Fuentes**

El animal obtiene el agua de acuerdo a su necesidad de tres fuentes: el agua de bebida que se le proporciona a discreción, agua contenida como humedad en los alimentos y el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno (Chauca, 1997).

#### **2.2.1.6. Suministro**

La forma de suministro de agua es en bebederos de porcelana con capacidad de 250 ml, bebederos automáticos instalados en red, bebederos de cerámica o de acero inoxidable.

#### **2.2.1.7. Deficiencia**

Cuando reciben forraje restringido, el agua que consumen a través de éste, en muchos casos está por debajo de sus necesidades hídricas y el porcentaje de mortalidad se incrementa 16 % significativamente al no recibir suministro de agua de bebida. Las hembras preñadas y en lactancia son las primeras afectadas, seguidas por los lactantes y los animales de cría.

#### **2.2.2. 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. Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los monogástricos a través de diferentes insumos ya que no pueden ser sintetizados.

### **2.2.2.1. Importancia**

Es uno de los principales componentes de la mayoría de los tejidos del animal. Los tejidos para formarse requieren de un aporte proteico. Para el mantenimiento y formación se requiere proteínas.

### **2.2.2.2. Funciones**

Enzimáticas en todo el proceso metabólico, defensivas (están a cargo de las proteínas los sistemas inmunológicos del organismo, gama globulina, etc.).

Las enzimas, hormonas y los anticuerpos tienen proteínas como estructura central, que controlan y regulan las reacciones químicas dentro del cuerpo. También las proteínas fibrosas juegan papeles protectores estructurales (por ejemplo pelo y cascos). Finalmente algunas proteínas tienen un valor nutritivo importante (proteína de leche y carne).

### **2.2.2.3. Deficiencia**

El suministro inadecuado de proteína, tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia de utilización del alimento. Para cuyes manejados en bioterios, la literatura señala que el requerimiento de proteína es del 20 por ciento, siempre que esté compuesta por más de dos fuentes proteicas. Este valor se incrementa a 30 ó 35 por ciento, si se suministra proteínas simples tales como caseína o soya, fuentes proteicas que pueden mejorarse con la adición de aminoácidos. Para el caso de la caseína con L-arginina (1 por ciento en la dieta) o para el caso de la soya con DL-metionina (0,5 % en la dieta) (NRC, 1978, citado por Chauca, 1997).

Estudios realizados, para evaluar niveles bajos (14 %) y altos (28 %) de proteína en raciones para crecimiento, señalan mayores ganancias de peso, aumento en el consumo y más eficiencia en los cuyes que recibieron las raciones con menores niveles proteicas (Wheat *et al.*, 1962, citado por Chauca, 1997).

El requerimiento proteico del cuy es el de los aminoácidos. Algunos aminoácidos son sintetizados en los tejidos del animal, denominándose dispensables. Otros aminoácidos no se sintetizan en absoluto, denominándose esenciales o indispensables.

Porcentajes menores de 10 %, producen pérdidas de peso, siendo menor a medida que se incrementa el nivel de vitamina C. El crecimiento de los cuyes entre el destete y las 4 semanas de edad es rápido, por lo que ha sido necesario evaluar el nivel de proteína que requieren las raciones. Al evaluar raciones heteroproteicas, con niveles entre 13 y 25 % no se encuentra diferencia estadística ( $P < 0,01$ ) para los incrementos totales (Augustin *et al.*, 1984, citado por Chauca, 1997).

Es imprescindible considerar la calidad de la proteína, por lo que es necesario hacer siempre una ración con insumos alimenticios de fuentes proteicas de origen animal y vegetal. De esta manera se consigue un balance natural de aminoácidos que le permiten un buen desarrollo. Las fuentes proteicas utilizadas en la preparación de las raciones fueron alfalfa, soya y harina de pescado. Este último insumo nunca en niveles superiores al 2 %. Los resultados registrados por otros autores en la etapa de cría son similares a los de la etapa de recría (Pino, 1970; Mercado *et al.* 1974, citado por Chauca, 1997).

Esto deja abierta la posibilidad de continuar los estudios de la función de la actividad cecotrófica en la nutrición de los cuyes. Los estudios para

determinar los requerimientos de aminoácidos en cuyes como animal productor de carne se hacen necesarios.

#### **2.2.2.4. Cantidad Necesaria**

El Consejo Nacional de Investigación (NRC), por sus siglas en ingles señala: que el nivel debe ser de 20 % de proteína, para todos los cuyes, de una mezcla bien balanceada. Sin embargo, se recomienda elevar este nivel 2 % más para cuyes lactantes y 4 % más para cuyes gestantes. El requerimiento de proteína es realmente el requerimiento de los distintos aminoácidos que la componen. Algunos aminoácidos son sintetizados, mientras que otros no se sintetizan, entre ellos se encuentra la arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, triptófano, treonina y valina.

El NCR (1978) recomienda niveles de 18 a 20 % de proteína total, con niveles de arginina de 1,26 %, triptófano 0,16 a 0,20 %, cistina (0,36 %) y metionina (0,35 %) con un total de aminoácidos azufrados de 0,71 %. Las necesidades del cuy en términos de energía digestible (ED) es de 3 000-3 250 Kcal /kg de MS.

#### **2.2.3. Fibra**

Los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 5 al 18 %. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no sólo 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 paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo.

La digestión de celulosa en el ciego puede contribuir a cubrir los requerimientos de energía. (Hirsh 1973, NRC 1995, citado por Chauca

1997) muestra que la dilución de 1:1 en la dieta con celulosa no afecta a la ingestión de alimento o al peso, lo cual apoya a la celulosa como fuente de energía.

#### **2.2.3.1. Fuente**

El aporte de fibra está dado por el consumo de los forrajes. El suministro de fibra de un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta. Sin embargo, las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben contener un porcentaje no menor de 18% (Chauca, 1997).

#### **2.2.3.2. Deficiencia**

(Booth et al. 1949, NRC 1995, citado por Chauca, 1997) observó un ritmo bajo de crecimiento (1.9 g/día) en cuyes alimentados con dietas sintéticas sin fibra.

#### **2.2.4. 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. El consumo de exceso de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo.

##### **2.2.4.1. Importancia**

Su importancia radica en el hecho de que un 70 ó 90 % de la dieta está constituido por sustancias que se convierten en precursores de la energía o en moléculas conservadoras de la energía; además del 10 al 30 % del resto de la dieta, una parte suministra cofactores los cuales son auxiliares

importantes en las transformaciones de la energía en el organismo (Rojas, 1972).

DIETA: 70 a 90 % sustancias → precursores de energía  
10 al 30 % cofactores → transformación de la energía

Es otro factor esencial para los procesos vitales de los cuyes. La energía se almacena en forma de grasa en el cuerpo del cuy una vez satisfechos los requerimientos, que dependen de: edad, estado fisiológico, actividad del animal, nivel de producción y temperatura ambiental.

#### **2.2.4.2. Función**

La energía es requerida dentro de la dieta como fuente de combustible para mantener las funciones vitales del cuerpo, mantenimiento, crecimiento y producción.

#### **2.2.4.3. Relación energía proteína**

Para el correcto aprovechamiento tanto de proteína así como la energía de los alimentos, tiene que existir una relación que en líneas generales debe ser de 93 calorías de energía neta por cada punto de proteína (Calero del Mar, 1978).

#### **2.2.4.4. Cantidad necesaria**

(NRC, 1978) sugiere un nivel de energía digestible de 3000 kcal/kg de dieta. Al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética (Chauca, 1997).

Los cuyes responden eficientemente al suministro de alta energía, se logran mayores ganancias de peso con raciones con 70,8 % que con 62,6 % de NDT (Carrasco, 1969).

A mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora (Zaldívar y Vargas, 1969). Proporcionando a los cuyes raciones con 66% de nutrientes digestibles totales (NDT) pueden obtenerse conversiones alimenticias de 8,03 (Mercado et al., 1974, citado por (Chauca, 1997).

El contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) en las raciones balanceadas para cuyes varía entre 62-70 %.

#### **2.2.4.5. Fuentes.**

Proveen energía: carbohidratos, lípidos y proteínas dietarios o endógenos. Los carbohidratos obtenidos de alimentos de origen vegetal fibrosos y no fibrosos son los que aportan más energía.

Por lo tanto, los hidratos de carbono que se utilizan provienen principalmente del reino vegetal, que tienen la propiedad de fermentarse y asimilarse fácilmente en el organismo del cuy. Entre los principales alimentos que contienen abundante hidrato de carbono, tenemos la caña de azúcar, la remolacha azucarera, la zanahoria, los forrajes verdes, etc.

Entre los subproductos la melaza en los cuyes, por su fisiología digestiva la melaza puede intervenir del 10 al 30 % en la composición del concentrado. Cantidades superiores pueden ocasionar disturbios digestivos, enteritis o diarreas (Esquivel, 1994).



## **2.2.5. Grasa**

### **2.2.5.1. Importancia**

Las grasas aportan al organismo ciertas vitaminas que se encuentran en ellas. Al mismo tiempo las grasas favorecen una buena asimilación de las proteínas. Las principales grasas que intervienen en la composición de la ración para cuyes son las de origen vegetal. Si están expuestas al aire libre o almacenadas por mucho tiempo se oxidan fácilmente dando un olor y sabor desagradables por lo que los cuyes rechazan su consumo; por lo tanto al preparar concentrados en los que se utiliza grasa de origen animal, es necesario emplear antioxidantes (Esquivel, 1994).

### **2.2.5.2. Requerimiento**

Dieta 3 % de grasa o ácidos grasos no saturados.

### **2.2.5.3. Deficiencia de grasa**

Su carencia produce un retardo en el crecimiento, además de dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento de pelo, así como caída del mismo. En casos de deficiencias prolongadas se observó poco desarrollo de testículos, bazo, vesícula biliar, así como agrandamiento de riñones, hígado, suprarrenales y corazón. En casos extremos puede sobrevenir la muerte del animal (Wagner y Manning, 1976, citado por Chauca, 1997).

Esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg de ración. El aceite de maíz a un nivel de 3 % permite un buen crecimiento sin dermatitis.

### **2.2.6. Minerales**

Los elementos minerales se encuentran en el cuerpo del animal cumpliendo varias funciones: estructurales, fisiológicas, catalíticas, etc. (INIA, 1995).

La parte mineral de los alimentos o del cuerpo de los animales se designa también con el nombre de cenizas o materia inorgánica y se encuentra en forma de fosfatos, carbonatos, cloruros, nitratos, yoduros, o silicatos de sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc y cobre (Rojas, 1972).

La mayoría de los minerales esenciales se encuentran en cantidades suficientes en el forraje y concentrado. Otros deben ser suministrados en base a suplementos.

La cantidad de materia mineral en las plantas es muy variable según la especie y la distribución difiere notablemente de aquella en los animales (Rojas, 1972)

#### **2.2.6.1. Deficiencia**

La falta de minerales ocasiona trastornos como alteración del apetito, roído de la madera e ingestión de tierra. Las deficiencias que comúnmente se observan son las de calcio, fósforo y yodo (Esquivel, 1994).

