



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Extensión Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tesis de grado previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

**DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA PROTEÍNA DE SABOYA (*Panicum
máximum*), MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoi*) Y PUERARIA (*Pueraria
phaseoloides*) EN CUYES, EN ETAPA DE CRECIMIENTO (*Cavia Porcellus*).
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS.**

Estudiante:

HENRY FABRICIO RUALES RUIZ

Director de Tesis:

Dr. Holger Salcán

Santo Domingo – Ecuador

Agosto, 2013

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA PROTEÍNA DE SABOYA (*Panicum máximum*), MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoï*) Y PUERARIA (*Pueraria phaseoloides*) EN CUYES, EN ETAPA DE CRECIMIENTO (*Cavia Porcellus*). SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS.

Doctor. Holger Salcán
DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Doctor Mario Fernández
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ingeniero Roberto Campos
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Doctor Marco Acosta
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo,.....de.....2013

Autor:	Henry Fabricio Ruales Ruiz
Institución:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Título de Tesis:	DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA PROTEÍNA DE SABOYA (<i>Panicum máximum</i>), MANÍ FORRAJERO (<i>Arachis pintoii</i>) Y PUERARIA (<i>Pueraria phaseoloides</i>) EN CUYES, EN ETAPA DE CRECIMIENTO (<i>Cavia Porcellus</i>). SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS.
Fecha:	Agosto, 2013.

El contenido del presente trabajo, está bajo la responsabilidad del autor.

Egresado Henry Fabricio Ruales

C.I: 1710953264

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Extensión Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo, 28 de agosto del 2013

Doctor

Mario Fernández

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor: Henry Fabricio Ruales Ruiz, cuyo tema es: “DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA PROTEÍNA DE SABOYA (*Panicum máximum*), MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoi*) Y PUERARIA (*Pueraria phaseoloides*) EN CUYES, EN ETAPA DE CRECIMIENTO (*Cavia Porcellus*). SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS.”, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes

Atentamente,

Dr. Holger Salcán
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a Dios por haber derramado sabiduría e inteligencia para poder cumplir este sueño tan anhelado, que con esfuerzo y sacrificio lo he cumplido, a mis padres, hermanas quienes me han sabido apoyar durante este largo camino y poder finalizar con éxito mi carrera profesional.

Fabrió Ruales

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, a mis padres y a mis hermanas quienes a través de sus consejos me han sabido impulsar para poder cumplir con este sueño tan anhelado de ser un profesional y poder servir a la patria y a la sociedad.

Fabrióio Ruales

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Págs.
Portada.....	i
Hoja de sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal.....	ii
Hoja de responsabilidad del autor.....	iii
Informe de aprobación del director de Tesis.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Indice de Contenidos.....	vii
Resumen Ejecutivo.....	xiii
Ejecutive Summary.....	xiv

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1	Generalidades.....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo General.....	2
1.2.2	Objetivo Especifico.....	3
1.3	Hipotesis	3
1.3.1	Hipotesis Nula.....	3
1.3.2	Hipótesis Alternativa.....	3

CAPÍTULO II MARCO DE REFERENCIA

2.1	Recría I o Cría.....	4
2.2	Alimentación de cuyes con forrajes.....	6
2.3	Forrajes investigados.....	6
2.3.1	Saboya (<i>Panicum máximum</i>).....	6

	Págs.	
2.3.2	Maní forrajero (<i>Arachis pintoi</i>).....	7
2.3.3	Pueraria (<i>Pueraria phaseoloides</i>).....	8
2.4	Determinación de la Digestibilidad de los alimentos.....	8
2.4.1	Digestibilidad in vivo.....	9
2.4.2	Digestibilidad aparente.....	9
2.4.3	Factores que condicionan la digestibilidad.....	9
2.5	Investigaciones de digestibilidad realizadas en especie menores.....	11

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1	Ubicación geográfica.....	14
3.2	Características climáticas.....	14
3.3	Material experimental.....	14
3.4	Materiales.....	15
3.4.1	Insumos.....	15
3.4.2	Materiales de campo.....	15
3.4.3	Materiales de oficina.....	15
3.5	Variables.....	16
3.5.1	Variables independientes.....	16
3.5.2	Variables dependientes.....	16
3.6	Unidades experimentales.....	16
3.6.1	Características de las unidades experimentales.....	16
3.7	Tratamientos.....	17
3.8	Diseño Experimental.....	17
3.9	Datos tomados y método de evaluación.....	18
3.10	Manejo del ensayo.....	19

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

	Págs
4.1	Incremento de peso..... 22
4.2	Consumo de alimento..... 22
4.3	Conversión alimenticia..... 23
4.4	Contenido de materia seca y proteína..... 24
4.5	Digestibilidad en vivo de la MS..... 24
4.6	Coefficiente de Digestibilidad de la Proteína..... 26

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones..... 28
5.2	Recomendaciones..... 29
	Referencias bibliográficas..... 30
	Anexos..... 33

ÍNDICE DE CUADROS

	Págs.
Cuadro 1. Pesos, incrementos y consumo de cuyes etapa de cría, alimentados con dos niveles de densidad nutricional.....	5
Cuadro 2. Coeficientes de digestibilidad de algunos insumos en la alimentación de cuyes.....	10
Cuadro 3. Características de las unidades experimentales.....	17
Cuadro 4. Plan de alimentación para los cuyes en los distintos tratamientos.....	17
Cuadro 5. Esquema del ADEVA, utilizado en la investigación.....	18
Cuadro 6. Suministro de alimento por día.....	20
Cuadro 7. ADEVA de la variable Incremento de peso en la “Evaluación de la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (<i>Panicum máximum</i>), Maní Forrajero (<i>Arachis pinto</i>) y Pueraria (<i>Pueraria phaseoloides</i>) en cuyes”.....	22
Cuadro 8. ADEVA de la variable Consumo de alimento en la “Evaluación de la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (<i>Panicum máximum</i>), Maní Forrajero (<i>Arachis pinto</i>) y Pueraria (<i>Pueraria phaseoloides</i>) en cuyes”.....	23
Cuadro 9. ADEVA de la variable Conversión alimenticia en la “Evaluación de la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (<i>Panicum máximum</i>), Maní Forrajero (<i>Arachis pinto</i>) y Pueraria (<i>Pueraria phaseoloides</i>) en cuyes”.....	23
Cuadro 10. ADEVA de la variable Contenido de materia seca y proteína de los forrajes en la “Evaluación de la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (<i>Panicum máximum</i>), Maní Forrajero (<i>Arachis pinto</i>) y Pueraria (<i>Pueraria phaseoloides</i>) en cuyes”.....	24
Cuadro 11. ADEVA de la Digestibilidad in vivo de la MS del pasto Saboya (<i>Panicum máximum</i>), Maní Forrajero (<i>Arachis pinto</i>) y Pueraria (<i>Pueraria phaseoloides</i>) en cuyes.....	25
Cuadro 12. ADEVA de la variable Coeficiente de Digestibilidad en la “Evaluación de la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (<i>Panicum máximum</i>), Maní Forrajero (<i>Arachis pinto</i>) y Pueraria (<i>Pueraria phaseoloides</i>) en cuyes”.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Digestibilidad en vivo de la Materia Seca en los diferentes tratamientos evaluados.....	26
Figura 2. Coeficiente de digestibilidad de la proteína en los diferentes tratamientos evaluados.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

	Págs.
Anexo 1. Establecimiento en campo de parcelas productivas de pasto Saboya, Pueraria, y Maní forrajero para alimentación de cuyes.....	34
Anexo 2. Pesaje de los cuyes evaluados.....	35
Anexo 3. Ubicación de las unidades experimentales en jaulas.....	35
Anexo 4. Recolección y pesaje de heces.....	36
Anexo 5. Pesaje de las dietas de los cuyes suministradas.....	36
Anexo 6. Tabla de datos de la variable consumo de alimento en kilos.....	37
Anexo 7. Tabla de datos de la variable peso de heces en kilos.....	37
Anexo 8. Tabla de datos de la variable peso inicial de los cuyes en gramos.....	38
Anexo 9. Tabla de datos de la variable peso final de los cuyes en gramos.....	38
Anexo 10. Tabla de datos de la Digestibilidad de la MS.....	39
Anexo 11. Tabla de datos del coeficiente de proteína.....	39
Anexo 12. Reporte de análisis bromatológico del Maní Forrajero.....	40
Anexo 13. Reporte de análisis bromatológico del Pasto Saboya.....	41
Anexo 14. Reporte de análisis bromatológico de la Pueraria.....	42
Anexo 15. Reporte de análisis bromatológico del Estiércol de cuy (T1).....	43
Anexo 16. Reporte de análisis bromatológico del Estiércol de cuy (T2).....	44
Anexo 17. Reporte de análisis bromatológico del Estiércol de cuy (T3).....	45

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se realizó en la Granja Experimental El Oasis, propiedad de la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE). La Granja se encuentra localizada en el km 4, margen izquierdo de la carretera a San Jacinto del Búa, Parroquia del mismo nombre, a 0°13,29' de latitud sur, 79° 15,83' de longitud oeste y a 416 m de altitud sobre el nivel del mar. El objetivo general del experimento fue evaluar la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoi*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) en cuyes.