### **2.2.7. Vitaminas**

Las vitaminas son compuestos orgánicos esenciales requeridos en muy pequeñas cantidades para el mantenimiento de la salud y para el

crecimiento y reproducción normales. No pueden ser sintetizadas en el cuerpo, por ello deben ser suministradas del exterior.

Al igual que en otras especies animales las vitaminas esenciales son las mismas exceptuando la vitamina C debido a deficiencia genética de la enzima L- gulonolactona oxidasa necesaria para la síntesis de esta vitamina a partir de la glucosa. Se cree que el ácido ascórbico es necesario para la formación y sostenimiento de colágeno y otras sustancias que contribuyen a mantener unidas las células de los tejidos. Contribuye asimismo a la protección del organismo contra sustancias tóxicas, regulando el ritmo del metabolismo de las células.

#### **2.2.7.1. Deficiencia de vitamina c**

La carencia produce pérdida de apetito, crecimiento retardado, parálisis de miembros posteriores y muerte. Los síntomas de esa deficiencia están relacionados con anorexia, pobre crecimiento, inflamación de las articulaciones con hemorragias subcutáneas y parálisis del tren posterior. Presentan modificaciones óseas y dentarias. Internamente presentan hemorragias y congestión pulmonar (Rico, 1995).

La deficiencia produce en el cuy el escorbuto, cuyos síntomas son el cambio de voz (tercer día), encías inflamadas, sangrantes y ulceradas, aflojamiento de los dientes, hemorragias especialmente peri articulares, fragilidad de los huesos, mala cicatrización de heridas y pérdida de vigor. Las articulaciones se inflaman, se vuelven dolorosas y el animal se niega a apoyarse en ellas, adoptando una posición característica. Se la denomina "posición escorbútica". Además tiene cojera y resistencia a moverse ya que al hacerlo le produce dolor. Igualmente pérdida de peso. Los cuyes presentan una disminución de la temperatura del cuerpo en los últimos estados y una tendencia a la diarrea; tienen la tendencia a echarse en la posición de "cara".

Muestran en general cambios degenerativos y si no se realiza el tratamiento la muerte puede sobrevenir, según (Aliaga 1979, citado por Chauca, 1997).

#### **2.2.7.2. Fuentes de vitamina c**

Forraje verde, alfalfa, trébol, rey grass, veza, grama china, kikuyo, gramalote, hortalizas, lechuga, col, hoja de plátano, zanahorias, cáscara de plátano, pasto elefante, amasisa, soya forrajera, kudzu y alimentos de base seca, restos de cosecha cereales, raciones concentradas.

Una dieta sin forraje verde tendría que compensarse con 10 a 30 mg/animal/día, con dietas granuladas que contengan vitamina C, o aportar el ácido ascórbico en la forma de tabletas solubles o polvo cristalino que puede ser añadido al agua de bebida de tal manera de lograr una concentración de 500 mg por litro preparada diariamente. El recipiente no debe ser de metal excepto de acero inoxidable; si se conoce que el agua es alcalina se debe añadir un gramo de ácido cítrico por litro para prevenir la degradación del ácido ascórbico. La destrucción de vitamina C es más rápida si se ofrece en agua que tenga oxígeno y ciertos minerales como cobre, fierro y yodo. La pérdida completa de la actividad biológica ocurre en 2 a 20 minutos si el agua es neutra o alcalina (Aliaga, 1979, citado por Chauca, 1997).

Lesiones microscópicas por deficiencia de vitamina C: desorden de las células de las zonas del desarrollo de los huesos, atrofia y desorganización de los odontoblastos, cambios degenerativos de los tejidos musculares, degeneración de los tejidos del sistema nervioso, debilidad de las paredes de arterias y venas, anemia, disminución de las proteínas del plasma, con reducción de la relación albúmina-globulina, hipertrofia de los adrenales, trastornos hepáticos, degeneración de los ovarios en hembras y degeneración del epitelio germinal en machos,

cambios degenerativos en otros órganos de secreción interna como la tiroides (Rodríguez, 1969, Reid, 1958, Aliaga, 1979, citado por Chauca, 1997).

Cuadro 5. Requerimientos nutricionales del cuy en diferentes etapas

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
<b>Proteínas</b>	(%)	18	18,0 - 22,0	13,0 - 17,0
<b>Energía disponible</b>	(kcal/Kg)	2800	3000	2800
<b>Fibra</b>	(%)	8,0-17,0	8,0 - 17,0	10
<b>Calcio</b>	(%)	1,4	1,4	0,8 - 1,0
<b>Fosforo</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, Caicedo, 1992; citado por Chauca, 1997.

### 2.3. EL MANÍ FORRAJERO

#### 2.3.1. Identificación Taxonómica

Familia: Fabaceae

Género: *Arachis*

Especies: *Arachis pintoi*

#### 2.3.2. Descripción

Son especies de plantas forrajeras que se han adaptado muy bien en suelos pobres, otorgando mayor fertilidad a los mismos por sus propiedades de retener nitrógeno en los nódulos de sus raíces.

*Arachis pintoi* con su hábito de crecimiento estolonífero y buena adaptación a las tierras bajas del trópico húmedo, ha mostrado gran potencial como pastoreo directo, y como cultivo de cobertura en diversos sistemas de explotación agrícola. Actualmente se ha evaluado en asociaciones con especies del género *Brachiaria spp.*, *Paspalum spp.* y como cultivo de cobertura en café, banano, palma de aceite, cítricos, y palmitos.

*Arachis pintoi* es una especie relativamente novedosa tanto para investigadores como agricultores. La experiencia se confina principalmente en Australia, Bolivia, Brasil, Colombia y Costa Rica.

### **2.3.3. Fenología**

Esta especie se adapta muy bien a cualquier tipo de suelos, especialmente otorga Fósforo a los suelos pobres; el crecimiento es uniforme especialmente durante la época lluviosa, soportando inclusive periodos de inundación, además puede sobrevivir también durante la estación seca hasta 4 meses; inclusive se puede asociar con especies muy competidoras como pasturas por ejemplo *Brachiarias* etc. Es un tipo de leguminosa altamente palatable, a veces sufren ataques de hongos principalmente en las hojas, por lo que puede acontecer un desarrollo mínimo de la planta, A su vez esta planta tiene una elevada variabilidad genética desarrollando una amplia gama de cultivares comerciales, no presenta ningún tipo de toxicidad.

### **2.3.4. Usos**

Como coberturas en cultivos asociados, para la alimentación de especies menores y rumiantes.

### **2.3.5. Características Botánicas**

Leguminosa originaria de Brasil, es perenne, rastrera, forma rápidamente cobertura en el suelo, tallos glabros cilíndricos, de color que varía de parda a verde, en el tallo se forman muchas raíces y dan lugar a la formación de nuevas plantas, tiene raíz pivotante y en las primarias se forman una gran cantidad de nódulos nitrificantes de cepas nativas de la zona. Las hojas si color verde intenso, cada pecíolo cuenta con cuatro folíolos de forma ovoide, sin pubescencia, presenta flores axilares de color amarillo papilionadas, que salen de los nudos de las plantas. El fruto una vaina parecida al maní, con una o dos semillas por vaina de color blanco, rozado o marrón, normalmente la producción de semilla es subterránea.

### **2.3.6. Adaptación**

Esta leguminosa se adapta a clima tropical muy húmedo con precipitaciones que van de 2000 a mm por año y temperaturas de 22 a 25°C, persiste en suelos ácidos y de baja fertilidad, hasta el momento se la ha introducido a alturas de 250 a 900 msnm en la región Amazónica, a las cuales ha demostrado buena adaptación. Vegeta bien en suelos medianamente drenados; resiste al sol pero no la sequía prolongada, se recupera bien después del corte o pastoreo en forma rápida. Esta leguminosa necesita la sombra provista por la gramínea para desarrollarse adecuadamente.

### **2.3.7. Resistencia a Plagas y Enfermedades**

En las localidades de Palora, Archidona, Misahuallí y Payamino de la Amazonía ecuatoriana, esta leguminosa ha presentado leves ataques de plagas (comedores de hojas) aunque el cultivo casi no presenta áreas foliares consumidas. No se ha observado incidencia de enfermedades.

### 2.3.8. Valor Nutritivo

El *Arachis pintoi* tiene hojas suaves y es muy consumido por el ganado, el contenido de proteína cruda es muy buena, está va descendiendo a medida que aumenta su madurez.

Cuadro 6. Valor nutricional del maní forrajero (*A. pintoi*)

Nutriente	Valor
Humedad (% Hm)	8.96
Cenizas (% Cen)	8.32
Calcio (% Ca)	0.92
Fósforo (% P)	0.17
Proteína Bruta (Nt*6.25)	15.92
Fibra Cruda (% F.C.)	25.49
Extracto etéreo (%E.E.)	--
Energía Bruta (Kcal/Kg)	3957

Laboratorio Integrado de Nutrición Animal, Bioquímica y Pastos y Forrajes  
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia.

### 2.3.9. Producción de Forraje

La productividad de forraje promedio es de 6.912 kg/ha/año, consiguiendo sus mayores rendimientos a las 9 y 12 semanas de descanso.

## 2.4. DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad se define como el porcentaje de un nutriente dado, que se digiere (es decir que desaparece) a su paso por el tubo gastrointestinal, este proceso es comúnmente expresado en términos de coeficiente que es el porcentaje digerido de cada principio nutritivo (Halley, 1983 y Morrison, Mollo 1994).

Las pruebas de digestibilidad permiten calcular por diferencia el grado de desaparición de los nutrientes debido a la absorción, además de conocer el contenido de Nutrientes Digestibles Totales (NDT).

#### **2.4.1. Factores que Afectan a la Digestibilidad**

La digestibilidad de un alimento está afectada por factores tales como la composición química y preparación de los alimentos, composición de la ración, factor animal y nivel de alimentación.

##### **2.4.1.1. Preparación de los alimentos**

Carvajal (1998), menciona que la preparación de los alimentos ordinariamente comprende los tratamientos aplicados a los alimentos, tales como: cortar, aplastar, moler y la cocción. Las consideraciones anteriores son confirmadas por Ensminger (1983), quien indica que el alimento que se da a un animal puede no ser tan digestible como el mismo alimento administrado en otra forma.

##### **2.4.1.2. Factor animal**

Morrison (1977), citado por Mollo (1994), explica que el coeficiente de digestibilidad, además de la capacidad de cada especie para aprovecharlo, varía según la clase, edad y sexo del animal. Los diversos estados fisiológicos como la preñez, se comportan como un alza del coeficiente de digestibilidad, sobre todo de las grasas y lípidos.

##### **2.4.1.3. Nivel de alimentación**

El nivel de alimentación está relacionado con el incremento ó disminución de la cantidad de un alimento que es consumido por el animal, modifica la tasa de velocidad del pasaje de la ingesta.