Se empleó un a diseño de bloques completos al azar, donde se trabajó con un total de 30 cuyes destetados con tres tratamientos de 10 repeticiones cada uno. Las variables que se evaluaron fueron: Incremento de peso, Consumo de alimento, Conversión alimenticia, Composición química de los pastos, Digestibilidad en vivo de la MS, Coeficientes de Digestibilidad de proteína. Para garantizar la confiabilidad de los datos reportados se utilizó la prueba de significancia de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados de la investigación fueron:

- ✓ El consumo de alimento diario de los cuyes evaluados fue: T1 (Saboya): 260,7 g; en el T2 (Maní Forrajero): 260.9 g; y en el T3 (Pueraria): 261 g en etapa de crecimiento no se vio inferido por los diferentes forrajes tanto gramíneos como leguminosos ofrecidos.
- ✓ Los coeficientes de digestibilidad aparente de la proteína de los forrajes fueron Pueraria con 33,58 % seguido de Maní forrajero 29,40 % y Saboya 3.86 %.

EXECUTIVE SUMMARY

The present research was conducted at the premises of the farm "Oasis" ownership Equinoctial Technological University, located in the Campus Santo Domingo, located at Km 9 via Chone, right margin, Latitude 00 ° 08'00 "S, Longitude 79 ° 23 00 "W and 552 m altitude The overall objective of the experiment was to evaluate the apparent protein digestibility of Savoy (*Panicum maximum*), Forage Peanut (*Arachis pintoii*) and Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) in guinea pigs.

In the present investigation was to design employed a randomized complete block, where we worked with a total of 10 experimental units per treatment. The variables evaluated were: Weight gain, feed intake, feed conversion, chemical composition, in vivo digestibility of DM, protein digestibility coefficients and digestible energy. To ensure the reliability of the reported data was used Tukey's test of significance at 5% probability. The results of the research were:

- ✓ The daily feed intake of the guinea pigs was evaluated: T1 (Savoy): 260.7 g, in the T2 (Forage Peanuts): 260.9 g, and in T3 (Pueraria): 261 g in growth stage was not inferred by different graminaceous and leguminous fodder both offered.
- ✓ The best apparent protein digestibility of forages was for the legume Pueraria with 33.58%, being statistically different than the other forages evaluated.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Generalidades

La alimentación es uno de los factores de mayor importancia en el proceso productivo, ya que representa más del 50% de los costos totales de producción en la explotación pecuaria de cualquier índole. Por esto, cualquier variación en los costos de alimentación repercute fuertemente en los costos totales, pudiendo significar el éxito o fracaso de la empresa pecuaria (Inia, 1995).

(Revollo, 2012) sugiere que los nutrientes requeridos por el cuy son similares a los requeridos por otras especies domésticas y están constituidos por agua, aminoácidos, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Cuantitativamente, sin embargo, las necesidades relativas de los nutrientes dependen de la edad, genotipo estado fisiológico y medio ambiente al que están sujetos los animales. Para la determinación del valor nutritivo de un alimento, solo la parte de los nutrientes que es digestible es relevante. Por lo tanto, uno de los análisis biológicos más importantes es el de la digestibilidad. La digestibilidad aparente se define como la diferencia proporcional entre la cantidad de nutrientes ingeridos con el alimento y aquellos excretos en las heces.

(Valdivieso, *et al.* 2002) considera a las proteínas como 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.

Santo Domingo de los Tsáchilas por su situación geográfica se encuentra en el trópico húmedo del Ecuador, una de las virtudes de este sector es poseer en abundancia gramíneas y leguminosas forrajeras, pero se desconoce su digestibilidad en cuyes específicamente.

El suministro inadecuado de proteína, tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de carne, baja fertilidad y menor eficiencia de utilización del alimento (NRC, 1978). Para cuyes en crecimiento los niveles de proteína de las raciones dependen de la disponibilidad del recurso forrajero, sea este gramínea o leguminosa. Esto, unido a la escasez de forraje, viene determinando el uso de raciones con niveles de proteína superiores. (Saravia *et al.*, 1994).

(Canaza, 2006), menciona que a partir de la digestibilidad es posible lograr la comprensión del concepto de energía, lo que nos permitiría realizar trabajos de investigación sobre digestibilidad en cuyes, que muestren los problemas nutricionales a que están sujetos estos animales; evaluando el aporte energético de los forrajes al organismo del animal y así determinar el valor alimenticio de Saboya, Maní Forrajero y Pueraria, en cuyes mediante digestibilidad aparente de los alimentos mencionados.

Con la presente investigación se busca generar datos en digestibilidad de proteína mediante la experimentación con forrajes tradicionales de la zona y elegir el que aporte con mejores resultados en la alimentación y supla las demandas proteicas que necesita un cuy de manera eficiente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- ✓ Evaluar la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoi*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) en cuyes peruanos mejorados en etapa de crecimiento.

1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar consumo de alimento diario del cuy en etapa de crecimiento.
- ✓ Determinar la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoi*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*).

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis nula

- ✓ La digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoi*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) evaluadas en cuyes son estadísticamente iguales.

1.3.2 Hipótesis alternativa

- ✓ La digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoi*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) evaluadas en cuyes son estadísticamente diferentes.

CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 Recría I o Cría

Agustín (1984) considera que la etapa de crecimiento de los cuyes se inicia desde el destete hasta la cuarta semana de edad. Después del destete, se los agrupa en lotes de 20 o 30 en pozas de 1.5 x2.0x0.45 m. el sexaje se realiza concluida esta etapa, para iniciar la recría. En crianzas comerciales, se agrupan lotes de 60 destetados en pozas de 3.0x2.0x0.45 m. Los gazapos deben de recibir una alimentación con porcentajes altos de proteína (17 %). Se logran incrementos diarios de peso ente 9.32 y 10.45 g/animal/día. Manejando esta etapa con raciones de alta energía y con cuyes mejorados se alcanzan incrementos de 15 g diarios, (Chauca, Ordonex, 1995).

En la etapa de Recría I o Cría los gazapos logran buenos incrementos de peso por lo que se debe suministrársele raciones de calidad. Evaluando dos raciones con alta y baja densidad nutricional se han logrado resultados que muestran que debe continuar investigándose en esta etapa productiva. Durante el período de Recría I o Cría los animales incrementan un equivalente al 55 % del peso de destete. La primera semana el incremento logrado fue del 28 % y la segunda el 27 %. Los machos tuvieron pesos e incrementos de peso estadísticamente superiores ($P<0.05$) a los de las hembras durante esta etapa, (Ordoñez y Chauca, 1995).

El consumo de alimento se incrementa de la primera semana a la segunda semana. El aumento del consumo representa el 25,3 % para la segunda semana con respecto a la primera. Este incremento se debe a que un animal en crecimiento consumirá gradualmente más alimento.

Estos resultados ponen de manifiesto la regulación del consumo voluntario que realiza el cuy en base al nivel energético de la ración. Una ración más concentrada nutricionalmente en carbohidratos, grasa y proteínas determinan menor consumo. La diferencia en consumos puede deberse a factores palatables, sin embargo, no existen pruebas que indiquen que la mayor o menor palatabilidad de una ración tenga efecto sobre el consumo de alimento a largo plazo. El bajo nivel de fibra influye en el consumo, se ha reportado que raciones poco voluminosas tiende a disminuir el consumo (McDonald, et. al. 1981).

Cuadro 1. Pesos, Incrementos y consumo de cuyes etapa de cría, alimentados con dos niveles de densidad nutricional.