### 2.4.2. Determinación de la Digestibilidad

Existen varios métodos para determinar la digestibilidad, en general consisten en proporcionar a un animal cantidades predeterminadas de un alimento de composición conocida, luego se procede a medir y analizar las heces, además la aplicación del método que se utiliza para la determinación de la digestibilidad está en función de la especie, sexo, habilidad digestiva y tipo de ración a utilizarse en la experimentación.

Determinar los coeficientes de digestibilidad de los diferentes insumos alimenticios sean forrajes o componentes de raciones, permite estudiar mejor la nutrición del *cuy* como productor de carne. Según Crampton y Harris (1974), los métodos más utilizados para la determinación de la digestibilidad en cuyes son: por diferencia, por indicadores y por el método convencional.

El método convencional se usa cuando el alimento en estudio constituye el 100 % de la dieta, es decir, que es consumido sin problema alguno por el animal, por el contrario, si el alimento no constituye una dieta completa, la determinación de la digestibilidad se realiza en forma indirecta. Castro y Chirinos citados por Porras (1990), y mencionados por Mollo (1994), señalan que el ensayo de digestibilidad consta de dos fases; la fase pre - experimental y la fase experimental. La fase pre - experimental, en la que el animal es sometido a un periodo de adaptación a la ración que se quiere evaluar; también a la modificación y adaptación de la microflora gastrointestinal, y al ajuste del consumo voluntario en un nivel estable, con una duración de 2 a 4 días, dependiendo de la especie animal y la naturaleza de la dieta a estudiar (Rojas, 1972).

En la fase experimental se registra cuidadosamente el consumo de alimento y su respectiva producción de heces, sin que se contamine con la orina y otros productos (pelos, alimentos etc.). Finalmente el alimento

muestreado y las heces son secadas molidas para su respectivo análisis. Esta fase tiene un promedio de duración de 7 días.

#### **2.4.2.1. Digestibilidad de la proteína**

Bonn et al. (1991) Mencionado por Fuentes (1997), indica que la proteína es un elemento estructural dominante en el organismo animal desde el punto de vista cuantitativo, además, se considera a la proteína como "material" constituyente, que ocupa una posición fundamental en todo organismo, y de importancia en el cuy, el cual tiene altos requerimientos de proteína en las etapas de recría, reproducción y lactancia. Crampton (1974), mencionado por Molió (1994), indica que la digestibilidad aparente de la proteína de un alimento, es en parte, función del porcentaje de proteína que contiene. De esta manera, cuando no intervienen otros factores, a mayor porcentaje de proteína en la ración suele corresponder un mayor porcentaje de digestibilidad aparente. Por otra parte, pocos aminoácidos esenciales han sido estudiados como requerimientos del cobayo, por ejemplo la arginina estudiada por Reíd y Mickelsen citados por Vergara (1992), con dietas a base de caseína, determinaron que se digiere al nivel de 1.26 %, el triptófano de 0.16 a 0.20 %. Typepe *et al.* (1985), sugiere 0.70 % de lisina para dietas purificadas en la etapa de 3 a 6 semanas de edad que promueve un óptimo crecimiento y retención de nitrógeno.

El cuy digiere la proteína de los alimentos fibrosos de manera menos eficiente; en tanto, los alimentos energéticos y proteicos son utilizados en forma más eficiente en comparación con los rumiantes, debido a la característica digestiva de tener primero una digestión enzimática en el estómago e intestino delgado y luego una digestión microbiana a nivel del ciego y colon (Mollo, 1994).

### 2.4.2.2. Digestibilidad de la 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 (Chauca, 1997).

El Consejo Nacional de Investigación NRC (1978), sugiere un nivel de energía digestible (ED) de 3000 Kcal/kg de dieta, (Inia, 1995).

En el Cuadro 7, se aprecia que el contenido de energía digestible de los forrajes mencionados, es adecuado para la nutrición del cuy en diferentes etapas de vida productiva. Destacando entre estos el maíz forrajero, que puede cubrir óptimamente los requerimientos de energía de madres gestantes.

Cuadro 7. Contenido de energía digestible de algunos forrajes

Clase de forraje	Energía Digestible (Kcal./Kg.)
Alfalfa	2611.6
Maíz forrajero	3112.0
Avena	2595.7
Triticale	2509.0

Fuente: Rico 1995

### 2.4.2.3. Digestibilidad de la fibra

Mc Donald (1986), citado por Villegas (1993), afirma que la fracción de fibra bruta contiene celulosa, lignina y hemicelulosa. La lignina es resistente a la acción de ácidos y de los microorganismos, en general se considera que no puede ser digerida por los animales.

Los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 5 al 18 %. Cuando se trata de alimentar a los cuyes como animal de laboratorio, donde solo reciben como alimento una dieta balanceada, ésta debe tener porcentajes altos de fibra. 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).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

##### **3.1.1. Materiales de Campo**

- ❖ Seis cuyes machos de 90 días de edad
- ❖ Maní forrajero (heno)
- ❖ Agenda
- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Fundas para conservar muestras de heces individualmente
- ❖ Etiquetas para identificar fundas
- ❖ Seis jaulas metabólicas
- ❖ Balanza digital
- ❖ Focos
- ❖ Desinfectante
- ❖ Herramientas de construcción ( tablas, clavos, martillo y serrucho)
- ❖ Registros
- ❖ Materiales de limpieza (escoba, pala, recogedor de basura)
- ❖ Carteles para identificar los tratamientos

##### **3.1.2. Materiales de Oficina**

- ❖ Bolígrafos
- ❖ Papel boom: Tamaño A4, color blanco
- ❖ Computador
- ❖ Memoria para almacenamiento de datos

##### **3.1.3. Materiales de Laboratorio**

- ❖ Equipo para determinar ceniza
- ❖ Equipo para determinar fibra

- ❖ Equipo para determinar Extracto etéreo.
- ❖ Equipo para determinar proteína
- ❖ Equipo para determinar materia seca

### **3.2. MÉTODOS**

#### **3.2.1. Ubicación del Ensayo**

El presente trabajo de investigación se lo realizó en el barrio Simón Bolívar perteneciente al cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe el mismo que cuenta con las siguientes características climatológicas:

- ❖ **Temperatura promedio:** 24°C
- ❖ **Altitud:** 600 msnm
- ❖ **Humedad relativa:** 70 %
- ❖ **Precipitación media:** 2000 mm<sup>3</sup>
- ❖ **Topografía:** Irregular

#### **3.2.2. Adecuación del Local**

Para la ejecución de la investigación se construyó un local de 10 m<sup>2</sup>, donde se mantuvo a los cobayos en jaulas metálicas de acero inoxidable de 38 x 32 x 30 cm de longitud, alto y ancho respectivamente. La base estuvo conformada por una rejilla que permitió el paso de las heces.

#### **3.2.3. Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales**

Se utilizó seis cuyes machos de tres meses de edad, con un peso promedio de 600 gramos. Cada unidad experimental estuvo conformada por un cobayo macho adulto.

### **3.2.4. Descripción de los Tratamientos**

#### **3.2.4.1. Tratamiento uno**

Estuvo conformada por seis unidades experimentales y se utilizó maní forrajero (*Arachis pintoï*) en estado de pre-floración.

#### **3.2.4.2. Tratamiento dos**

Estuvo conformado por seis unidades experimentales y se utilizó maní forrajero (*Arachis pintoï*) en estado de floración.

### **3.2.5. Variables en Estudio**

- ❖ Valor nutritivo en estado fresco y heno
- ❖ Consumo de Alimento
- ❖ Digestibilidad del maní forrajero

### **3.2.6. Toma y Registro de Datos**

Se elaboró registros para la toma de datos tales como: peso del alimento administrado, peso del alimento no consumido, peso de las heces; el registro de todos estos datos se lo realizó diariamente.

#### **3.2.6.1. Valor nutritivo del maní forrajero (*Arachis pintoï*)**

Para la determinación nutricional del maní forrajero se envió muestras a los laboratorios: Nutrición Animal del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la U.N.L. y SEYDLABORATORY Cia. Ltda; en sus dos etapas prefloración y floración (fresco y heno). El método que se utilizó para la determinación de la materia seca, proteína cruda, extracto

etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno fue el esquema proximal de Weende.

### **3.2.6.2. Consumo de alimento**

El consumo de alimento se realizó mediante la diferencia entre el alimento administrado y el alimento no consumido, todo este trabajo se lo ejecutó diariamente y los datos se colocaron en el registro correspondiente.

### **3.2.6.3. Coeficiente de digestibilidad**

Para determinar el coeficiente de digestibilidad se utilizó los resultados de los análisis de laboratorio del maní forrajero en sus dos etapas pre-floración y floración y las heces de los cuyes sometidos a los tratamientos.

Los análisis se realizaron sobre materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno.

Con estos resultados se procedió a aplicar la siguiente fórmula:

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

Donde:

C.D. Coeficiente de digestibilidad

N.C. % Nutriente consumido (g)

N.E. % Nutriente excretado (g)

### **3.2.7. Sistemas de Alimentación**

#### **3.2.7.1. Maní forrajero en pre-floración**

Para la investigación el maní forrajero fue recolectado en estado de pre-floración a los 18 días, posteriormente se lo secó bajo techo hasta obtener el estado de heno, luego se suministró a los animales por un periodo de siete días como fase de adaptación, para ello se lo mezcló con el pasto verde, esto con la finalidad que los animales no lo rechacen. Posterior a ello se administró heno de maní forrajero en pre-floración por un periodo de cuatro días lo que corresponde a la fase preliminar y adaptación, luego se dio por un periodo de ocho días como fase de experimentación.

La cantidad de heno de maní forrajero en pre-floración que se administró a los cuyes fue de 50 g. diarios repartido en dos comidas para cada animal.

#### **3.2.7.2. Maní forrajero en floración**

Para este trabajo el maní forrajero fue recolectado en floración a los 36 días, posteriormente se seco bajo techo hasta obtener el estado de heno, seguidamente se suministró a los animales por un periodo de cuatro días, esto como fase preliminar y adaptación, luego se dio por un periodo de ocho días como fase de experimentación.

La cantidad de heno de maní forrajero en floración que se administró a los cuyes fue de 50 g, diarios repartido en dos comidas para cada animal.

### 3.2.8. Manejo

El maní forrajero que se administró a los cuyes fue en forma de heno, la frecuencia de suministro fue de dos veces diarias, a las 08:00 y 16:00, estos horarios fueron fijos ya que el cambio de hora no es recomendable porque altera los resultados.

Los cuyes fueron sometidos a un período de pre-adaptación de aproximadamente siete días, donde se les suministró heno de maní forrajero mezclado con el alimento habitual que estaban consumiendo, para evitar trastornos metabólicos por cambios bruscos de alimento. Pasados los siete días existió la fase de adaptación que consistió en suministrar heno de maní forrajero en estado de pre-floración por un tiempo de cuatro días, a partir del día 12 al día 19, se suministró como alimento único heno de maní forrajero en pre-floración como período de experimentación.

Al culminar la experimentación con maní forrajero en pre-floración, se empezó a suministrar heno de maní forrajero en estado de floración, para ello se inició con una etapa nueva de adaptación a partir del día 20 al día 23 donde los cobayos recibieron heno de maní forrajero en floración, finalizada esta fase se inició la fase de experimentación desde el día 24 al día 31 donde únicamente se suministró heno de maní forrajero en floración.

El experimento duró 31 días, explicados de la siguiente forma:

- Fase de pre-adaptación: 7 días
- Fase preliminar y adaptación: 4 días
- Fase de experimentación por cada tratamiento: 8 días
- Fase de acostumbramiento entre tratamientos: 4 días

### **3.2.9. Diseño experimental**

Se utilizó el diseño experimental comparación de medias con datos no pareados con igual número de repeticiones, con dos tratamientos y seis repeticiones.

### **3.2.10. Análisis Estadístico**

Con los resultados obtenidos de las diferentes variables en estudio se aplicó la "Prueba de t". (Student).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. VALOR NUTRITIVO DEL MANÍ FORRAJERO

#### 4.1.1. Valor Nutritivo del Maní Forrajero Fresco

Para determinar el valor nutritivo del maní forrajero fresco en sus dos estados fenológicos pre-floración y floración, se hicieron análisis bromatológicos de las muestras recolectadas, los cuales se realizaron en base a materia seca (B.S.) y tal como ofrecida (T.C.O.); los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Valor nutritivo del maní forrajero fresco en sus dos estados fenológicos en porcentaje.

Clase de muestra	Base de calculo	Humedad %	Cenizas %	E.E. %	Proteína %	Fibra %	E.L.N. %	M. S. %
Maní pre-floración	TCO	83,93	1,43	0,35	4,19	4,72	5,38	16,07
	BS	00,00	8,90	2,18	26,07	29,37	33,48	100,0
Maní floración	TCO	86,27	1,35	0,28	4,53	5,18	6,39	13,73
	BS	00,00	7,61	1,58	25,55	29,22	36,04	100,0

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición Animal del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la UNL, 2012

**E.E.** Extracto etéreo

**E.L.N.** Extracto Libre de Nitrógeno

**M.S.** Materia Seca

En el cuadro anterior se puede observar que el maní forrajero en estado de pre-floración tiene el contenido de materia seca más elevado con 16,07 % frente al maní forrajero en floración que tiene 13,73 %.

En la proteína cruda el maní forrajero en pre-floración tiene la mayor cantidad con 26,07 %, a diferencia del maní forrajero en floración que tiene 25,55 %.

El contenido de fibra cruda en pre-floración es más elevado 29,37 % frente al contenido del maní forrajero en floración que tiene 29,22 %.

En lo que respecta al extracto etéreo, el maní forrajero en pre-floración tiene 2,18 % que es más elevado, frente al maní forrajero en floración con 1,58 %.

Extracto libre de nitrógeno del maní forrajero en floración es más elevado con 36,04 % frente al maní forrajero en pre-floración con 33,48 %.

#### 4.1.2. Valor Nutritivo del Maní Forrajero en estado de heno

Cuadro 9. Valor nutritivo del maní forrajero heno en base seca en sus dos estados fenológicos en porcentaje.

Clase de muestra	Base de calculo	Humedad %	Cenizas %	E.E. %	Proteína %	Fibra %	E.L.N. %	M. S. %
Maní pre-floración	TCO	12,5	7,38	1,62	23,66	25,02	29,82	87,50
	BS	00,00	8,43	1,85	27,04	28,60	34,08	100,0
Maní floración	TCO	16,87	6,39	1,00	19,69	23,98	32,07	83,13
	BS	00,00	7,69	1,20	23,69	28,85	38,57	100,0

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición Animal del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la UNL, 2012

**E.E.** Extracto etéreo

**E.L.N.** Extracto Libre de Nitrógeno

**M.S.** Materia Seca

Del cuadro que antecede se puede determinar que el heno de maní forrajero en pre-floración tiene el contenido de materia seca de 87,50 % el cual es superior al heno de maní forrajero en floración con 83,13 %. El contenido de proteína del heno de maní forrajero en pre-floración tiene 27,04 % siendo este mayor al heno de maní forrajero en floración con 23,69 %. En lo referente a fibra el heno de maní forrajero en pre-floración tiene 28,60 % siendo este menor, al heno de maní forrajero en floración con 28,85 %. En lo que concierne al extracto etéreo el heno de maní forrajero en pre-floración tiene 1,85 % siendo mayor al maní forrajero en

floración con 1,20 %. El extracto libre de nitrógeno del heno de maní forrajero en pre-floración es mayor con 34.08 % sobre el valor del heno de maní forrajero en floración con 38,57 %.

## 4.2. CONSUMO DE ALIMENTO

El maní forrajero fue suministrado en sus dos estados fenológicos en forma de heno a cada unidad experimental y para determinar el consumo real, primeramente se peso el alimento administrado y posterior a ello se peso el alimento no consumido.

### 4.2.1. Consumo de Maní Forrajero Henificado

Cuadro 10. Consumo de alimento (Heno) por tratamiento en sus dos estados fenológicos del maní forrajero, en gramos.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní Floración
R1	316	285
R2	316	275
R3	319	266
R4	309	282
R5	328	282
R6	334	277
<b>TOTAL</b>	<b>1922</b>	<b>1667</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>320,33</b>	<b>277,83</b>

Fuente: Investigación de campo Febrero del 2012

Elaboración: El Autor

De acuerdo al cuadro anterior el mayor consumo de alimento lo tuvo el tratamiento uno con un promedio de 320,33 g frente al tratamiento dos que tuvo un consumo promedio de 277,83 g.

Existe diferencia estadística altamente significativa entre los dos tratamientos.

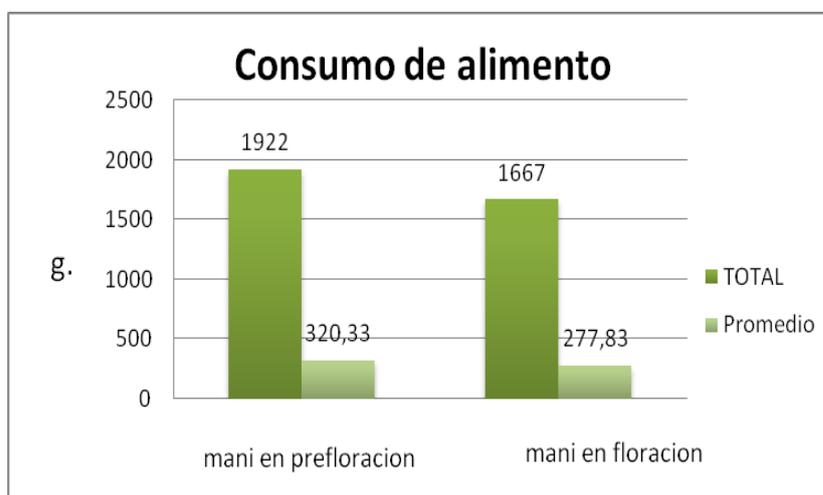


Figura 1. Consumo de forraje (heno)

#### 4.2.2. Consumo de Alimento en Materia Seca

Cuadro 11. Consumo de alimento por tratamiento en materia seca del maní forrajero en sus dos estados fenológicos en gramos.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní Floración
	C.M.S.	C.M.S.
R1	276,50	236,92
R2	276,50	228,61
R3	279,13	221,13
R4	270,38	234,43
R5	287,00	234,43
R6	292,25	230,27
<b>TOTAL</b>	<b>1681,76</b>	<b>1385,79</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>280,29</b>	<b>230,96</b>

Fuente: Investigación de campo Diciembre del 2011

Elaboración: El Autor

De acuerdo al cuadro anterior el mayor consumo de alimento en materia seca lo tuvo el tratamiento uno con un promedio de 280,29 g, siendo superior al tratamiento dos que tuvo un consumo promedio de 230,96 g.

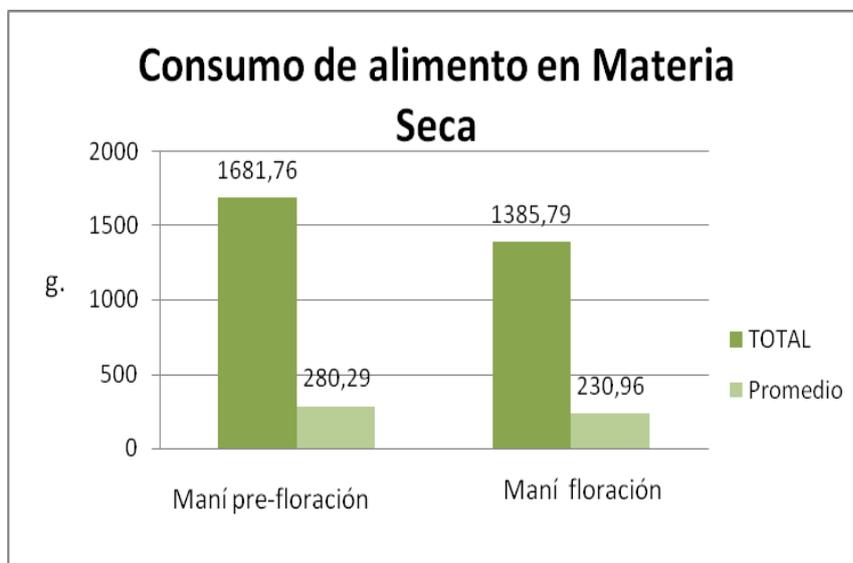


Figura 2. Consumo de alimento en Materia seca.

#### 4.3. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD

Para determinar esta variable, primeramente se utilizó los resultados que se obtuvo del maní forrajero en sus dos estados fenológicos, luego con los resultados de la cantidad de nutrientes ingeridos y con la cantidad de nutrientes presentes en las heces, se aplicó la siguiente fórmula.

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

Donde:

C.D. Coeficiente de digestibilidad

N.C. % Nutriente consumido (g)

N.E. % Nutriente excretado (g)

### 4.3.1. Coeficiente de Digestibilidad de la Materia Seca

Cuadro 12. Coeficiente de digestibilidad del maní forrajero en base a materia seca por tratamiento en porcentaje.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	58,09	52,38
R2	56,24	50,47
R3	59,54	50,75
R4	56,67	50,21
R5	59,29	51,70
R6	57,99	50,07
<b>TOTAL</b>	<b>347,82</b>	<b>305,58</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>57,97</b>	<b>50,93</b>

Fuente: Investigación de campo Febrero del 2012

Elaboración: El Autor

Como se observa en el cuadro que antecede, la digestibilidad del maní forrajero en base a materia seca del maní forrajero en estado de pre-floración es mayor con un promedio de 57,97 % con respecto al maní forrajero en estado de floración que tuvo un promedio de 50,93 %.

Existe diferencia estadística altamente significativa entre los dos tratamientos.