	Ración 1 Densidad Nutricional Baja**	Ración 2 Densidad Nutricional Alta*
Consumo 1° semana	186.4 a	126.1 b
Consumo 2° semana	230.9 a	151.9 b
Consumo Total: g/animal		
Materia seca	417.3 a	278.0 b
Proteína	96.5 a	84.6 b
Fibra	99.6 a	47.2 b
Consumo diario: g		
Materia seca	29.8 a	19.8 b
Proteína	6.9	6.0
Fibra	7.1	3.4
Pesos: g		
2 semanas (Edad destete)	270.0 a	265.9 a
3 semanas (Cría 1 semana)	343.6 a	332.9 b
4 semanas (Cría 2 semana)	413.9 a	402.7 a
Incremento:		
Total	151.2 a	140.2 a
Diario	10.8 a	10.0 a
Conversión alimenticia		
	2.76	1.98

Nota: Letras diferentes indican valores estadísticamente diferentes

*Alta densidad energética y protéica 21.8 % Prot., 3.7 % Fibra

**Baja densidad energética y protéica 17.1 % Prot., 13.5 % Fibra

Fuente: Ordoñez, 1997.

En el periodo de Recría I o Cría, la relación de baja densidad nutricional reportó similares pesos e incrementos de pesos que la de alta densidad, pero un mayor consumo de materia seca total. (Ordoñez, 1997).

Saravia *et al.*, (1994) sostiene que los valores de conversión alimenticia durante las dos semanas de cría son mejores que los logrados por otros investigadores que trabajan con restricción de forraje, pudiéndose validar la efectividad del forraje restringido en la mejora de la conversión alimenticia y en general, de los parámetros nutricionales. La conversión alimenticia se mejora cuando la ración está preparada con insumos de mejor digestibilidad y con mejor densidad nutricional. El porcentaje de mortalidad durante la etapa de cría es de 2.06 %, después de la cuarta semana las opciones de sobrevivencia son mayores.

2.2 Alimentación de cuyes con forrajes

El cuy es una especie herbívora por excelencia, su alimentación es sobre la base de forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimento, siempre muestra su preferencia por el forraje. Existen ecotipos de cuyes que muestran una mejor eficiencia como animales forrajeros. Las leguminosas por su calidad nutritiva se comportan como un excelente alimento, aunque en muchos casos la capacidad de ingesta que tiene el cuy no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos (Chauca, 1997).

2.3 Forrajes investigados

2.3.1 Saboya (*Panicum máximum*)

Son plantas perennes que forma macollas, pueden alcanzar hasta 3 m de altura y de 1 a 1.5 m de diámetro de la macolla.

Los tallos son erectos y ascendentes con una vena central pronunciada. La inflorescencia se presenta en forma de panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud. Las raíces son fibrosas, largas y nudosas y ocasionalmente tienen rizomas, esto confiere cierta tolerancia a la sequía. Recuperado de: www.tropicalforages.info/

Necesita suelos de media a alta fertilidad, bien drenados con pH de 5 a 8 y no tolera suelos inundables. Alturas entre 0 – 1500 m.s.n.m. y precipitación entre 1000 mm y 3500 mm por año, crece muy bien en temperaturas altas. Tiene menor tolerancia a la sequía que los Brachiarias. Produce entre 10 y 30 t de MS/ha por año; proteína entre 10 - 14 % y digestibilidad de 60 - 70 %. El alto valor nutritivo de esta especie resulta en alta productividad animal; las ganancias de peso en una pradera bien manejada oscilan entre 700 g/animal/día durante época de lluvias y 170 g/animal/día en verano. Recuperado de: www.tropicalforages.info/

2.3.2 Maní forrajero (*Arachis pintoi*)

Herbácea perenne de crecimiento rastrero y estolonífero, flor amarilla, tallo desnudo, hoja color verde oscuro, semilla subterránea, similar al Maní (*Arachis hypogea*), forma un tapete denso, floración indeterminada y continua. Se adapta bien en suelos ácidos hasta alcalinos, con fertilidad mediana-alta, necesita fósforo y magnesio; textura no arenosa, resistente a mal drenaje, pero no inundación. Su rango de adaptación va de bosques húmedos hasta sub-húmedos (> 1200 mm – 3500 mm por año), sobrevive a 4 – 5 meses secos, altura hasta 1800 m.s.n.m., tolera sombra y es apropiado para pendientes. Recuperado de: www.tropicalforages.info/

A. pintoi tiene un alto valor nutritivo proteína 15 – 20 % y digestibilidad del 65 – 75%, contenido de minerales y consumo animal. Mejora las condiciones físicas y químicas del suelo; los altos contenidos de proteína y calcio se manifiestan en la producción animal. El potencial de producción animal de pastos asociados con *Arachis* es de 150 a 180 kg/an y de 400 a 600 kg/ha por año. Recuperado de: www.tropicalforages.info/

2.3.3 Pueraria (*Pueraria phaseoloides*)

Leguminosa perenne y trepadora de tallos pubescentes y delgados que pueden llegar a medir hasta 5 metros. Hojas trifoliadas y pubescentes. Flores de color morado y fruto en forma de vaina cilíndrica también pilosas. Crece bien en suelos ácidos y no tolera suelos salinos, soporta suelos encharcados, no resiste sobre pastoreo en suelos pobremente drenados. En condiciones tropicales se adapta hasta los 1600 m.s.n.m., suelos con fertilidad mediana-alta, necesita fósforo y magnesio; su rango de adaptación va de bosques húmedos hasta subhúmedos (> 1500 mm por año), sobrevive de 4 – 5 meses secos y aguanta sombra moderada.

El kudzú tiene un alto valor nutritivo 18 – 20 %, en términos de proteína, digestibilidad 60 – 70%, contenido de minerales; el consumo animal en algunos casos requiere de acostumbramiento. La aceptación es alta especialmente en época seca; mejora las condiciones físicas y químicas del suelo por la cantidad de hojas depositadas y por el nitrógeno fijado. La producción de MS está entre 5 y 6 t/ha/año. Los altos contenidos de proteína y calcio se manifiestan en la producción animal. Recuperado de: www.tropicalforages.info/

2.4 Determinación de la Digestibilidad de los alimentos

Bondi, (1989) afirma que el conocimiento del valor nutritivo de los alimentos es fundamental para la nutrición animal, no siendo suficiente con los análisis químicos, hay que considerar los efectos de los procesos de digestión, absorción y metabolismo animal.

Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo quedando disponibles para el animal Church y Pond, (1994).

2.4.1 Digestibilidad in vivo

La digestibilidad in vivo de un alimento se puede medir directa e indirectamente. En la forma directa se registra exactamente el consumo de alimento y la excreción fecal de un animal sometido a un tratamiento dietético, en un período de tiempo dado. Como desventaja de este método, puede existir contaminación entre excretas y orina; además el confinamiento de los animales reduce el tono muscular y probablemente al disminuir el tránsito de digesta, se sobreestima la digestibilidad con respecto a los animales alojados en corrales (Ly, 1999).

2.4.2 Digestibilidad aparente

2.4.2.1 Factores que condicionan la digestibilidad

Se debe tener en cuenta que existen distintos condicionantes de la digestibilidad de los alimentos. Estos se pueden clasificar en dos grandes grupos los factores dietarios y los animales. Los primeros son aquellos que tienen directa relación con el alimento, como:

a) Composición química de los alimentos

(McDonald, 2002), menciona que un mismo alimento puede presentar una composición química variable según su estado de maduración, como es el caso del forraje para equinos. La fracción de fibra de un alimento tiene la mayor influencia en su digestibilidad, y tanto la cantidad como la composición química de la fibra son importantes.

En forma general, los contenidos celulares son casi completamente digeribles, mientras que los componentes de la pared celular tienen una digestibilidad mucho más variable y depende del grado de lignificación. En monogástricos, constituyentes que se unen a proteínas y aminoácidos como taninos reducen su digestibilidad.

b) Composición de la ración

Existen efectos asociativos entre componentes dietarios que estimulan o inhiben, unilateralmente o bilateralmente, la digestibilidad de un alimento (McDonald, 2002).

c) Procesamiento de los alimentos

Existen procesamientos que ayudan a mejorar la digestibilidad de los alimentos ya que se ve afectada la velocidad de paso y accesibilidad enzimática a los nutrientes. Por ejemplo, alimentos quebrados, partidos, molidos, cocidos, etc. Los tratamientos de calor son efectivos para mejorar la digestibilidad cuando se usan para desactivar inhibidores de enzimas digestivas presentes en algunos alimentos. Un ejemplo son las papas y otros tubérculos que poseen inhibidores de tripsina que son inactivados por el tratamiento térmico (McDonald, 2002).

Cuadro 2. Coeficientes de digestibilidad de algunos insumos en la alimentación de cuyes.

Forrajes	MS	Proteína	Grasa	Fibra	MO	NDT
Alfalfa						
✓ Verde	60.59	64.96	40.92	32.27		
✓ Heno		58.98	22.36	40.71		56.77
Cebada(parte aérea)		83.19	69.73	40.71		79.09
Camote (hoja)	74.36	72.07	70.85	59.40		
Col lisa						
✓ Cuyes mejorados	85.67	84.06	19.97	52.85	86.50	81.50
✓ Cuyes criollos	82.35	68.95	32.59	64.08	93.46	
Col crespá	90.70	83.05	51.66	90.38	91.80	82.90
Gramá china	54.34	51.77	68.06	57.28		56.80
Gramalote		15.75	49.18	34.84		35.02
Kudzú		61.86	23.91	26.52		50.68
Maicillo		13.46	71.91	36.93		46.70
Maíz chala	50.05	62.58	45.78	46.91		
✓ Hoja	50.00	66.15	48.66	83.18		
✓ Tallo	62.60	35.96	63.08	23.22		
✓ Panca	28.20	47.41	55.80	6.10	28.80	28.80
Morera, hoja.	69.40	75.55	21.50	81.68		65.39

Fuente: (McDonald, 2002).

2.5 Investigaciones de digestibilidad realizadas en especie menores

Hurtado D, *et al.* (2012), al evaluar cuatro forrajes tropicales en la alimentación de cuyes. Los animales fueron alimentados con morera (*Morus* sp.), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum máximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*). La mayor calidad nutricional la presentó el forraje de arboloco, al presentar los mejores coeficientes de digestibilidad de la materia seca, fibra bruta, extracto etéreo, extracto no nitrogenado, el mayor valor energético en nutrientes digestibles totales y energía digestible de 3734 Kcal/kg de forraje en MS. El pasto india, tuvo el menor valor nutricional, explicado por el bajo contenido de nutrientes, una digestibilidad de los nutrientes de 32 a 55% y bajo contenido energético; fue el mejor consumido en MS.

Narváez J., s.f. en una investigación conducida con el objetivo de evaluar, mediante la técnica In vivo aparente, la digestibilidad de algunos forrajes en la alimentación de cuyes; para ello, se emplearon veinticinco cuyes machos en fase de levante, provenientes de la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, con peso promedio de 650 g, los que se sometieron a un periodo de adaptación de nueve días, tanto a los sistemas de alojamiento como a las dietas a las que iban a ser sometidos. El acostumbramiento a la dieta experimental se realizó gradualmente hasta el inicio de la etapa de evaluación, en la que se cuantificó diariamente el alimento ofrecido, rechazado y consumido, además del total de heces excretadas.

Dicho autor evaluó seis tratamientos: Tratamiento T0 100% Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Tratamiento T1 100% Brasileiro (*Phalaris arundinacea*), Tratamiento T2 100% Raigrass Aubade (*Lolium multiflorum*), Tratamiento T3 50% Brasileiro y 50% Kikuyo, Tratamiento T4 50% Raigrás Aubade y 50% Kikuyo, Tratamiento T5 30% Trébol blanco (*Trifolium repens*) y 70% Kikuyo. T1, T2, T3, T4 y T5 con cuatro réplicas cada uno y T0, con cinco réplicas. Las variables evaluadas fueron: coeficientes de digestibilidad para materia seca, proteína, extracto etéreo, fibra cruda, materia orgánica y extracto libre de nitrógeno además de nutrientes digestibles totales (NDT) y razón nutritiva (RN).

Se empleó un diseño completamente al azar desbalanceado, y los resultados se analizaron mediante las pruebas de comparación de múltiples medias cuyas interacciones se midieron mediante la prueba de Tukey. Los resultados obtenidos demostraron que el pasto Kikuyo (T0) suministrado tanto solo como en mezcla con Trébol blanco (T5), posee buenos niveles de digestibilidad, los cuales reportan valores de 84,06%, 87,72% de MS, 82,69% de PT, 71,75% de FC, 85,84% de EE, 73,57% de MO y 96,65% en ELN cuando se suministró solo y 97,65% de MS, 94,54% de PT, 97,28% de FC, 28,26% en EE, 70,58% de MO y 96,82% para ELN cuando se suministró en mezcla con trébol blanco.

Aguirre (2012) realizó la valoración energética de diferentes alimentos utilizados en la alimentación de cuyes, a través de las pruebas de digestibilidad in vivo. Los tratamientos evaluados fueron: la alfalfa (A), malva (M), chilca (CH), retama (R) y finalmente la setaria (S), se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar (DCA), con 6 repeticiones por tratamiento. De los resultados obtenidos la composición química de los alimentos evaluados en Tal Como Ofrecido (TCO) para: Materia Seca (MS) 23.52+2.88, Materia Orgánica (MO) 20.61+2.68, Proteína Cruda (PC) 3.78 + 1.37, Extracto Etéreo (EE) 0.87 + 0.68, Fibra Cruda (FC) 7.60 +2.41 y Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) 8.36 + 1.01. Los mejores coeficientes de digestibilidad para MS 76.53 %, MO 77.42, 77.18 % fue en la alfalfa y en la malva respectivamente, mientras que para la FC el mejor porcentaje estuvo en la malva con 72.26 % y en PC con 87.28 %, para el EE en la setaria de 53.51 % y en ELN la chilca con 98.44 %.

Este mismo autor, estableció la Energía Digestible (ED) en Kcal/Kg en BS (Base Seca) difiriendo estadísticamente entre tratamientos así se obtuvo valores para la alfalfa con 3172.75, malva 3005.13, chilca 2834.55, retama 2434.06 y finalmente la setaria con 2274.00. En cuanto al contenido de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) en BS de 71.51 %, 68.80 %, 63.89 %, 57.84 % y 53.03 % para la A, M, CH, S y R.

Clemente E., 2003., evaluó la calidad nutricional y la digestibilidad in vivo de la *Puya llatensis* en la alimentación del cuy. Se realizó una prueba de digestibilidad con 10 cuyes machos de 12 semanas de edad y peso promedio de 650 g.

Los coeficientes de digestibilidad aparente fueron: materia seca: 75.96%, proteína total: 28.86%, fibra cruda: 54.89%, extracto etéreo: 49.58%, extracto libre de nitrógeno: 80.56% y ceniza: 87.25%. Para la prueba de alimentación se utilizaron 25 animales machos de 30 días de edad y con peso promedio de 290 g. Los animales fueron distribuidos al azar en cinco grupos de alimentación: T₁ (Control = cebada + alfalfa 100%), T₂ (cebada + alfalfa 75% + *Puya llatensis* 25%), T₃ (cebada + alfalfa 50% + *Puya llatensis* 50%), T₄ (cebada + alfalfa 25% + *Puya llatensis* 75%), T₅ (cebada + *Puya llatensis* 100%). Se evaluó la ganancia de peso, el consumo de alimentos y la conversión alimenticia en tres periodos: inicial (0-28 días), final (28-56 días) y total (0-56 días), sin encontrar diferencias significativas entre los tratamientos T₁, T₂ y T₃ (p > 0.05). Se concluye que el uso de la *Puya llatensis* hasta niveles de 50% de reemplazo de la alfalfa no afecta los parámetros mencionados.

Campos J. 2003., con el objetivo de determinar la digestibilidad en cuyes de los componentes nutritivos de la *vicia villosa*, (trébol rojo) y *Lolium multiflorum* en relación a la alfalfa, se evaluaron el coeficiente de digestibilidad de la fibra, proteína, materia seca, energía y consumo de materia seca en estas tres especies bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron para la alfalfa coeficientes de digestibilidad de 85.7% de la proteína de 2806.6 Kcal/kg de energía digestible, además de un valor económico de sustitución (V.E.S.) de la fibra, proteína y energía, de 0.41 y 0.38 \$ Us./Kg y 0.009 \$ Us./1000 Kcal, respectivamente. El *Lolium multiflorum* tuvo la tendencia más alta para la digestibilidad de la fibra con 60.7% y el consumo ms elevado con 81.3 g. Finalmente la materia seca tuvo una digestibilidad del 77.9% para el trébol rojo y de 75.6 % para la alfalfa.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la Granja Experimental El Oasis, propiedad de la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE). La Granja se encuentra localizada en el km 4, margen izquierdo de la carretera a San Jacinto del Búa, Parroquia del mismo nombre, a 0°13,29' de latitud sur, 79° 15,83' de longitud oeste y a 416 m de altitud sobre el nivel del mar.