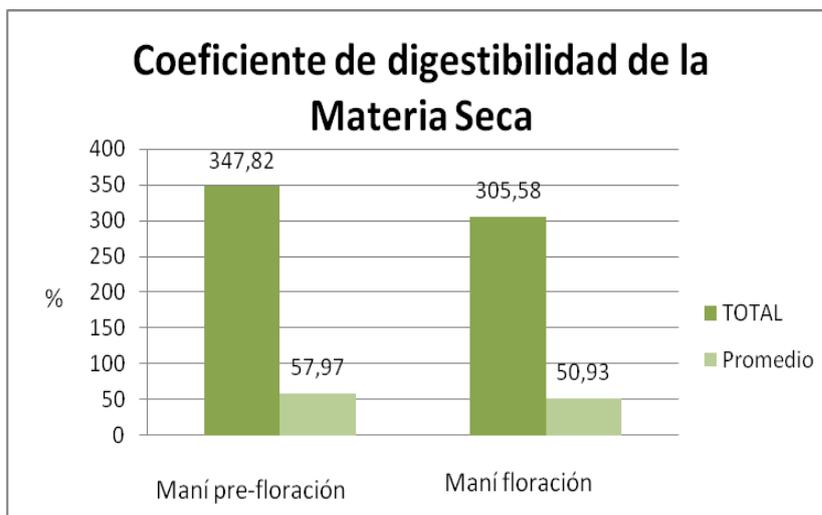


Figura 3. Coeficiente de digestibilidad de la Materia Seca

### 4.3.2. Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína Cruda

Cuadro 13. Coeficiente de digestibilidad del maní forrajero en base a proteína cruda por tratamiento en porcentaje.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	74,77	72,70
R2	72,89	62,78
R3	76,97	67,64
R4	75,39	72,59
R5	75,07	70,34
R6	75,74	66,88
<b>TOTAL</b>	<b>450,83</b>	<b>412,93</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>75,14</b>	<b>68,82</b>

Fuente: Investigación de campo Febrero del 2012

Elaboración: El Autor

El coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda que se observa en el cuadro anterior es mayor en el maní forrajero en estado de pre-floración con un promedio de 75,14 % frente al maní forrajero en estado de floración con un promedio de 68,82 %.

Existe diferencia estadística altamente significativa entre los dos tratamientos.

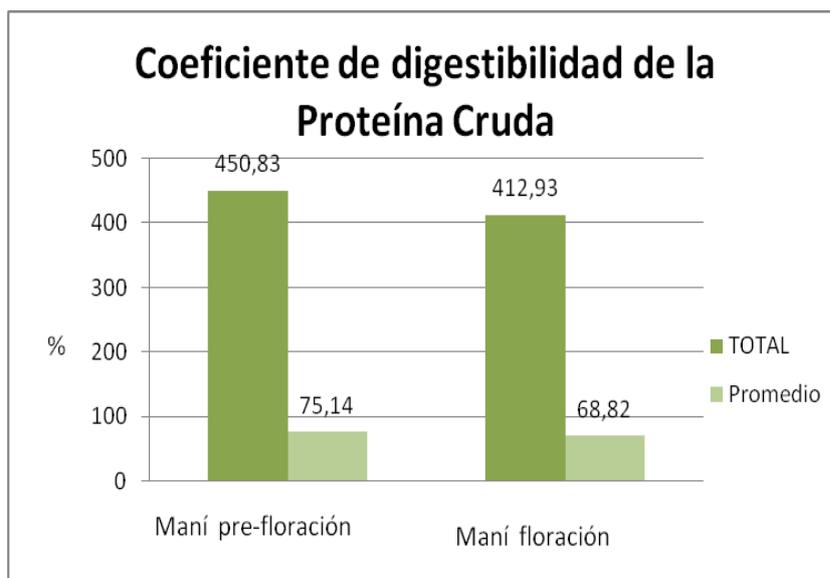


Figura 4. Coeficiente de digestibilidad de la Proteína Cruda

#### 4.3.3. Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra Cruda

Cuadro 14. Coeficiente de digestibilidad del maní forrajero en base a fibra cruda por tratamiento en porcentaje.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	67,54	63,79
R2	63,82	63,04
R3	66,80	64,51
R4	66,87	67,72
R5	67,53	65,18
R6	67,35	62,64
<b>TOTAL</b>	<b>399,91</b>	<b>386,88</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>66,65</b>	<b>64,48</b>

Fuente: Investigación de campo Febrero del 2012

Elaboración: El Autor

Como se observa en el cuadro que antecede la digestibilidad de la fibra cruda en el tratamiento uno que corresponde al maní forrajero en estado de pre-floración es mayor con un promedio de 66,65 % con respecto al

tratamiento dos maní forrajero en estado de floración con un promedio de 64,48 %.

Existe diferencia estadística significativa entre los dos tratamientos.

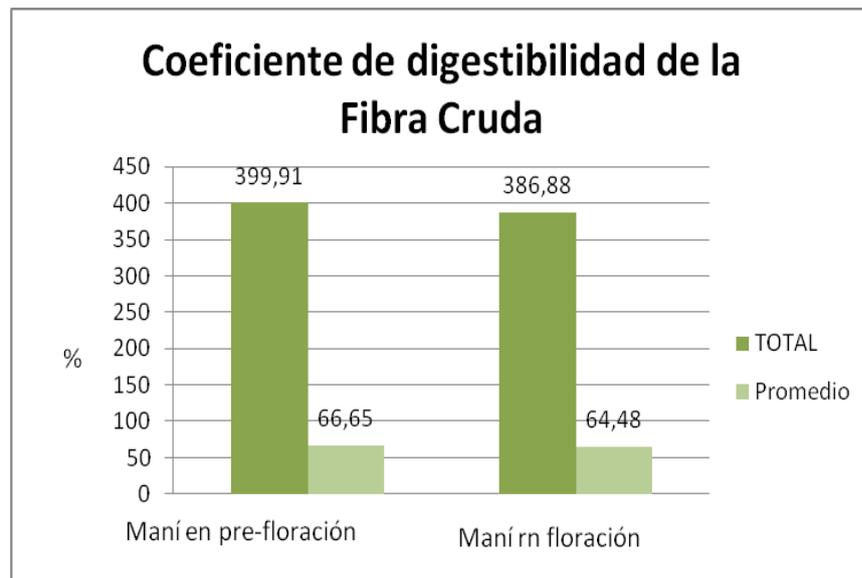


Figura 5. Coeficiente de digestibilidad de la Fibra Cruda

#### 4.3.4. Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Etéreo

Cuadro 15. Coeficiente de digestibilidad del maní forrajero en base a extracto etéreo por tratamiento en porcentaje.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	96,31	97,10
R2	97,44	96,99
R3	96,62	97,26
R4	96,70	96,97
R5	96,54	96,69
R6	96,58	96,94
<b>TOTAL</b>	<b>580,19</b>	<b>581,95</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>96,69</b>	<b>96,99</b>

Fuente: Investigación de campo Febrero del 2012

Elaboración: El Autor

El coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo del maní forrajero en estado de floración tiene un promedio de 96,99 % el mismo que no es muy elevado al valor del maní forrajero en estado de pre-floración con un promedio de 96,69 %.

Existe diferencia estadística significativa entre los dos tratamientos.

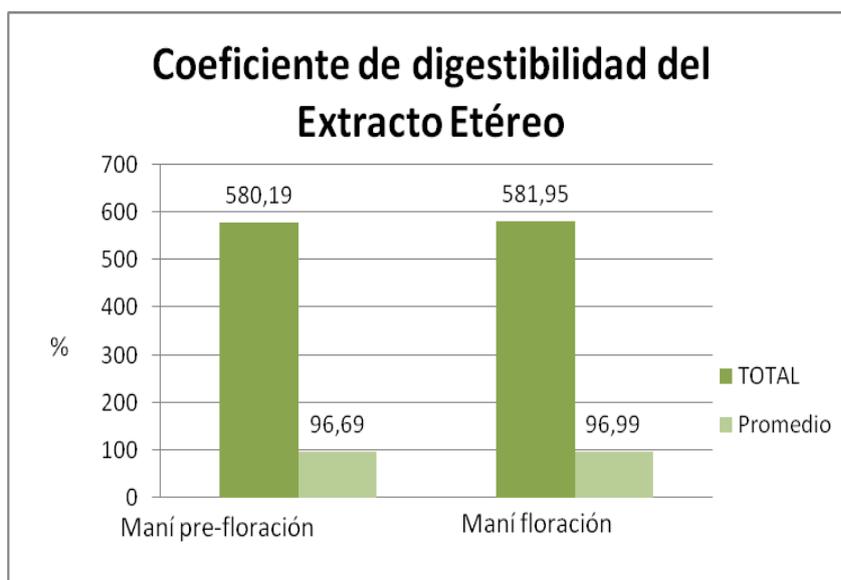


Figura 6. Coeficiente de digestibilidad del Extracto Etéreo

#### 4.3.5. Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno

Cuadro 16. Coeficiente de digestibilidad del maní forrajero en base a extracto libre de nitrógeno por tratamiento en porcentaje.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	63,30	64,63
R2	65,36	70,44
R3	67,94	67,57
R4	64,04	61,47
R5	67,92	66,92
R6	66,72	69,66
<b>TOTAL</b>	<b>395,28</b>	<b>400,69</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>65,88</b>	<b>66,78</b>

Fuente: Investigación de campo Febrero del 2012

Elaboración: El Autor

El coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno del maní forrajero en estado de floración tiene un promedio de 66,78 % siendo mayor al valor del maní forrajero en estado de pre-floración con un promedio de 65,88 %.

No existe diferencia estadística significativa entre los dos tratamientos.

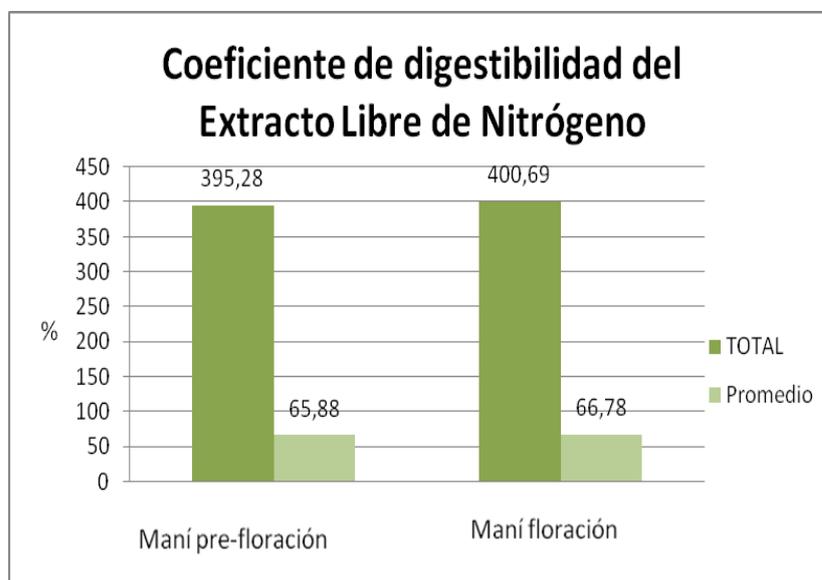


Figura 7. Coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1. VALOR NUTRITIVO DEL MANÍ FORRAJERO EN SUS DOS ESTADOS FENOLOGICOS**

#### **5.1.1. Maní Forrajero en Estado Fresco**

La composición química del maní forrajero fresco en estado de pre-floración que se muestra en el Cuadro 8, tiene un contenido de proteína promedio de 26,07 % que es superior al del maní forrajero en estado de floración con un promedio de 25,55 %. Esto se debe a que en estado de pre-floración existe mayor proteína en el tallo y las hojas, y según avanza el estado de maduración de la planta, la proteína es invertida en las flores y la semilla. Mientras que el porcentaje de fibra aumenta en el maní en estado de floración por efecto de la lignificación, el extracto etéreo y el extracto libre de nitrógeno disminuye su valor, lo cual hace que el maní en estado de floración sea menos nutritivo y poco gustoso por su disminución en su contenido de proteína.