3.2. Características climáticas

El clima prevalente se caracteriza por tener una temperatura media anual de 23.5 °C y precipitaciones anuales de 2,600 a 2,800 mm durante los seis primeros meses del año que luego dan paso a una época seca que se acentúa a medida que pasan los meses (Dirección de Aviación Civil, comunicación personal, 2013).

3.3. Material Experimental

Los materiales experimentales fueron:

- ✓ Saboya
- ✓ Maní forrajero
- ✓ Pueraria

Se establecieron tres parcelas de 6x20 m cada una, donde se procedió a sembrar Saboya, Maní forrajero y Pueraria en el periodo de ingreso a invierno (Diciembre-Abril). De dichas parcelas se obtuvo el forraje para la alimentación de los cuyes y posteriormente se realizó un muestreo para evaluar la digestibilidad de cada material vegetativo a nivel de laboratorio.

3.4. Materiales

3.4.1. Insumos

- ✓ Material vegetativo de Saboya
- ✓ Material vegetativo de Maní forrajero
- ✓ Material vegetativo de Pueraria

3.4.2. Materiales de Campo

- ✓ Flexómetro
- ✓ Calibrador digital
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Estacas
- ✓ Letreros
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Balanza
- ✓ Machetes
- ✓ Carretilla
- ✓ Cámara Fotográfica
- ✓ Fundas de papel

3.4.3. Materiales de oficina

- ✓ Computador

- ✓ Material bibliográfico

3.5. Variables

3.5.1. Variables independientes

- ✓ Suministro de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoii*), y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*).

3.5.2 Variables dependientes

- ✓ Incremento de peso
- ✓ Consumo de alimento
- ✓ Conversión alimenticia
- ✓ Contenido de materia seca y proteína
- ✓ Digestibilidad en vivo de la MS
- ✓ Coeficientes de Digestibilidad de proteína

3.6. Unidades experimentales

- ✓ Para evaluar la digestibilidad se utilizaron 30 Cuyes machos en etapa de crecimiento (20 días de edad) que fueron colocados en jaulas independientes.

3.6.1 Características de las unidades experimentales

Para la investigación mantuvo las características de las unidades experimentales detalladas en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Características de las unidades experimentales

Detalle	Cantidad
Total del cuyes del ensayo	30
Total de cuyes por tratamiento	10
Sexo	Machos
Edad	10 días
Pesos promedio al inicio	356 g
Alimento suministrado x animal	250 g día ⁻¹
Periodo de adaptación	15 días

Fuente: Investigación de campo.

3.7. Tratamientos

El plan de alimentación para los tratamientos se detalla en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Plan de alimentación para los cuyes en los distintos tratamientos.

Tratamientos	Descripción
T1	Cuyes alimentados con Saboya (<i>Panicum máximum</i>).
T2	Cuyes alimentados con Maní Forrajero (<i>Arachis pintoii</i>).
T3	Cuyes alimentados con Pueraria (<i>Pueraria phaseoloides</i>).

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: RUALES, F., 2013.

3.8. Diseño experimental

Esta investigación se llevó a cabo mediante el uso del diseño de bloques completos al azar, donde se trabajó con un total de 10 unidades experimentales por tratamiento, la significancia estadística de los promedios de los tratamientos, se analizaron usando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad; el detalle de los grados de libertad del ADEVA se reporta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Esquema del ADEVA, utilizado en la investigación.

Fuentes de variación	G.L.
Tratamiento	2
Saboya vs. Maní forrajero	1
Maní forrajero vs. Pueraria	1
Error	27
Total	29

Fuente: Investigación de campo.

3.9. Datos tomados y métodos de evaluación

a) Consumo de alimento.- Se determinó diariamente mediante la diferencia entre las cantidades de alimento ofrecido y rechazado. Los forrajes evaluados se cortaban y se oreaban por 24 horas antes de ser suministrados.

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento suministrado} - \text{Residuos}$$

b) Incremento de peso.- Para el registro de esta variable se requirió el peso inicial y final de cada uno de las unidades experimentales (cuyes) en etapa de crecimiento, para lo cual se usó una balanza electrónica, dichos valores fueron ingresado en la siguiente fórmula, la cual reporta el incremento de peso de los mismos.

$$\Delta \text{ de peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

c) Conversión alimenticia.- Para determinar la conversión alimenticia (CA) se utilizó la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{(\text{Consumo de alimento, kg.})}{(\text{Incremento de peso, kg.})}$$

d) Digestibilidad.- El porcentaje de digestibilidad (D) de la materia seca del alimento ofrecido se calculó con la siguiente ecuación:

$$D (\%) = \frac{MS \text{ consumida} - MS \text{ excretada en heces}}{MS \text{ consumida}} \times 100$$

e) Coeficiente de digestibilidad.- Es un indicador para el cálculo de la fracción del nutriente que es aprovechada por el organismo animal tras su proceso de digestión. Se calculó mediante la fórmula:

$$CD = \frac{100 (y-x) + xD}{y}$$

Dónde:

Di = coeficiente de digestibilidad del componente de interés (fibra, proteína, etc.)

y = Porcentaje del componente en el alimento en base seca

x = Porcentaje del componente en heces en base seca

D = Porcentaje de digestibilidad de la MS

3.10. Manejo del ensayo

a) Alojamiento.- Los animales se alojaron individualmente en jaulas de madera y malla, en un galpón cubiertos, donde se tuvo un mayor control y poder distinguir qué heces produjo cada animal, y así asegurar que se conserven lo mejor posible para ser recolectadas.

b) Acostumbramiento y medición.- Es esencial que en las pruebas de digestibilidad y consumo se tenga un período pre-experimental o de acostumbramiento. Este período fue de 15 días durante los cuales se suministraron cantidades fijas de los diferentes forrajes evaluados luego de lo cual se registraron los datos de consumo de alimento de 5 días consecutivos.

c) Pesaje de las unidades experimentales.- Los animales se pesaron al inicio y al final de la prueba. Además se desparasitaron antes de iniciar el período de acostumbramiento. Además, se revisó su estado general de salud.

d) Régimen alimenticio.- Teniendo como referencia que en las pruebas de digestibilidad y consumo en confinamiento puede utilizarse un régimen de oferta de alimento fijo, un régimen ad libitum o un régimen a diferentes niveles. Se procedió a establecer el nivel fijo como el adecuado para medir la digestibilidad de los forrajes investigados: Saboya, Maní forrajero y Pueraria, a un nivel de consumo que se aproxime a mantenimiento. Por lo que se estableció la siguiente tabla de suministro de alimento por animal / día.

Cuadro 6. Suministro de alimento por día.

Días	Cantidad (gramos)
1	240
2	240
3	240
4	240
5	245
6	245
7	250
8	250
9	260
10	265
11	265
12	265
13	270
14	270
15	270
16	280
17	280
18	280
19	290
20	300

Fuente: Investigación de campo.

e) Colección de residuos alimenticios y de heces.- Durante el período de acostumbramiento y colección, el alimento se suministró en dos raciones (en la mañana y en la tarde) y los residuos no consumidos se retiraron diariamente, especialmente bajo condiciones de altas temperaturas. La colección de heces empezó dos días después de iniciada la colección de residuos de alimento y continuó por dos días después de finalizada la colección de los mismos. Los residuos de alimento de cada animal se pesaron y registraron diariamente, para su posterior análisis.

f) Análisis proximal.- Se realizaron los análisis proximales de los pastos y las heces recolectadas para evaluar el contenido de materia seca y proteína. Sus resultados se expresan en los anexos. Finalmente, a través del análisis de las muestras del alimento dado y de las muestras obtenidas desde las heces recolectadas, se pudo obtener la cantidad de nutriente de ellas. La ingestión de nutrientes se determinó con base al contenido de proteína del alimento ofrecido en cada tratamiento, compuesta de sus muestras colectadas diariamente, 300 g forraje fresco, y el valor promedio de la variable consumo de materia seca.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Incremento de peso

En el Cuadro 7, se observa el análisis de varianza para la variable Incremento de peso, el cual reporta que no existió diferencias estadísticas entre tratamiento, siendo estos estadísticamente iguales; es decir los distintos forrajes evaluados no infirieron sobre el incremento de peso de los cuyes. El coeficiente de variación fue de 1,12 %.

Cuadro 7. ADEVA de la variable Incremento de peso en la “Evaluación de la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoii*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) en cuyes”.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamientos	2	0,00	0,00	1,18	0,32 ns
Saboya vs. Maní	1	0,00	0,00	0,05	0,83 ns
Maní vs. Pueraria	1	0,00	0,00	2,31	0,14 ns
Error	27	0,00			
Total	29	0,00			
C.V %				1,12	

Fuente: Investigación de campo.

4.2 Consumo de alimento

El análisis de varianza para la variable Consumo de alimento se reporta en el Cuadro 8, el cual aprecia que no existió diferencias estadísticas entre tratamiento; es decir los distintos forrajes evaluados no infirieron sobre el consumo de alimento de los cuyes. El coeficiente de variación fue de 0,12 %.

Cuadro 8. ADEVA de la variable Consumo de alimento en la “Evaluación de la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoi*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) en cuyes”.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamientos	2	0,00	0,00	1,08	0,35 ns
Saboya vs. Maní	1	0,00	0,00	0,00	>0,99 ns
Maní vs. Pueraria	1	0,00	0,00	2,16	1,15 ns
Error	27	0,00	0,00		
Total	29	0,00			
C.V %				0,12	

Fuente: Investigación de campo.

4.3 Conversión alimenticia

Para la variable Conversión alimenticia, el análisis de varianza determinó que no existieron diferencias estadísticas, similar resultado a las anteriores variables, esta tendencia se justifica en que la C.A es el resultado de la división de las dos anteriores. El coeficiente de variación fue de 1,08 %.

Cuadro 9. ADEVA de la variable Conversión alimenticia en la “Evaluación de la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoi*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) en cuyes”.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamientos	2	0,00	0,00	1,07	0,36 ns
Saboya vs. Maní	1	0,00	0,00	0,18	0,67 ns
Maní vs. Pueraria	1	0,00	0,00	1,97	0,17 ns
Error	27	0,02			
Total	29	0,02			
C.V %				1,08	

Fuente: Investigación de campo.

4.4 Contenido de materia seca y proteína

En la producción de cuyes como todo proceso de transformación depende de materias primas (alimentos) por lo que es necesario conocer el valor nutritivo de cada una de ellas y a través de un buen sistema de formulación aportar los nutrimentos con la mayor precisión posible para obtener de la manera más eficiente carne y bajo este precepto se detalla a continuación el contenido de materia seca y proteína de los forrajes evaluados.

a) Contenido de Materia Seca.- Se observa en el Cuadro 10, que el mayor contenido de materia seca se presentó en el pasto Saboya con el 28,90%, seguido de la Pueraria que posee el 22,20 % y finalmente el Maní forrajero con 19,10%.

b) Contenido de Proteína.- Las leguminosas Maní forrajero y Pueraria lograron mayor contenido de proteína cruda en base seca con 5,10 y 4,80%, respectivamente, y con menor contenido de proteína se ubicó a la gramínea (Pasto Saboya) con 3,20%.

Cuadro 10. ADEVA de la variable Contenido de materia seca y proteína de los forrajes en la “Evaluación de la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoii*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) en cuyes”.

Detalle	Pasto Saboya	Maní forrajero (%)	Pueraria
Materia seca	28,90	19,10	22,20
Proteína	3,20	4,80	5,10

Fuente: Investigación de campo.

4.5 Digestibilidad en vivo de la MS

El análisis de varianza para la digestibilidad de la MS de los forrajes suministrados a los cuyes, se observa en el Cuadro 11.

En dicho cuadro, se reporta diferencias estadísticas altamente significativa entre tratamientos, al compararse Saboya y Maní forrajero. El coeficiente de variación para esta variable fue de 9.17 %.

Cuadro 11. ADEVA de la Digestibilidad in vivo de la MS del pasto Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoii*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) en cuyes”.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamientos	2	10796,92	5398,46	269,99	<0,0001**
Saboya vs. Maní	1	10720,28	10720,28	536,15	<0,0001**
Maní vs. Pueraria	1	76,64	76,64	3,83	0,0607 ns
Error	27	539,87	20,00		
Total	29	11336,79			
C.V %			9,17		

Fuente: Investigación de campo.

En la Figura 1, se observa los promedios de digestibilidad de la proteína en (%) por tratamientos, en el cual se aprecia que el Pasto Saboya logró mayor digestibilidad de (75,49 %) con diferencias muy marcadas con respecto al Maní forrajero (42,05 %) y Pueraria (38,14 %), por lo cual ocupó el primer rango de significancia estadística con prueba de Tukey (5 %).

Dicho resultados son superiores a los emitidos por Hurtado, D., *et al.* 2012, quien evaluó la digestibilidad del *Panicum máximum*, entre otras especies, reportando que fue este forraje el que tuvo el menor valor nutricional y una digestibilidad de los nutrientes de 32 a 55% y bajo contenido energético; sin embargo, fue el mejor consumido. Este resultado es la consecuencia del esfuerzo de los animales por satisfacer sus requerimientos nutricionales.

En referencia, a la comparación ortogonal realizada entre el Pasto Saboya y Maní forrajero y cuyo resultado fue una diferencia estadística marcada se observa que el efecto en sí, está dado por la gramínea; en contraste, la comparación entre promedio del Maní forrajero y la Pueraria que no demostró significancia.

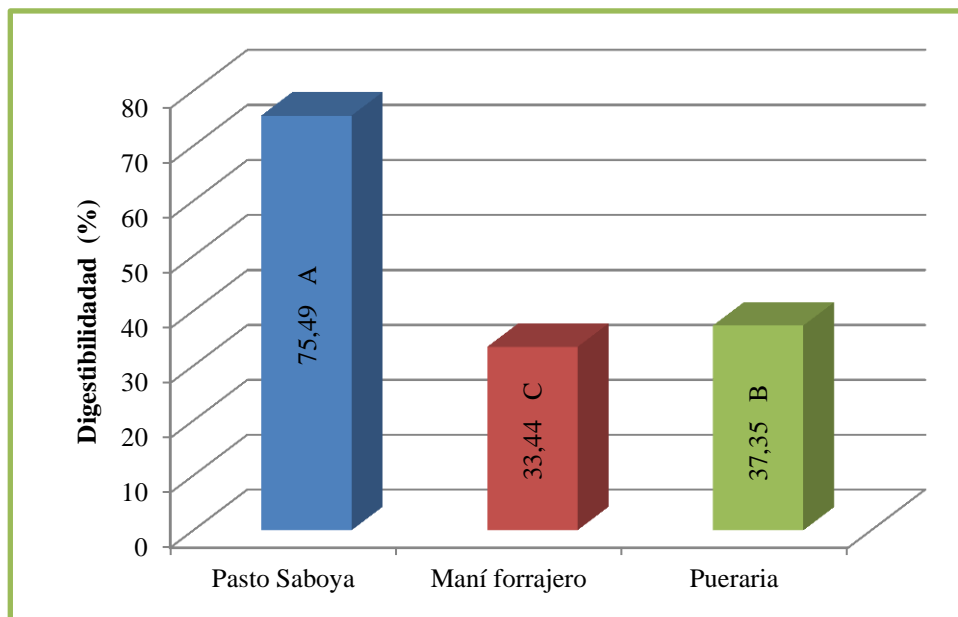


Figura 1. Digestibilidad in vivo de la Materia Seca en los diferentes tratamientos evaluados.

4.6 Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína

En el Cuadro 12, se reporta el ADEVA del Coeficiente de Digestibilidad, en el cual se aprecia que existió diferencias estadísticas altamente significativas en todas las fuentes de variación, es decir entre tratamientos, y las comparaciones ortogonales entre Pasto Saboya y Maní forrajero, y Maní forrajero y Pueraria. El coeficiente de variación para el coeficiente de digestibilidad de la proteína de los forrajes fue de 0,14%.

Los valores obtenidos por estas leguminosas (Figura 2) pese a ser superiores a la gramíneas son bajos al momento de comparar con otros autores como Campos J. 2003., quien reportó para la alfalfa coeficientes de digestibilidad de 85.7% de la proteína y Aguirre, J. 2012, quien valoró energéticamente de diferentes alimentos en cuyes, a través de las pruebas de digestibilidad in vivo obteniendo el mejor porcentaje de coeficiente de digestibilidad en la malva (87.28% PC). La Pueraria superó en esta investigación a la *Puya llatensis*, forraje estudiado por Clemente E., 2003, quien evaluó el coeficiente de digestibilidad de la proteína en cuyes y logró valores de 28.86%.

Cuadro 12. ADEVA de la variable Coeficiente de Digestibilidad en la “Evaluación de la digestibilidad aparente de la proteína de Saboya (*Panicum máximum*), Maní Forrajero (*Arachis pintoi*) y Pueraria (*Pueraria phaseoloides*) en cuyes”.

F.V.	GL	SC	CM	F	Valor p
Tratamientos	2	5178,88	2589,44	2481008,83	<0,0001**
Saboya vs. Maní	1	5091,47	5091,47	4878273,77	<0,0001**
Maní vs. Pueraria	1	87,40	87,40	83743,89	<0,0001**
Error	27	0,00			
Total	29	5178,90			
C.V %			0,14		

Fuente: Investigación de campo.

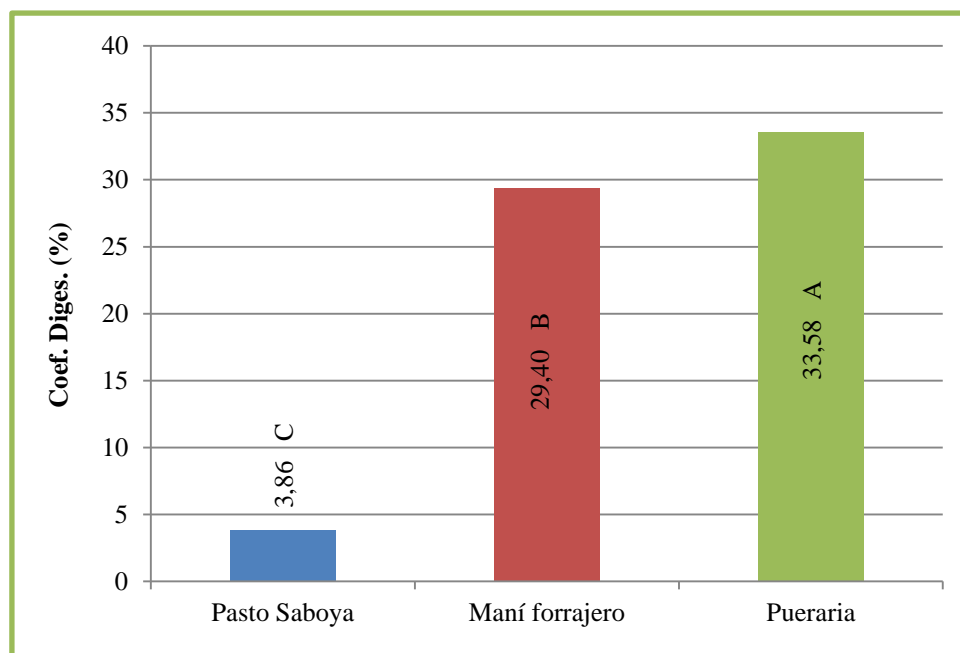


Figura 2. Coeficiente de digestibilidad de la proteína en los diferentes tratamientos evaluados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados en la investigación y resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- ✓ El consumo de alimento diario de los cuyes evaluados fue: T1 (Saboya): 260,7 g; en el T2 (Maní Forrajero): 260.9 g; y en el T3 (Pueraria): 261 g en etapa de crecimiento no se vio inferido por los diferentes forrajes tanto gramíneos como leguminosos ofrecidos.
- ✓ Al evaluar la digestibilidad in vivo de la proteína de los forrajes evaluados se encontró diferencias altamente significativas para tratamientos y Saboya versus maní; mientras que al contrastar maní versus pueraria no hubo diferencias significativas.
- ✓ Al evaluar los coeficientes de digestibilidad aparente de la proteína de los forrajes se encontró una diferencia altamente significativa para tratamientos con los siguientes resultados: T1 (Saboya): 3.86%; T2 (Maní Forrajero): 29.40%; T3 (Pueraria): 33.58%.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Se recomienda seguir la línea de investigación utilizando los mismos forrajes con diferentes edades de corte.
- ✓ Se recomienda alimentar a los cuyes con pueraria, puesto que fue el forraje que más alto coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína presentó en esta investigación.
- ✓ Realizar un programa de investigaciones en pastos y leguminosas con el propósito de levantar información de digestibilidad, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y lignina de los mismos para la posterior utilización en la formulación de dietas en especies menores y bovinos.

Referencias bibliográficas

1. Aguirre, J. 2012. Determinación de la Composición Química y el Valor de la Energía Digestible a partir de las Pruebas de Digestibilidad en Alimentos para Cuyes. Tesis ESPOCH. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/123456789/1502>.
2. Aliaga, R.L. y Lopez, VE. 1996. Estudio sobre la situación actual de la crianza de cuyes en la región interandina del Ecuador. Informe JUNAC y PNUD.
3. Bastiani N. 2006. Maní forrajero en Río Grande del Sur. Brasil. Recuperado de: www.pasturadeamerica.com/telatos/brasil.asp.
4. Campos J. 2003. Digestibilidad de leguminosas y gramíneas forrajeras en la alimentación en cuyes. Tesis Abesca. Recuperado de: <http://www.tesis.abesca.org:8080/dspace/bitstream/123456789/4551/1/c01297.pdf>
5. Canaza V. (2006). Digestibilidad aparente de la proteína en cuyes (*Cavia Porcellus*), alimentados con: alfalfa, cebada y triticale, en el Cipam. Recuperado de: <http://tesis.dpicuto.edu.bo/facultad-de-ciencias-agrarias-y-veterinarias/51-carrera-de-zootecnia/>
6. Cardozo, A. 1984. Desarrollo ganadero en granjas pequeñas de las zonas altas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú.
7. Caviagen, 2006. Proceso de nutrición y alimentación de los cuyes n sus diferentes etapas productivas. Disponible en www.sica.com.
8. Chauca, F.L. 1995. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en países andinos. Revista Mundial de Zootecnia 83(2):9-19.
9. Chauca, F.L. 2006. Proceso de crianza de cuyes. CD Seminario cuyicultura – IBARRA.

10. Chauca, F.L. 2006. Post producción. CD. Seminario cuyicultura-Ibarra.
11. Clemente J, *et al.* 2003. Evaluación del valor nutricional de la *Puya llatensis* en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*) Rev. investig. vet. Perú. vol.14, no.1, p.01-06. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172003000100001&script=sci_abstract
12. Correa, H, y Montes, T. 1994. Determinación de la digestibilidad de insumos energético proteicas y fibrosos en caves, XVII Reunión.
13. Fao 2003. Manual sobre el manejo del cuy. Impreso por Provio UT. EE.UU. Pág. 60.
14. Gómez, B.C. y Vergara, V. 1993. Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares, pág. 38-50, INIA EELM-EEBI.
15. Hurtado D. 2012. Valor nutricional de la morera (*Morus sp.*), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum máximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). Recuperado de: http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ6%281%29_6.pdf
16. Inia. 2008. Investigaciones en cuyes. Perú. Recuperado de: <http://www.inia.gob.pe/documentos/2008%20APPA.pdf>
17. Iniap. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Ecuador. Recuperado de: http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual_%20cuyes.pdf
18. Lachman, M. s.f. La estimación de la digestibilidad en ensayos. Recuperado de: <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/Digestibilidadderumiantes.pdf>

19. Lascano, C. 1983. Recomendaciones sobre metodología para la medición de consumo y digestibilidad en vivo. Citado por Ruiz, M. 1990. Nutrición de rumiantes.
20. Martínez, Rubén. 2006. Requerimientos nutricionales de los cuyes. CD Seminario cuyicultura.
21. Narváez, J. 2012. Valoración de la técnica in vivo aparente para la determinación de la digestibilidad de forrajes en cuyes (*Cavia porcellus*). Recuperado de: <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/REVIP/article/view/383>
22. Ordoñez, R. 1997. *Efecto de dos niveles de proteína y fibra cruda en el alimento de cuyes (Cavia porcellus) en lactación y crecimiento*. UNA La Molina, Lima, Perú. 65 págs. (Tesis.)
23. Quingatuña J. 2008. Valoración Energética de Diferentes Tipos de Desechos de Cocina Utilizados en la Alimentación de Cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis In. Zoot. ESPOCH. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1397>

ANEXOS

Anexo 1. Establecimiento en campo de parcelas productivas de pasto Saboya, Pueraria, y Maní forrajero para alimentación de cuyes.



Anexo 2. Pesaje de los cuyes evaluados.



Anexo 3. Ubicación de las unidades experimentales en jaulas.



Anexo 4. Recolección y pesaje de heces.**Anexo 5.** Pesaje de las dietas de los cuyes suministradas.

Anexo 6. Tabla de datos de la variable consumo de alimento en kilos.

Repeticiones	T1	T2	T3
1	0,260	0,260	0,261
2	0,261	0,261	0,261
3	0,261	0,261	0,261
4	0,261	0,261	0,261
5	0,261	0,260	0,261
6	0,261	0,261	0,261
7	0,261	0,261	0,261
8	0,261	0,261	0,261
9	0,261	0,261	0,261
10	0,261	0,261	0,261

Anexo 7. Tabla de datos de la variable peso de heces en kilos.

Repeticiones	T1	T2	T3
1	0,0530	0,0542	0,0520
2	0,0500	0,0514	0,0534
3	0,0448	0,0522	0,0420
4	0,0512	0,0462	0,0406
5	0,0448	0,0534	0,0500
6	0,0514	0,0508	0,0508
7	0,0522	0,0442	0,0548
8	0,0492	0,0512	0,0524
9	0,0422	0,0538	0,0508
10	0,0484	0,0544	0,0532

Anexo 8. Tabla de datos de la variable peso inicial de los cuyes en gramos.

Repeticiones	T1	T2	T3
1	365	426	405
2	315	435	356
3	297	468	245
4	432	305	214
5	300	435	336
6	335	327	338
7	459	294	416
8	338	345	427
9	227	386	375
10	308	385	398

Anexo 9. Tabla de datos de la variable peso final de los cuyes en gramos.

Repeticiones	T1	T2	T3
1	371	431	410
2	321	440	366
3	303	473	250
4	437	310	218
5	306	440	340
6	341	331	345
7	465	300	421
8	342	350	432
9	231	391	381
10	313	389	404

Anexo 10.Tabla de datos de la Digestibilidad de la MS.

Repeticiones	T1	T2	T3
1	73,3032	29,3981	34,7577
2	74,8336	33,1096	33,2062
3	77,5028	32,1076	47,3951
4	74,2544	40,0377	49,1583
5	77,4466	30,4268	37,2550
6	74,1736	33,9538	36,3488
7	73,7364	42,5676	31,3369
8	75,2411	33,3699	34,3943
9	78,7840	29,9997	36,2633
10	75,6717	29,3951	33,4054

Anexo 11.Tabla de datos del coeficiente de proteína.

Repeticiones	T1	T2	T3
1	3,84	29,37	33,57
2	3,85	29,40	33,55
3	3,88	29,39	33,65
4	3,84	29,45	33,66
5	3,88	29,38	33,58
6	3,84	29,41	33,58
7	3,84	29,47	33,54
8	3,85	29,40	33,56
9	3,89	29,38	33,58
10	3,86	29,37	33,56

Anexo 12. Reporte de análisis bromatológico del Maní Forrajero.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
EXTENSION SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

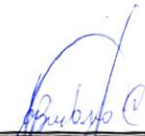
SOLICITANTE: SR. FABRICIO RUALES
TIPO DE MUESTRA: PASTO SABOYA
DIRECCIÓN: KM 9 VIA CHONE SAN. JACINTO DEL BUA
IDENTIFICACIÓN: 1739
FECHA DE INGRESO: 06/07/2012
FECHA DE ENTREGA: 04/10/2012

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD	PROTEINA
		%	%
1739	MANI FORRAJERO	**	25.3
		80.9	4.8

HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25




ING. ELSA BURBANO
JEFE DE LAB. QUÍMICA

Anexo 13. Reporte de análisis bromatológico del Pasto Saboya.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
EXTENSION SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

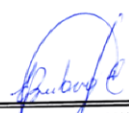
SOLICITANTE: SR. FABRICIO RUALES
TIPO DE MUESTRA: PASTO SABOYA
DIRECCIÓN: KM 9 VIA CHONE SAN. JACINTO DEL BUA
IDENTIFICACIÓN: 1738
FECHA DE INGRESO: 06/07/2012
FECHA DE ENTREGA: 04/10/2012

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD	PROTEINA
		%	%
1738	PASTO SABOYA	**	11.2
		71.1	3.2

HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25




ING. ELSA BURBANO
JEFE DE LAB. QUÍMICA

Anexo 14. Reporte de análisis bromatológico de la Pueraria.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
EXTENSION SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SR. FABRICIO RUALES
TIPO DE MUESTRA: PASTO SABOYA
DIRECCIÓN: KM 9 VIA CHONE SAN. JACINTO DEL BUA
IDENTIFICACIÓN: 1740
FECHA DE INGRESO: 06/07/2012
FECHA DE ENTREGA: 04/10/2012

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD	PROTEINA
		%	%
1740	PUERARIA	**	23.1
		77.8	5.1

HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25



LABORATORIO DE QUÍMICA
CAMPUS ARTURO RUIZ MORA

Elsa Burbano
ING. ELSA BÚRBANO
JEFE DE LAB. QUÍMICA

Anexo 15. Reporte de análisis bromatológico del Estiercol de cuy (T1).


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
 SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SR. FABRICIO RUALES
 TIPO DE MUESTRA: ESTIERCOL DE CUY
 DIRECCIÓN: EL OASIS Km 9 via Chone (San Jacinto del Bua)
 IDENTIFICACIÓN: 1586
 TELEFONO: 094091130
 FECHA DE INGRESO: 06/07/2012
 FECHA DE ENTREGA: 04/10/2012

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD	MATE. SECA	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	ENERGIA
		%	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
1586	Estiercol de cuy (T1)		38,0	25,8	5,1	8,1	24,25	36,8	BASE SECA
		62,1		9,8	1,9	3,1	9,2	14,0	176,9

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
 HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
 CENIZA Mufla-Incinerado 550°C
 GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
 PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
 FIBRA Método digestión ácido-básica


 ING. ELSA BURBANO
 JEFE DE LAB. QUÍMICA



Anexo 16. Reporte de análisis bromatológico del Estiercol de cuy (T2).



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
EXTENSION SANTO DOMINGO

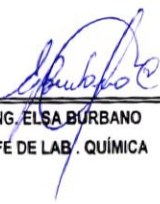
REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SR. FABRICIO RUALES
TIPO DE MUESTRA: ESTIERCOL DE CUY
DIRECCIÓN: EL OASIS Km 9 via Chone (San Jacinto del Bua)
IDENTIFICACIÓN: 1587
TELEFONO: 094091130
FECHA DE INGRESO: 05/07/2012
FECHA DE ENTREGA: 04/10/2012

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD %	MATE. SECA %	CENIZA %	GRASA %	PROTEINA %	FIBRA %	E.L.N.N %	ENERGIA KILO CAL/100gr
1587	Estiercol de cuy (T 2)		64,8	12,7	5,7	5,3	48,58	27,7	BASE SECA
		35,2		8,3	3,7	3,4	31,5	17,9	157,7

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
CENIZA Mufla-Incinerado 550°C
GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-básica



ING. ELSA BÚRBANO
JEFE DE LAB. QUÍMICA



Anexo 17. Reporte de análisis bromatológico del Estiercol de cuy (T3).

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO



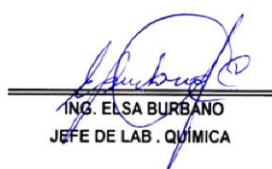
REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: SR. FABRICIO RUALES
TIPO DE MUESTRA: ESTIERCOL DE CUY
DIRECCIÓN: EL OASIS Km 9 via Chone (San Jacinto del Bua)
IDENTIFICACIÓN: 1588
TELEFONO: 094091130
FECHA DE INGRESO: 06/07/2012
FECHA DE ENTREGA: 04/10/2012

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD	MATE. SECA	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	ENERGIA
		%	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
1588	Estiercol de cuy (T3)		72,6	15,4	4,7	4,7	45,65	29,6	** BASE SECA
		27,4		11,2	3,4	3,4	33,1	21,5	162,5

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
CENIZA Mufia-Incinerado 550°C
GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-básica



ING. ELSA BURBANO
JEFE DE LAB. QUIMICA