#### **5.1.2. Maní forrajero en estado de heno**

El maní forrajero henificado en pre-floración Cuadro 9. Es más nutritivo por su contenido de proteína de 27,04 % que el maní en floración con 23.69 % pero mientras continua el estado de maduración disminuye el contenido de Materia Seca, Proteína, Extracto Etéreo, lo que no ocurre con el contenido fibra y Extracto Libre de Nitrógeno los cuales aumentan su porcentaje.

Esto se debe a que en estado de pre-floración la estructura de la planta es menos lignificada con respecto al estado de floración en donde la planta va madurando sus tejidos y este proceso va lignificando su estructura química.

## **5.2. CONSUMO DE ALIMENTO**

El consumo de alimento que se detalla en el Cuadro 10. Nos indica que existió mayor consumo de la ración del tratamiento uno con un consumo promedio de 320,33 g en los ocho días y con un consumo diario de 40,04 g. A diferencia del tratamiento dos que tuvo un consumo promedio de 277,83 g, en los ocho días, con un consumo diario de 34,72 g, esto se debe a que el maní en pre-floración es mas palatable y menos fibroso.

En el consumo de alimento en materia seca que se detalla en el Cuadro 11. Nos indica que el tratamiento uno registro mayor consumo a diferencia del tratamiento dos

Según la investigación realizada por Granda (2009) sobre la digestibilidad aparente de la alfalfa se observa que el consumo en pre-floración fue de 64,95 g, al día, mientras que el mayor consumo se obtuvo en floración con 65.73 g, al día.

El consumo de maní forrajero a diferencia del consumo de alfalfa son muy distintos, ya que en la alimentación de cuyes con maní forrajero se registra mayor consumo en pre floración, y al ser alimentados con alfalfa existe mayor consumo en floración.

## **5.3. COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD**

### **5.3.1. Digestibilidad de la Materia Seca**

De acuerdo al coeficiente de digestibilidad de la materia seca que se detalla en el Cuadro 12, la mayor digestibilidad se dio en el tratamiento uno con un promedio de 57,97 % siendo mayor a la digestibilidad del maní en floración con 50,93 %.

Esta diferencia se la puede atribuir al proceso de lignificación que se produce en la estructura de la planta por consiguiente a mayor maduración menor el coeficiente de digestibilidad.

### **5.3.2. Digestibilidad de la Proteína**

La digestibilidad de la proteína detallada en el Cuadro 13. El tratamiento uno supera notablemente al tratamiento dos. Este resultado se puede atribuir a la edad de la planta (pre-floración) ya que el contenido de proteína a esta edad es mayor y el porcentaje de la fibra no es elevado, esto nos indica que la edad optima para el corte del maní se debe hacer en estado de pre- floración, con esto logramos una cantidad de proteína adecuada para la alimentación de los cuyes.

### **5.3.3. Digestibilidad de la Fibra Cruda**

La digestibilidad de la fibra cruda que se muestra en el Cuadro 14. Nos determina que el tratamiento uno fue mucho más digestible que el tratamiento dos, esto ocurrió por efectos de lignificación del maní forrajero.

La importancia del aporte de fibra en la dieta de los cuyes favorece la digestibilidad de otros nutrientes, porque retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo (Chauca, 1997), dándole mayor tiempo a otros nutrientes contenidos en los alimentos para ser asimilados.

### **5.3.4. Digestibilidad del Extracto Etéreo**

La digestibilidad del extracto etéreo detallado en el Cuadro 15. Nos indica que estadísticamente no existe diferencia entre los dos tratamientos, esto ocurre por efectos de lignificación de la estructura química de la planta.

### **5.3.5. Digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno**

La digestibilidad del extracto libre de nitrógeno que se muestra en el Cuadro 16. Nos indica que el tratamiento dos es más digestible con un promedio de 66,78 % mientras que el tratamiento uno obtuvo una digestibilidad promedio de 65,88 %.

Esto se debe a que mientras avanza la madurez de la planta, también avanza el proceso de lignificación de la misma, esto hace que los nutrientes sean poco digestibles.

## 6. CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados en la presente investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones.

- El maní forrajero en pre-floración tiene un mayor contenido de proteína que el maní forrajero en floración, tanto en estado fresco como en heno
- El mayor consumo de alimento se registró en el tratamiento uno con un promedio de 320,33 g, en los ocho días que duró el experimento y con un consumo diario por animal de 40.04 g, frente al tratamiento dos que tuvo un promedio de 277,83 g, en ocho días y con un consumo diario por animal de 34,72 g.
- La digestibilidad de la materia seca fue mayor en el maní forrajero en pre-floración con un promedio de 57,97 % y menor en el maní en floración con un promedio de 50,93 %.
- La digestibilidad de la proteína fue mayor en el maní en pre-floración con un promedio de 75,14 % y menor en el maní en floración con un promedio de 68,28 %.
- La digestibilidad de la fibra es mayor en el maní en pre floración con un promedio de 66,65 % y menor en el maní en floración con un promedio de 64,48 %.
- En la digestibilidad del extracto etéreo no existió diferencia estadística entre los dos tratamientos.

- La digestibilidad del extracto libre de nitrógeno estadísticamente no fue significativa para los dos tratamientos.

## 7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones de este trabajo investigativo se recomienda lo siguiente.

- Para mejorar la alimentación de los cuyes se recomienda utilizar heno de maní forrajero en estado de pre-floración ya que el contenido de nutrientes es mayor con respecto al estado de maní forrajero en floración.
- Utilizar heno de maní forrajero en estado de pre-floración mezclado con gramíneas propias de la zona para la alimentación de los cuyes ya que este aporta con buen porcentaje de proteína lo que mejora la calidad nutricional de la ración.
- No utilizar maní forrajero fresco como alimento único en la producción de cuyes ya que este causa trastornos digestivos en el animal provocando pérdidas económicas.
- Realizar estudios de digestibilidad con otras especies forrajeras propias de la zona con la finalidad de formular raciones que tengan un elevado contenido de proteína a bajo costo.

## BIBLIOGRAFÍA

Calero del Mar, B. 1978. El cuy (*Cavia porcellus porcellus Linnaeus*) Introducción a la cavicultura. Cusco Perú. Primera Edición. Editorial Gracilazo. 281 p.

Clemente, E. 2003 Evaluación del valor nutricional de la puya llatensis en la alimentación del cuy (*cavia porcellus*) Consultado: 24-05-2011. Disponible: [www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v14n1/a01v14n1.pdf](http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v14n1/a01v14n1.pdf) No. páginas 6.

Coronado, M. 1994. Manual técnico para la crianza de cuyes en valle del Mantaro Consultado 12-05-2011. Disponible: [http://www.cooru.org.pe/Manual\\_tecnico\\_cuy1.pdf](http://www.cooru.org.pe/Manual_tecnico_cuy1.pdf)

Chauca, L. 1997 Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) Capitulo 4 Nutrición y alimentación del cuy ROMA. Disponible: <http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>

Esquivel, J. 1994. Criemos cuyes. Cuenca Ecuador. Impresión Instituto de investigaciones Sociales IDIS. 212 p.

Gonzales, R. et. al. Manual de pastos tropicales para la Amazonia Ecuatoriana Manual No.33 consultado 14-05-2011. Disponible: <http://www.codenpe.gov.ec>.

[http://www.google.com/#hl=es&q=Manual+de+pasros+tropicales+para+la+Amazonia+Ecuatoriana+&aq=f&aqi=&aql=&oq=&bav=on.2,or.r\\_gc.r\\_pw.&fp=84f43f9e03a3c67b&biw=800&bih=410](http://www.google.com/#hl=es&q=Manual+de+pasros+tropicales+para+la+Amazonia+Ecuatoriana+&aq=f&aqi=&aql=&oq=&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.&fp=84f43f9e03a3c67b&biw=800&bih=410)

Granda, M. 2005 Determinación de la digestibilidad de la Alfalfa (*Medicago sativa*) en cuyes de la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja.

Inia, 1995. Crianza de Cuyes. Reimpresión. Lima, Perú.

Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje  
[http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/tropileche/ARACHIS\\_3.pdf](http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/ARACHIS_3.pdf)

Medina, L. Alimentación de cuyes con maní forrajero en Santo Domingo de los colorados 2006. Consultado: 24-05-2011. Disponible:  
[http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/2503/1/T-ESPE-  
IASA%20II-000839.pdf](http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/2503/1/T-ESPE-IASA%20II-000839.pdf) pág. 6

Mollo, G. 1994. Digestibilidad de forrajes de invierno para la alimentación en cuyes (*Cavia aperea porcellus*). Tesis Licenciado en Biología. Cochabamba – Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Biología. 109 p.

Procedimientos de resolución de los ejercicios "tipo" correspondientes a la temática digestibilidad. Consultado 12-05-2011. Disponible:  
<http://www.rau.edu.uy/agro/dpa/nutricion/procdig.html>

Rebollo, K. Manual para productores Consultado: 24-05-2011. Disponible:  
<http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/37c.pdf> pag. 18-27

Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria 2006 v.19 n.3 Medellín jul./set.

Rico, E. 1986. Evaluación de harina de tarwi y torta de soya en dietas para cuyes en la etapa de crecimiento. Tesis. Ingeniero Agrónomo.

Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Departamento de Zootecnia. 66 p, disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W6562S/w6562s04.htm>

Rincón, A. 1999 Información técnica maní forrajero (*arachis pinto*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Consultado: 24-05-2011. Disponible: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061127164516\\_Mani%20forrajero%20alimento%20animal.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127164516_Mani%20forrajero%20alimento%20animal.pdf).

Rojas, S. Ph. D. 1972. Nutrición general. Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Nutrición. 286 p.

Villegas, C. 1993. Digestibilidad aparente de la alfalfa y del alimento concentrado empleados en ambos sexos de dos líneas de cuyes (*Cavia aperea porcellus*). Tesis. Ingeniero Agrónomo. Cochabamba, Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Departamento de Zootecnia. 123 p.

## ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico del consumo de alimento diario en cuyes alimentados con maní forrajero en pre – floración y floración, mediante un diseño de comparación de medias con dos tratamientos y seis repeticiones (g)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	39,5	35,6
R2	39,5	34,3
R3	39,8	33,2
R4	38,6	35,2
R5	41	35,2
R6	41,7	34,6
<b>TOTAL</b>	<b>240,1</b>	<b>208,1</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>40,01</b>	<b>34,6</b>

### Hipótesis estadísticas

$$H_0 = \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_i = \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

### Modelo matemático

$$X_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

En donde:

i = 1...t (número de tratamientos)

j = 1... r (número de repeticiones)

### Suma de cuadrados para cada grupo

$$SC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SC_1 = 9614,39 - \frac{(204,1)^2}{6}$$

$$SC_1 = 9614,39 - \frac{57648,01}{6}$$

$$SC_1 = 9614,39 - 9608$$

$$SC_1 = 6,39$$

$$SC_2 = 7221,33 - \frac{(208,1)^2}{6}$$

$$SC_2 = 7221,33 - \frac{43305,61}{6}$$

$$SC_2 = 7221,33 - 7217,60$$

$$SC_2 = 3,73$$

### Variancia común

$$S^2 = \frac{SC_1 + SC_2}{2(n-1)} = \frac{6,39+3,73}{2(6-1)} = \frac{10,12}{10} = 1,01$$

### Desviación estándar de las diferencias

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2(1,01)}{6}} = 0,58$$

### Prueba de t

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_d} = \frac{40 - 34,5}{0,58} = \frac{5,4}{0,58} = 9,31$$

**Interpretación**

$t_c$  vs  $t_{0,01} (10 \text{ g.l.})$

$9,31 > 3,17$

Como  $t$  comparado es mayor que  $t_{0,01} (10 \text{ g.l.})$  existe diferencia estadística altamente significativa.

Anexo 2. Análisis estadístico del consumo del consumo total de alimento en cuyes alimentados con maní forrajero en pre – floración y floración, mediante un diseño de comparación de medias con dos tratamientos y seis repeticiones (g)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	316	285
R2	316	275
R3	319	266
R4	309	282
R5	328	282
R6	334	277
<b>TOTAL</b>	<b>1922</b>	<b>1667</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>320,3</b>	<b>277,8</b>

### Hipótesis estadísticas

$$H_0 = \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_i = \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

### Modelo matemático

$$X_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

En donde:

$i = 1 \dots t$  (número de tratamientos)

$j = 1 \dots r$  (número de repeticiones)

### Suma de cuadrados para cada grupo

$$SC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SC_1 = 616094 - \frac{(1922)^2}{6}$$

$$SC_1 = 616094 - \frac{3694084}{6}$$

$$SC_1 = 616094 - 615680,7$$

$$SC_1 = 413,3$$

$$SC_2 = 463383 - \frac{(1667)^2}{6}$$

$$SC_2 = 463383 - \frac{2778889}{6}$$

$$SC_2 = 463383 - 463148,17$$

$$SC_2 = 234,8$$

### Variancia común

$$S^2 = \frac{SC_1 + SC_2}{2(n-1)} = \frac{413,3+234,8}{2(6-1)} = \frac{648,1}{10} = 64,81$$

### Desviación estándar de las diferencias

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2(64,81)}{6}} = 4,64$$

### Prueba de t

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_d} = \frac{320,3 - 277,8}{4,64} = \frac{42,5}{4,64} = 9,15$$

### Interpretación

$t_c$  vs  $t_{0,01}$  (10 g.l.)

9,15 > 3,17

Como  $t$  comparado es mayor que  $t_{0,01}$  (10 g.l.) existe diferencia estadística altamente significativa.

Anexo 3. Análisis estadístico del consumo de la cantidad de heces por día en cuyes alimentados con maní forrajero en pre – floración y floración, mediante un diseño de comparación de medias con dos tratamientos y seis repeticiones (g)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	37	33
R2	38	33
R3	35	31
R4	36	33
R5	36	32
R6	37	33
<b>TOTAL</b>	<b>219</b>	<b>195</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>36,5</b>	<b>32,5</b>

### Hipótesis estadísticas

$$H_0 = \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_i = \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

### Modelo matemático

$$X_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

En donde:

i = 1...t (número de tratamientos)

j = 1... r (número de repeticiones)

### Suma de cuadrados para cada grupo

$$SC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SC_1 = 7999 - \frac{(219)^2}{6}$$

$$SC_1 = 7999 - \frac{47961}{6}$$

$$SC_1 = 7999 - 7993,5$$

$$SC_1 = 5,5$$

$$SC_2 = 6341 - \frac{(195)^2}{6}$$

$$SC_2 = 6341 - \frac{38025}{6}$$

$$SC_2 = 6341 - 6337,5$$

$$SC_2 = 3,5$$

### Variancia común

$$S^2 = \frac{SC_1 + SC_2}{2(n-1)} = \frac{5,5+3,5}{2(6-1)} = \frac{9}{10} = 0,9$$

### Desviación estándar de las diferencias

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2(0,9)}{6}} = 0,55$$

### Prueba de t

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_d} = \frac{36,5 - 32,5}{0,55} = \frac{4}{0,55} = 7,27$$

### Interpretación

$t_c$  vs  $t_{0,01}$  (10 g.l.)

7,27 > 3,17

Como  $t$  comparado es mayor que  $t_{0,01}$  (10 g.l.) existe diferencia estadística altamente significativa.

Anexo 4. Análisis estadístico de la cantidad total de heces en cuyes alimentados con maní forrajero en pre – floración y floración, mediante un diseño de comparación de medias con dos tratamientos y seis repeticiones (g)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	295	262
R2	305	265
R3	282	251
R4	287	263
R5	289	259
R6	298	261
<b>TOTAL</b>	<b>1756</b>	<b>1561</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>292,7</b>	<b>260,2</b>

### Hipótesis estadísticas

$$H_0 = \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_i = \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

### Modelo matemático

$$X_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

En donde:

$i = 1 \dots t$  (número de tratamientos)

$j = 1 \dots r$  (número de repeticiones)

### Suma de cuadrados para cada grupo

$$SC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SC_1 = 514268 - \frac{(1756)^2}{6}$$

$$SC_1 = 514268 - \frac{3083536}{6}$$

$$SC_1 = 514268 - 513922,7$$

$$SC_1 = 345,3$$

$$SC_2 = 406241 - \frac{(1561)^2}{6}$$

$$SC_2 = 406241 - \frac{2436721}{6}$$

$$SC_2 = 406241 - 406120,2$$

$$SC_2 = 120,8$$

### Variancia común

$$S^2 = \frac{SC_1 + SC_2}{2(n-1)} = \frac{345,3 + 120,8}{2(6-1)} = \frac{466,1}{10} = 46,61$$

### Desviación estándar de las diferencias

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2(46,61)}{6}} = 3,94$$

### Prueba de t

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_d} = \frac{292,7 - 260,2}{3,94} = \frac{32,5}{3,94} = 8,24$$

**Interpretación**

$T_c$  Vs  $t_{0,01}(10 \text{ g.l.})$

$8,24 > 3,17$

Como  $t_c$  es mayor que  $t_{0,01}(10 \text{ g.l.})$  existe diferencia estadística altamente significativa en la cantidad de heces de los dos grupos experimentales.

Anexo 5. Análisis estadístico del coeficiente de digestibilidad de la materia seca en cuyes alimentados con maní forrajero en pre – floración y floración, mediante un diseño de comparación de medias con dos tratamientos y seis repeticiones (%)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	58,09	52,38
R2	56,24	50,47
R3	59,54	50,75
R4	56,67	50,21
R5	59,29	51,7
R6	57,99	50,07
<b>TOTAL</b>	<b>347,82</b>	<b>305,58</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>57,97</b>	<b>50,93</b>

### Hipótesis estadísticas

$$H_0 = \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_i = \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

### Modelo matemático

$$X_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

En donde:

i = 1...t (número de tratamientos)

j = 1... r (número de repeticiones)

### Suma de cuadrados para cada grupo

$$SC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SC_1 = 20172,03 - \frac{(347,82)^2}{6}$$

$$SC_1 = 20172,03 - \frac{120978,75}{6}$$

$$SC_1 = 20172,03 - 20163,13$$

$$SC_1 = 8,9$$

$$SC_2 = 15567,39 - \frac{(305,58)^2}{6}$$

$$SC_2 = 15567,39 - \frac{93379,14}{6}$$

$$SC_2 = 15567,39 - 15563,18$$

$$SC_2 = 4,21$$

### Varianza común

$$S^2 = \frac{SC_1 + SC_2}{2(n-1)} = \frac{8,9 + 4,21}{2(6-1)} = \frac{13,11}{10} = 1,311$$

### Desviación estándar de las diferencias

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2(1,311)}{6}} = 0,66$$

### Prueba de t

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_d} = \frac{57,97 - 50,93}{0,66} = \frac{7,04}{0,66} = 10,67$$

### Interpretación

$t_c$  vs  $t_{0,01}$  (10 g.l.)

$$10,67 > 3,17$$

Como  $t$  comparado es mayor que  $t_{0,01}$  (10 g.l.) existe diferencia estadística altamente significativa.

Anexo 6. Análisis estadístico del coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda en cuyes alimentados con maní forrajero en pre – floración y floración, mediante un diseño de comparación de medias con dos tratamientos y seis repeticiones (%)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	74,77	72,7
R2	72,89	62,78
R3	76,97	67,64
R4	75,39	72,59
R5	75,07	70,34
R6	75,74	66,88
<b>TOTAL</b>	<b>450,82</b>	<b>412,92</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>75,14</b>	<b>68,82</b>

### Hipótesis estadísticas

$$H_0 = \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_i = \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

### Modelo matemático

$$X_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

En donde:

$i = 1 \dots t$  (número de tratamientos)

$j = 1 \dots r$  (número de repeticiones)

### Suma de cuadrados para cada grupo

$$SC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SC_1 = 33883,59 - \frac{(450,82)^2}{6}$$

$$SC_1 = 33883,59 - \frac{203238,67}{6}$$

$$SC_1 = 33883,59 - 33873,11$$

$$SC_1 = 10,48$$

$$SC_2 = 28491,75 - \frac{(412,92)^2}{6}$$

$$SC_2 = 28491,75 - \frac{170502,92}{6}$$

$$SC_2 = 28491,75 - 28417,15$$

$$SC_2 = 74,6$$

### Varianza común

$$S^2 = \frac{SC_1 + SC_2}{2(n-1)} = \frac{10,48 + 74,6}{2(6-1)} = \frac{85,08}{10} = 8,50$$

### Desviación estándar de las diferencias

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2(8,50)}{6}} = 1,68$$

### Prueba de t

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_d} = \frac{75,14 - 68,82}{1,68} = \frac{6,32}{1,68} = 3,76$$

**Interpretación**

$t_c$  vs  $t_{0,01}$  (10 g.l.)

$$3,76 > 3,17$$

Como  $t$  comparado es mayor que  $t_{0,01}$  (10 g.l.) existe diferencia estadística altamente significativa.

Anexo 6. Análisis estadístico del coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda seca en cuyes alimentados con maní forrajero en pre – floración y floración, mediante un diseño de comparación de medias con dos tratamientos y seis repeticiones (%)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	67,54	63,79
R2	63,82	63,04
R3	66,8	64,51
R4	66,87	67,72
R5	67,53	65,18
R6	67,35	62,64
<b>TOTAL</b>	<b>399,91</b>	<b>386,89</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>66,65</b>	<b>64,48</b>

### Hipótesis estadísticas

$$H_0 = \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_i = \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

### Modelo matemático

$$X_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

En donde:

i = 1...t (número de tratamientos)

j = 1... r (número de repeticiones)

### Suma de cuadrados para cada grupo

$$SC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SC_1 = 26664,80 - \frac{(399,91)^2}{6}$$

$$SC_1 = 26664,80 - \frac{159928,0}{6}$$

$$SC_1 = 26664,80 - 26654,67$$

$$SC_1 = 10,13$$

$$SC_2 = 24962,95 - \frac{(386,89)^2}{6}$$

$$SC_2 = 24962,95 - \frac{149753,52}{6}$$

$$SC_2 = 24962,95 - 24958,92$$

$$SC_2 = 4,03$$

### Varianza común

$$S^2 = \frac{SC_1 + SC_2}{2(n-1)} = \frac{10,13 + 4,03}{2(6-1)} = \frac{14,16}{10} = 1,42$$

### Desviación estándar de las diferencias

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2(1,42)}{6}} = 0,68$$

### Prueba de t

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_d} = \frac{66,65 - 64,48}{0,68} = \frac{2,17}{0,68} = 3,19$$

## Interpretación

**tc vs  $t_{0,01}$  (10 g.l.)**

$$3,19 > 3,17$$

Como  $t$  comparado es mayor que  $t_{0,01}$  (10 g.l.) existe diferencia estadística significativa.

Anexo 7. Análisis estadístico del coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo en cuyes alimentados con maní forrajero en pre – floración y floración, mediante un diseño de comparación de medias con dos tratamientos y seis repeticiones (%)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	96,31	97,1
R2	97,44	96,99
R3	96,62	97,26
R4	96,7	96,97
R5	96,54	96,69
R6	96,58	96,94
<b>TOTAL</b>	<b>580,18</b>	<b>581,95</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>96,7</b>	<b>96,99</b>

### Hipótesis estadísticas

$$H_0 = \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_i = \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

### Modelo matemático

$$X_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

En donde:

i = 1...t (número de tratamientos)

j = 1... r (número de repeticiones)

### Suma de cuadrados para cada grupo:

$$SC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SC_1 = 56104,15 - \frac{(580,18)^2}{6}$$

$$SC_1 = 56104,15 - \frac{336608,83}{6}$$

$$SC_1 = 56104,15 - 56101,47$$

$$SC_1 = 2,68$$

$$SC_2 = 56444,48 - \frac{(581,95)^2}{6}$$

$$SC_2 = 56444,48 - \frac{338665,80}{6}$$

$$SC_2 = 56444,48 - 56444,30$$

$$SC_2 = 0,18$$

### Varianza común

$$S^2 = \frac{SC_1 + SC_2}{2(n-1)} = \frac{2,68 + 0,182,86}{2(6-1)} = \frac{2,86286}{10} = 0,29$$

### Desviación estándar de las diferencias

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2(0,29)}{6}} = 0,31$$

### Prueba de t

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_d} = \frac{96,70 - 96,99}{0,31} = \frac{-0,29}{0,31} = -0,93$$

**Interpretación**

$t_c$  vs  $t_{0,01}$  (10 g.l.)

$-0,93 < 3,17$

Como  $t$  comparado es menor que  $t_{0,01}$  (10 g.l.) no existe diferencia estadística.

Anexo 8. Análisis estadístico del coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno en cuyes alimentados con maní forrajero en pre – floración y floración, mediante un diseño de comparación de medias con dos tratamientos y seis repeticiones (%)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	
	T1	T2
	Maní pre-floración	Maní floración
R1	63,3	64,63
R2	65,36	70,44
R3	67,94	67,57
R4	64,04	61,47
R5	67,92	66,92
R6	66,72	69,66
<b>TOTAL</b>	<b>395,28</b>	<b>400,7</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>65,88</b>	<b>66,78</b>

### Hipótesis estadísticas

$$H_0 = \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$H_i = \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

### Modelo matemático

$$X_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

En donde:

i = 1...t (número de tratamientos)

j = 1... r (número de repeticiones)

### Suma de cuadrados para cada grupo

$$SC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$SC_1 = 26060,47 - \frac{(395,28)^2}{6}$$

$$SC_1 = 26060,47 - \frac{156246,28}{6}$$

$$SC_1 = 26060,47 - 26041,05$$

$$SC_1 = 19,42$$

$$SC_2 = 26813,90 - \frac{(400,70)^2}{6}$$

$$SC_2 = 26813,90 - \frac{160560,49}{6}$$

$$SC_2 = 26813,90 - 26760,08$$

$$SC_2 = 53,82$$

### Varianza común

$$S^2 = \frac{SC_1 + SC_2}{2(n-1)} = \frac{19,42 + 53,82}{2(6-1)} = \frac{-34,4}{10} = -3,44$$

### Desviación estándar de las diferencias

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2(0,29)}{6}} = 0,31$$

### Prueba de t

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_d} = \frac{96,70 - 96,99}{0,31} = \frac{-0,29}{0,31} = -0,93$$

### Interpretación

$t_c$  vs  $t_{0,01}$  (10 g.l.)

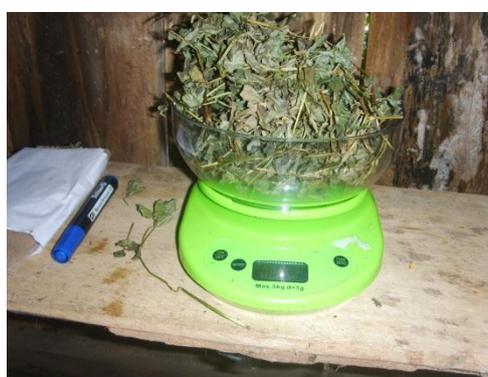
$-0,93 < 3,17$

Como  $t$  comparado es menor que  $t_{0,01}$  (10 g.l.) no existe diferencia estadística significativa.

**FOTOS DE TRABAJO DE CAMPO****Foto 1. Adecuación del local****Foto 2. Corte del maní Forrajero en pre-floración****Foto 3. Corte del maní forrajero en floración**



**Foto 4. Elaboración y del Heno**



**Foto 5. Pesaje y administración de heno a los cuyes**



**Foto 6. Grupo experimental**



**Foto 7. Recolección de las heces**



**Foto 8. Peso e identificación**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL**

Para: Sr. Egdo. Ramiro Ordoñez  
 Informe de Análisis Químico Proximal

Nro. Lab.	Nro. Mues.	Clase de muestra	Base de Cálculo	M.S.	Cz.	E.E.	P.C.	F.C.	E.L.N.
				%	%	%	%	%	%
3558	1	MANÍ FORRAJERO <i>Arachis pintoi</i> , partes aéreas, prefloración (18 días de maduración), muestra fresca	TCO	16,07	1,43	0,35	4,19	4,72	5,38
			BS	100,0	8,90	2,18	26,07	29,37	33,48
3559	2	MANÍ FORRAJERO, partes aéreas, prefloración (18 días de maduración), heno	TCO	87,50	7,38	1,62	23,66	25,02	29,82
			BS	100,0	8,43	1,85	27,04	28,60	34,08
3560	3	MANÍ FORRAJERO, partes aéreas, plena floración (36 días de maduración), muestra fresca	TCO	17,73	1,35	0,28	4,53	5,18	6,39
			BS	100,0	7,61	1,58	25,55	29,22	36,04
3561	4	MANÍ FORRAJERO, partes aéreas, plena floración (36 días de maduración), heno	TCO	83,13	6,39	1,00	19,69	23,98	32,07
			BS	100,0	7,69	1,20	23,69	28,85	38,57
3574	5	COBAYO <i>Cavia porcellus</i> , heces, muestra fresca, cobayo 1	TCR	39,28	3,17	1,36	6,29	11,95	13,51
			BS	100,0	8,07	3,46	23,65	30,42	34,40
3575	6	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 2	TCR	39,67	3,53	0,92	9,75	13,01	12,46
			BS	100,0	8,90	2,32	24,58	32,80	31,40
3576	7	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 3	TCR	40,05	3,71	1,34	9,13	13,16	12,71
			BS	100,0	9,26	3,35	22,80	32,86	31,73
3577	8	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 4	TCR	40,82	3,52	1,27	9,46	12,74	13,83
			BS	100,0	8,62	3,11	23,18	31,21	33,88

3578	9	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 5	TCR	40,43	3,11	1,39	10,01	13,04	12,88
			BS	100,0	7,69	3,44	24,76	32,25	31,86
3579	10	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 6	TCR	41,2	3,38	1,38	9,80	13,19	13,45
			BS	100,0	8,20	3,35	23,79	32,02	32,64
3581	11	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 1	TCR	43,06	3,43	1,13	10,63	14,10	13,77
			BS	100,0	7,97	2,62	24,69	32,74	31,98
3582	12	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 2	TCR	42,73	3,38	1,11	13,72	13,62	10,90
			BS	100,0	7,91	2,60	32,11	31,88	25,50
3583	13	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 3	TCR	43,39	4,01	1,04	12,37	13,57	12,40
			BS	100,0	9,24	2,41	28,51	31,27	28,57
3584	14	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 4	TCR	44,38	4,33	1,20	10,84	12,77	15,24
			BS	100,0	9,76	2,70	24,43	28,77	34,34
3585	15	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 5	TCR	43,72	3,8	1,31	11,74	13,78	13,09
			BS	100,0	8,69	3,00	26,85	31,52	29,94
3586	16	COBAYO, heces, muestra fresca, cobayo 6	TCR	44,05	3,68	1,19	12,87	14,52	11,79
			BS	100,0	8,35	2,70	29,22	32,96	26,77



*[Signature]*  
Ing. Omar Ojeda, Mg. Sc.

RESPONSABLE DE LABORATORIO

*[Signature]*  
Dr. Vicente Saca

TÉCNICO DE LABORATORIO

Nota: TCO = Tal Como Ofrecido, TCR = Tal Como Recolectado, BS = Base Seca, M.S. = Materia Seca, Cz = Cenizas, E.E. = Extracto Etéreo, P.C. = Proteína Cruda, F.C. = Fibra Cruda, E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno