

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**DETERMINACIÓN DE DIGESTIBILIDAD Y NUTRIENTES DIGESTIBLES
TOTALES DE LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA
(*Stizolobium deeringianum*) EN CUYES EN EL
DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU**

**DIGESTIBILITY DETERMINATION AND TOTAL DIGESTIBLE
NUTRIENTS OF MULBERRY (*Morus alba*) AND MUCUNA
(*Stizolobium deeringianum*) FORAGES IN THE
ECHARATE DISTRICT, CUSCO, PERU**

**Tesis presentada por la Bachiller:
Delgado Salinas María Belén
para optar el Título Profesional de:
Médico Veterinario y Zootecnista**

**Asesor:
Mgter. Zegarra Paredes, Jorge**

**Arequipa – Perú
2019**



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe <http://www.ucsm.edu.pe> Apertado: 1350

AREQUIPA - PERU

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DICTAMEN PASE A SUSTENTACIÓN

El jurado dictaminador presidido por el MGTER. GUILLERMO VÁSQUEZ RODRIGUEZ e integrado por la vocal DR. ALEXANDER OBANDO SÁNCHEZ y secretaria la MGTER. VERONICA VALDEZ NUÑEZ

DICTAMINA:

Que el Borrador de tesis titulado:

“DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD Y NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES DE LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHERATE, CUSCO, PERU.

presentado por (la) Sr.(s)(ita):

DELGADO SALINAS, MARIA BELEN

Puede ser sustentado públicamente después de tener en cuenta las observaciones del dictamen adjunto. Caso contrario, el (la) Bachiller asume la responsabilidad que pudiera derivarse.

Asesor(a): MGTER. JORGE ZEGARRA PAREDES

Arequipa, 15 de noviembre del 2019



MGTER. CARLO SANZ LUDENA
Director de la Escuela Profesional de
Medicina Veterinaria e Zootecnia

CSL/DEPMVZ
jl.



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

"IN SCIENTIA ET FIDE EST FORTITUDO NOSTRA"
(En la Ciencia y en la Fe está nuestra fuerza)

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DICTAMEN BORRADOR DE TESIS

Señor Magíster

CARLO SANZ LUDEÑA

Director de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Presente.-

Mediante el presente, comunicamos a usted que se ha procedido a revisar el Borrador de Tesis titulado:

"DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD Y NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES DE LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHERATE, CUSCO, PERU.

presentado por:

DELGADO SALINAS, MARIA BELEN

Asesorado (a) por el(la): MGTER. JORGE ZEGARRA PAREDES

El jurado dictaminador presidido por el MGTER. GUILLERMO VÁSQUEZ RODRIGUEZ e integrado por la vocal DR. ALEXANDER OBANDO SÁNCHEZ y secretaria la MGTER. VERONICA VALDEZ NUÑEZ

DICTAMINA:

apto sustentarse

OBSERVACIONES

Arequipa, 13 de Noviembre del 2019

MGTER. GUILLERMO VÁSQUEZ RODRIGUEZ
Presidente

DR. ALEXANDER OBANDO SÁNCHEZ
Vocal

MGTER. VERÓNICA VALDEZ NUÑEZ
Secretaria



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

“IN SCIENTIA ET FIDE EST FORTITUDO NOSTRA”
(En la Ciencia y en la Fe está nuestra fuerza)

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

DICTAMEN DE PLAN DE TESIS

Señor Magíster
CARLO SANZ LUDEÑA
Director de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Presente.-

Mediante el presente, comunicamos a usted que se ha procedido a revisar el plan de Tesis Titulado:

Titulado:
“DETERMINACION DE DIGESTIBILIDAD Y NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES DE
LOS FORRAJES MORERA (*Morus Alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*) EN CUYES
EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU”
presentado por el (la) Sr.(s)(ita):

DELGADO SALINAS, MARIA BELEN

Asesor: MGTER. JORGE ZEGARRA PAREDES

El jurado dictaminador presidido por el MGTER. GUILLERMO VÁSQUEZ RODRÍGUEZ e
integrado por el DR. ALEXANDER OBANDO SÁNCHEZ y la MGTER. VERÓNICA VALDEZ
NÚÑEZ;

DICTAMINA;

Apto para Grupos

OBSERVACIONES

Arequipa, *22 de Noviembre* del *2019*

MGTER. GUILLERMO VÁSQUEZ RODRÍGUEZ
Presidente

DR. ALEXANDER OBANDO SÁNCHEZ
Vocal

MGTER. VERÓNICA VALDEZ NÚÑEZ
Secretaria



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

AREQUIPA - PERU

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INSCRIPCIÓN PLAN DE TESIS 2019

Bachiller: DELGADO SALINAS, MARIA BELEN

El jurado dictaminador presidido por el MGTER. GUILLERMO VÁSQUEZ RODRÍGUEZ e integrado por el DR. ALEXANDER OBANDO SÁNCHEZ y el MGTER. VERONICA VALDEZ NUÑEZ; según al Reglamento de Grados y Títulos, Título III del Título Profesional de Primera Especialidad, Capítulo III, de la Elaboración, Presentación y Aprobación de un Trabajo de Tesis, Art. 20; el Director de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia;

DICTAMINA:

Autorizar la inscripción del Plan de Tesis titulado

“DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD Y NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES DE LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHERATE, CUSCO, PERU.


presentado por el (la) Sr(ita) Alumno(a) de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia;

DELGADO SALINAS, MARIA BELEN

por un período de seis (06) meses a partir de la fecha; debiendo el (la) recurrente proceder al desarrollo del mismo, teniendo en cuenta las observaciones del jurado dictaminador del Plan de Tesis.

ASESOR: MGTER. JORGE ZEGARRA PAREDES

Arequipa, 24 de setiembre del 2019



MGTER CARLO SANZ LUDENA
Director de la Escuela Profesional de
Medicina Veterinaria

CSL/DEPMVZ
JL

DEDICATORIA

A DIOS

Por haberme permitido llegar hasta aquí, por darme esta vocación tan noble y hermosa la cual se convierte en una de mis principales metas y a la vez uno de mis más grandes sueños.

A MI PADRE SANDRO

Por ser mi principal cómplice durante todo este proceso, por su ayuda incondicional y paciencia incomparable. Por esa motivación constante que me guio a seguir adelante y alcanzar cada uno de mis objetivos sin pensar ni siquiera en rendirme, por los consejos interminables y por hacerme entender con hechos, que la distancia no es un impedimento, porque mientras el amor es real y verdadero, las buenas acciones sobran.

A MI MADRE MELY

Por su paciencia infinita y tanto amor que me brindo en cada uno de mis amaneceres, por ser un ejemplo a seguir y porque con ella entendí que la humildad es uno de los valores más importantes con los que puedes llegar muy lejos, casi nadie posee, pero, sin embargo, en ella encontré de sobra. Viéndola cada uno de mis días me di cuenta que uno de los tesoros más grandes los tenía ahí, a mi lado, y jamás iba a dejar de admirarla por tanta valentía.

A MI HERMANA ALEJANDRA

Por sus consejos y por ser mi compañera confidencial, por motivarme siempre a sacar lo mejor de mí, por cuidarme y por enseñarme el sincero y verdadero amor entre hermanas.

AGRADEDIMIENTOS

A mi casa de estudios Universidad Católica de Santa María por darme las herramientas necesarias para ejercer mi profesión.

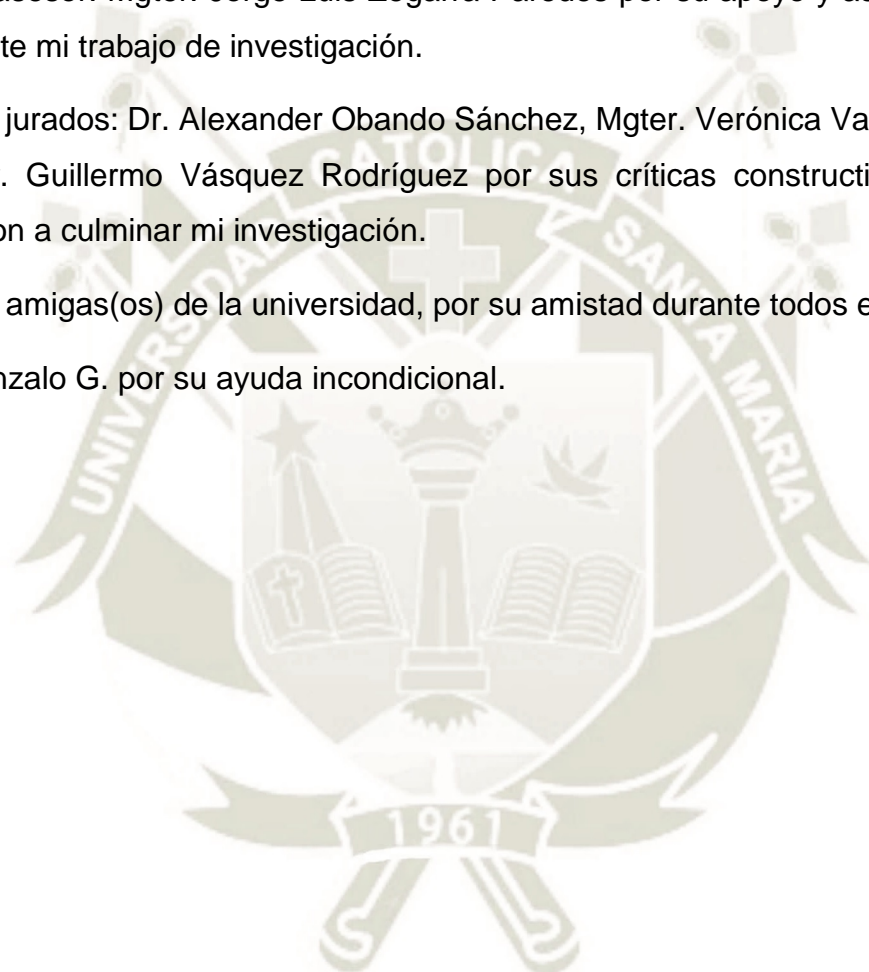
A mis seres queridos por su apoyo durante todo este proceso.

A mi asesor: Mgter. Jorge Luis Zegarra Paredes por su apoyo y asesoramiento durante mi trabajo de investigación.

A mis jurados: Dr. Alexander Obando Sánchez, Mgter. Verónica Valdez Núñez y Mgter. Guillermo Vásquez Rodríguez por sus críticas constructivas que me guiaron a culminar mi investigación.

A mis amigas(os) de la universidad, por su amistad durante todos estos años.

A Gonzalo G. por su ayuda incondicional.



INTRODUCCIÓN

Existen problemas dentro de la producción animal tanto en la alimentación como en la misma producción de los forrajes, no todos los forrajes cumplen las características nutritivas que requieren los animales, en este caso los cuyes.

Existen diferentes sistemas de crianza, siendo el sistema de agricultura familiar el más utilizado con las dietas basadas en forraje en el área o el desperdicio de alimentos en el hogar.

Los forrajes son usados de acuerdo a la temporada y disponibilidad de éstos. Sin embargo, la población de animales se ve afectada por el bajo contenido nutricional, el cuy no aprovecha los nutrientes que son necesarios para su crecimiento y desarrollo. Los criadores no están al tanto de esto debido a que no tienen la información necesaria y siguen con el mismo proceso de alimentación año tras año. Por otro lado, también vemos a criadores que adicionan un alimento balanceado para lograr un mejor perfil nutritivo, incrementando así los costos de producción.

Lo que se necesita es un forraje que cumpla con los requisitos nutritivos para cuyes y a su vez no aumente los costos de nuestra producción, para así poder generar más ingresos y cumplir con el perfil nutritivo que los cuyes necesitan.

La morera (*Morus alba*) y mucuna (*Stizolobium deeringianum*), tienen una gran aceptación por los cuyes y cumplen con los requisitos como forraje Ad libitum o como complemento en el concentrado, además de su buena palatabilidad. Teniendo estos forrajes en nuestras propias parcelas disminuyen costos de producción y a su vez estamos alimentando adecuadamente a nuestros animales, veremos la diferencia y resultados de un buen manejo a corto plazo, convenciéndonos cuán importante es estar informados antes de iniciar un buen proyecto.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de Echarate – Provincia de La Convención - Cusco, ubicado a 950 msnm, con T^o promedio de 25°C, con el propósito de determinar los coeficientes de digestibilidad de los forrajes de morera (*Morus alba*) y mucuna (*Stizolobium deeringeanum*) y hallar los nutrientes digestibles totales (NDT). Se empleó 10 cuyes machos de 2 meses de edad con un peso de 650 gr aproximadamente, distribuidos al azar, cada uno mantenidos en jaulas metabólicas individuales. El alimento fue suministrado de manera restringida (cinco animales fueron alimentados con forraje de morera y los otros cinco con forraje de mucuna) y el agua fresca ad libitum a cada animal. El periodo de evaluación comprendió dos etapas: 1°, etapa de adaptación a la dieta experimental correspondiente (diez días) y 2°, etapa de experimentación (siete días). Los análisis se llevaron a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación Animal de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa. La composición química de los forrajes de morera y mucuna registró: 27.4%, 25.4% de MS; 17.7%, 24.5% de proteína; 2.8%, 2.6% de extracto etéreo; 30.5%, 40.8% de fibra cruda; 36.6%, 25.3% de extracto libre de nitrógeno y 12.3%, 6.8% de cenizas, respectivamente. Los coeficientes de digestibilidad de los forrajes de morera y mucuna respectivamente fueron: PC 57.40%; 76.19%, FC 66.85%; 58.55%, EE 23.55%; 31.85%; ELN 89.71%; 77.73% y CZS 55.02%; 67.95%, presentando todas diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$). El valor de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) de los forrajes de morera y mucuna fue: 64.95%; 64.08% respectivamente, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). En cuanto al consumo, el promedio de los cuyes que consumieron el forraje de morera fue de 163.43 g, mientras que los que consumieron forraje de mucuna fue de 170.20 g, presentando diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

Palabras clave: Digestibilidad, NDT, cuyes, forrajes, morera (*Morus alba*), mucuna (*Stizolobium deeringianum*).

ABSTRACT

The present research work was carried out in the district of Echarate - Province of La Convencion - Cusco, located at 950 meters above sea level, with an average temperature of 25°C, with the purpose of determining the digestibility coefficients of mulberry forages (*Morus alba*) and mucuna (*Stizolobium deeringeanum*) and find the total digestible nutrients (NDT). Ten male guinea pigs of 2 months of age with a weight of approximately 650 gr were used, distributed randomly, each kept in individual metabolic cages. The food was supplied in a restricted way (five animals were fed with mulberry forage and the other five with mucuna forage) and fresh water ad libitum to each animal. The evaluation period comprised two stages: 1st, stage of adaptation to the corresponding experimental diet (ten days) and 2nd, stage of experimentation (seven days). The analyzes were carried out at the facilities of the Research Laboratory in Animal Nutrition and Food of the Catholic University of Santa María de Arequipa. The chemical composition of mulberry and mucuna forages recorded: 27.4%, 25.4% DM; 17.7%, 24.5% protein; 2.8%, 2.6% ethereal extract; 30.5%, 40.8% crude fiber; 36.6%, 25.3% of nitrogen-free extract and 12.3%, 6.8% of ashes, respectively. The digestibility coefficients of mulberry and mucuna forages respectively were: PC 57.40%; 76.19%, FC 66.85%; 58.55%, EE 23.55%; 31.85%; ELN 89.71%; 77.73% and CZS 55.02%; 67.95%, presenting all significant statistical differences ($p < 0.05$). The Total Digestible Nutrients (NDT) value of mulberry and mucuna forages was: 64.95%; 64.08% respectively, did not show significant statistical differences ($p > 0.05$). Regarding consumption, the average of guinea pigs that consumed mulberry forage was 163.43 g, while those who consumed mucuna fodder were 170.20 g, presenting significant statistical difference ($p < 0.05$).

Key Words: Digestibility, NDT, guinea pigs, fodder, mulberry (*Morus alba*), mucuna (*Stizolobium deeringianum*).

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

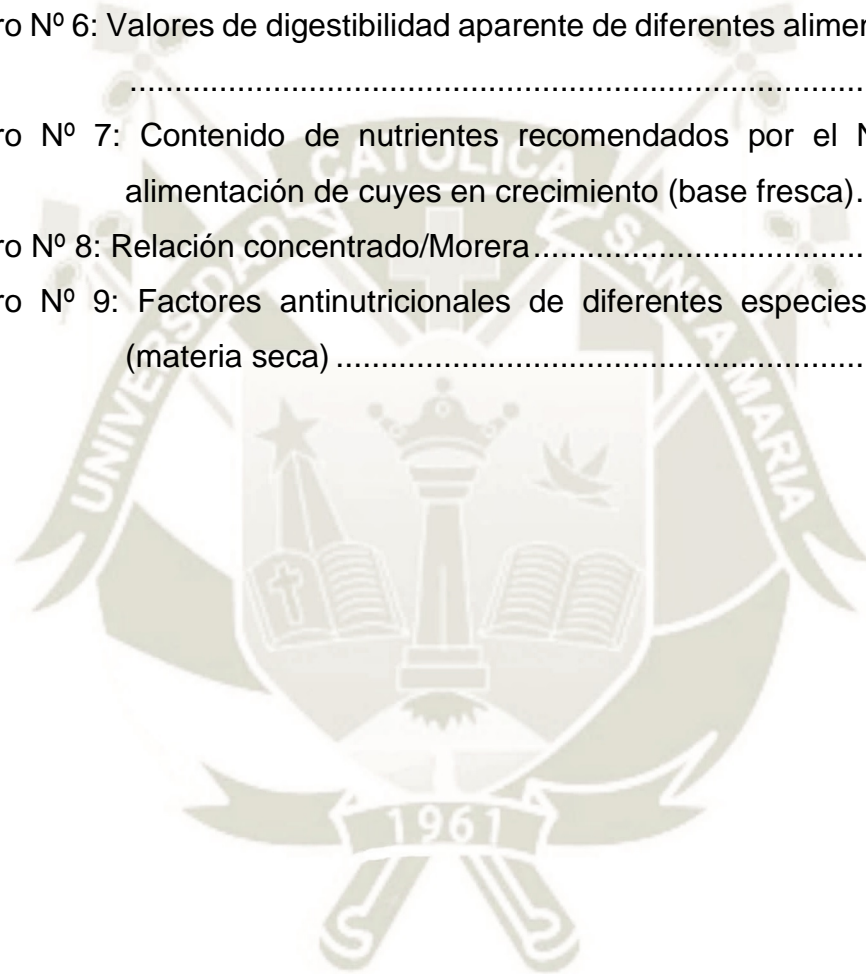
ABSTRACT

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO.....	1
1.1. Enunciado del problema.....	1
1.2. Descripción del problema	1
1.3. Efecto en el desarrollo local y/o regional	2
1.4. Justificación:	3
1.5. Objetivos:.....	4
1.6. Planteamiento de la hipótesis:.....	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Análisis bibliográfico	5
2.1.1. Origen:	5
2.1.2. Distribución:	7
2.1.3. Adaptación:	7
2.1.4. Planta.....	8
2.1.5. Taxonomía:	9
2.1.6. Características Botánicas:	10
2.1.7. Composición y valor nutricional del forraje:.....	11
2.1.8. Propagación:.....	13
Fuente: Elaboración propia.....	15
2.1.9. Análisis bromatológico:	15
2.1.10. Respuesta animal:	16
2.1.11. Alimentación con forrajes.....	17
2.1.12. Digestibilidad de forrajes:.....	18
2.1.13. Ensayo de Digestibilidad:.....	19
2.1.14. Fundamentos y factores que afectan la digestibilidad:	21
2.1.15. Nutrientes Digestibles Totales (NDT)	22

2.1.16.	Sistema Proximal.....	23
2.1.17.	Análisis proximal.....	24
2.1.19.	Generalidades del cuy	29
2.2.	Antecedentes de investigación	34
2.2.1.	Antecedentes internacionales	34
2.2.2.	Antecedentes Nacionales	39
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1.	Materiales	41
3.1.1.	Localización del trabajo	41
3.1.3.	Materiales de laboratorio.....	41
3.1.4.	Materiales de campo.....	44
3.1.5.	Equipos y maquinaria	44
3.2.1.	Muestreo.....	44
3.2.2.	Métodos de evaluación:.....	45
a.	Metodología de experimentación	45
b.	Recopilación de la información.....	47
c.	En otros ambientes generadores de la información científica.	47
a.	Variables independientes	48
b.	Variables dependientes.....	48
3.3.	Evaluación Estadística:.....	48
3.3.1.	Diseño Experimental.....	48
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
5.	CONCLUSIONES	69
6.	RECOMENDACIONES	70
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
8.	ANEXOS	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Composición bromatológica de la morera en punto óptimo de corte (%)	12
Cuadro N° 3: Composición química de la planta de mucuna	13
Cuadro N° 4: Digestibilidad de los nutrientes de la planta de mucuna (base seca)	13
Cuadro N° 5: Alimentación de cuyes con diferentes forrajes.....	18
Cuadro N° 6: Valores de digestibilidad aparente de diferentes alimentos en el cuy	22
Cuadro N° 7: Contenido de nutrientes recomendados por el NRC para la alimentación de cuyes en crecimiento (base fresca).....	31
Cuadro N° 8: Relación concentrado/Morera.....	36
Cuadro N° 9: Factores antinutricionales de diferentes especies de <i>Mucuna</i> (materia seca)	40



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA Nº 1	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA MATERIA SECA DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	49
TABLA Nº 2	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA PROTEINA CRUDA DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	51
TABLA Nº 3	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA EXTRACTO ETereo DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	53
TABLA Nº 4	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA MATERIAS MINERALES O CENIZAS DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU	55
TABLA Nº 5	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA FIBRA CRUDA DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	57
TABLA Nº 6	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	59
TABLA Nº 7	CONSUMO DE ALIMENTOS EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU ALIMENTADOS CON LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>).....	61
TABLA Nº 8	NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU ALIMENTADOS CON LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>).....	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO Nº 1	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA MATERIA SECA DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	50
GRÁFICO Nº 2	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA MATERIA SECA DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	52
GRÁFICO Nº 3	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA MATERIA SECA DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	54
GRÁFICO Nº 4	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA MATERIA SECA DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	56
GRÁFICO Nº 5	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA MATERIA SECA DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	58
GRÁFICO Nº 6	COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA MATERIA SECA DE LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU.....	60
GRÁFICO Nº 7	CONSUMO DE ALIMENTOS EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU ALIMENTADOS CON LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>).....	62
GRÁFICO Nº 8	CONSUMO DE ALIMENTOS EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU ALIMENTADOS CON LOS FORRAJES MORERA (<i>Morus alba</i>) Y MUCUNA (<i>Stizolobium deeringianum</i>).....	64

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. Enunciado del problema

Determinación de Digestibilidad y Nutrientes Digestibles Totales de los Forrajes de Morera (*Morus alba*) y Mucuna (*Stizolobium deeringianum*) en cuyes en el distrito de Echarate, Cusco, Perú.

1.2. Descripción del problema

Uno de los principales problemas que tenemos dentro de la producción animal es que no tenemos la disponibilidad y abundancia de alimentos con un elevado valor nutricional y que al mismo tiempo sean de bajo costo, esto genera una gran desventaja para las personas de bajos recursos que ven como una posibilidad dedicarse a este rubro para así tener un ingreso familiar.

En la crianza de cuyes, tenemos especies forrajeras de uso frecuente, ya sea como forraje fresco la alfalfa, cuya producción disminuye por los altos costos de mantenimiento; o el maíz y la chala, como ingrediente dentro del concentrado, donde se necesita una inversión alta en fertilizantes para alcanzar una elevada producción.

Claramente, nos vemos en la necesidad de encontrar nuevas alternativas que puedan reemplazar a estos cultivos tradicionales sin dejar por debajo el lado nutricional y a la vez que tengan un menor costo de producción.

La urgente necesidad del uso de forrajes de alta calidad en los procesos de producción pecuaria debe llevar tanto a productores como profesionales a poner sus ojos en el uso de la morera (*Morus alba*) y mucuna (*Stizolobium deeringianum*) como alternativas para obtener resultados esperados ya que son cultivos que cumplen con estas características, estando perfectamente adaptadas a las condiciones del trópico peruano, demostrando tener altos rendimientos productivos, nutritivos y buena palatabilidad.

1.3. Efecto en el desarrollo local y/o regional

La industria pecuaria emplea una limitada variedad de fuentes de alimento, tanto de origen animal como vegetal, especialmente aquellas que también son empleadas como ingrediente principal en productos procesados destinados a la nutrición humana; por lo que este factor limita su desarrollo. El empleo de alimentos derivados de fuentes que son sub aprovechadas, y que poseen características nutritivas tales que puedan ser empleadas en las dietas de los animales de cría/engorda, se constituyen en una opción que puede mejorar la competitividad de la industria. Cada año vemos que los alimentos concentrados para la producción animal sufren constantes aumentos de precios por distintas razones, lo cual hace que no veamos una mejora económica en nuestra producción.

Con esta investigación, propongo una alternativa para todos los criadores de cuyes en el distrito de Echarate, donde se implementará el uso de dos forrajes de buena calidad, fácil manejo y eficiente, adaptándose al clima en perfectas condiciones y a la vez proporcionando nutrientes al suelo en el caso de la Mucuna.

Al cultivar nuestros propios forrajes, enfrentamos una oportunidad única que nos reducirá los gastos innecesarios. La rentabilidad de los sistemas ganaderos y la sostenibilidad, estarán basados en las siguientes instrucciones: cambio de actitud de los ganaderos hacia una producción más intensiva, producción de forrajes de alta calidad, manejo eficiente de los pastos de piso, utilización eficiente tanto del riego como de la fertilización, conservación de forrajes y, por último, sustitución de concentrados por alimentos producidos en la propia finca. Es lo que necesitamos para poder crecer como micro o macro empresas, siempre y cuando tengamos la capacidad para adoptar las innovaciones y adaptarse a los constantes cambios generando así una mejora en muchos aspectos tanto ambientales como económicos.

1.4. Justificación:

1.4.1. Aspecto General

La morera (*morus alba*) y mucuna (*stizolobium deeringianum*) son plantas introducidas en nuestra amazonia que vienen siendo aplicadas como forraje en varios países de América latina, por ser nutritivas y adaptables a varias zonas tropicales, es muy necesario la toma de información que ayude a complementar trabajos de estos forrajes en el distrito de Echarate de la provincia de la Convención.

1.4.2. Aspecto Tecnológico

Es necesario brindar información técnica que no se conoce para alimentar adecuadamente a cuyes con forrajes que existen en el lugar, para ello debemos conocer bien los nutrientes que estos aportan y que hasta el día de hoy no han sido estudiados en la provincia de la Convención, por eso mismo el fin de este trabajo es brindar este conocimiento a criadores del distrito.

1.4.3. Aspecto Social

El estudio contribuirá con información respecto a la alimentación de esta especie y el consumo de morera y mucuna facilitara a los distintos criadores con su producción de cuyes ya que a su vez es una actividad rentable y sustentable para los criadores ya sea una crianza familiar, familiar-comercial o netamente comercial. Por tanto, el impacto social se manifestará en el aumento de oportunidades y alternativas tanto para los criadores como para los compradores de reproductores o producto final de éste.

1.4.4. Aspecto Económico

El estudio de estos forrajes es una alternativa para los criadores, ya que estas leguminosas pueden reemplazar a otros forrajes por contar con un valor considerado de nutrientes, satisfaciendo así los niveles nutricionales

en esta especie, con la ventaja que tiene un menor costo de producción y adaptándose así al clima tropical que necesitamos.

1.4.5. Importancia del Trabajo

La importancia de este trabajo radica en la información que se les brindará a los criadores sobre los beneficios de dos forrajes nativos de la zona como alimento para los cuyes en este distrito.

1.5. Objetivos:

1.5.1. Objetivo general:

Determinación de digestibilidad y nutrientes digestibles totales de los forrajes de Morera (*Morus Alba*) y Mucuna (*stizolobium Deeringianum*) en cuyes en el distrito de Echarate, Cusco, Perú.

1.5.2. Objetivos específicos:

- Evaluar la composición química del alimento
- Evaluar el consumo del alimento
- Determinar la digestibilidad
- Determinar los nutrientes digestibles totales (NDT)

1.6. Planteamiento de la hipótesis:

Dado que estos forrajes son leguminosas nativas de la zona y han sido probados en otras especies, es muy probable que cumplan con un buen perfil nutritivo como alimento para cuyes.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Análisis bibliográfico

2.1.1. Origen:

- **Morera (*Morus alba*)**

La morera tiene origen en el continente asiático, al parecer proviene de China o de la India; hay evidencias de que, en este continente, desde hace alrededor de 5 000 años, donde tuvo inicios la sericultura y con ella la domesticación de la morera (Ye, 2001).

La crianza del gusano de seda se remonta como una actividad milenaria de la China, donde hace más de 5000 años se desarrolló y que hoy continúan siendo los primeros productores de seda, que progresivamente avanzó hacia Europa y llegó con poco impacto a América Latina; al Perú llegó a Abancay hacia 1885 y explotaron la actividad hasta 1930, etapa en que se presentó una enfermedad que diezmó la población sedera, pero quedó demostrado que se podía producir con mejor ventaja comparativa que en sus países de origen. Como una actividad económica productiva se inicia el año 1991 en la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) a 250 m.s.n.m., bajo la dirección del Mg. Agustín Martas Tupes, donde empezó la difusión de esta actividad desde el punto de vista comercial (Cruz,1993).

En la provincia de la Convención a inicios de los años noventa se fomenta la producción de seda, introduciendo en muchas parcelas rurales el cultivo de morera para dar sustento a la actividad serícola, esta actividad fue fomentada por el Convenio de Desarrollo Rural del Valle de la Convención y Lares (CODEVA); pasado el tiempo, no se logró constituir esta actividad. Hoy en día se está retomando la importancia de esta planta con un fin diferente que es el uso como forraje en la alimentación animal (Huahuarunta, 2015).

A nivel mundial se vienen desarrollando esfuerzos importantes para desarrollar el potencial nutricional de los recursos alimenticios

disponibles localmente; dentro de estos recursos se ha dado particular importancia a los árboles y arbustos forrajeros (Sánchez y Rosales, 1998).

Al igual que pasos importantes en la ciencia y la tecnología, el descubrimiento e interés del valor alimenticio de la morera en América Latina sucedió por serendipia. Un campesino costarricense de origen chino, a quién le falló su proyecto de gusano de seda, ofreció el follaje de morera a sus cabras y se sorprendió por su palatabilidad y el comportamiento de sus animales. Él costarricense reportó sus hallazgos a los investigadores del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba (Costa Rica), quienes fueron receptivos y astutos en incluir la morera dentro de los ensayos de árboles forrajeros y comportamiento animal. Igualmente, el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF) con sede en Kenia, y el Instituto de Investigación en Producción Animal de Tanzania, han llevado a cabo exitosos trabajos agronómicos y de alimentación animal. En el Valle de Cauca se han hecho evaluaciones con morera y se usa como forraje de corte desde hace algunos años (González y Mejía, 1994).

- **Mucuna (Stizolobium deeringianum)**

La mucuna es originaria del sur de China y de la India Oriental desde donde se ha distribuido ampliamente por los trópicos (Cook et al., 2005).

Esta leguminosa es conocida por los siguientes nombres científicos: *Stizolobium deeringianum*, *Mucuna deeringianum* o *Mucuna deeringiana*, todos ellos referidos a un cultivar de *Mucuna pruriens* (L) var. *Utilis* (Campos, 2007).

Distintos nombres comunes de la mucuna alrededor del mundo: “Velvet bean” (EEUU, Australia, Sudáfrica), pica pica (Venezuela); frijol terciopelo (América Latina); “Bengal bean” (India). En el Perú se le conoce como mucuna o frijol terciopelo (Skerman et. al 1991).

2.1.2. Distribución:

- **Morera (*Morus alba*)**

El género *Morus* se ha distribuido en casi todo el mundo, tanto en áreas templadas como tropicales, donde sólo la especie *M. rubra* es oriunda de América, y el continente australiano es el único que no cuenta con ninguna de las especies de morera en la actualidad. (Sánchez, 2002).

Además, con el desarrollo de proyectos de sericultura en diferentes regiones del mundo, hoy en día el árbol de morera existe en muchos países de diferentes continentes. Asia tiene el mayor desarrollo y expansión de esta planta, ya que se encuentra en países como China, India y Japón con más de un millón de hectáreas; en Europa, se está utilizando en países como Italia, Francia, España y otros no menos importantes; en los Estados Unidos, se extiende desde los Estados Unidos hasta Argentina, incluido México, varios países de Centroamérica y el Caribe, Brasil y Colombia. En el norte y este de África hay también un desarrollo en el uso de la morera (Sánchez, 2002).

- **Mucuna (*Stizolobium deeringianum*)**

La mucuna es originaria del sur de China y de la India Oriental desde donde se ha distribuido ampliamente por los trópicos (Cook et al., 2005).

Es común en zonas tropicales húmedas y puede crecer en pastizales, matorrales y bosques ribereños (Pier, 2010).

2.1.3. Adaptación:

- **Morera (*Morus alba*)**

El amplio rango de distribución de la morera permite que la planta presente una gran capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas. Esta especie puede crecer sobre los 4,000 msnm (FAO, 1990).

Los rangos climáticos para su cultivo son: temperatura de 18 a 38°C; precipitación de 600 a 2500 mm; fotoperiodo de 9 a 13 horas/día y humedad relativa de 65 a 80% (Ting-Zing et al., 1988).

Morus alba se adapta bien a diversos tipos de suelo, principalmente en aquellos que presentan mayor fertilidad (Cifuentes y Ham – Kim, 1998).

Suelos bien drenados, de textura media y topografía plana u ondulada con pendientes inferiores al 40% (Cifuentes y Kee-Wook, 1998).

Además, es tolerante a la salinidad y a la acidez (García et al., 2006).

- ***Mucuna (Stizolobium deeringianum)***

El período vegetativo es corto, tiene un amplio ámbito de adaptación a diferentes condiciones de suelos y su exigencia en nutrientes no es muy significativa. Los rangos climáticos para su cultivo son: temperatura de 19 a 27°C; precipitación de 1000 a 2500 mm. Requiere suelos con ph de 5.5 – 8.0 con una fertilidad de media a alta y buen drenaje. Durante la siembra, la semilla requiere que el suelo este húmedo, pero no crece en suelos inundados. Cuando crece en condiciones favorables produce gran cantidad de forraje verde y de materia seca (Valenzuela, 2015).

2.1.4. Planta

- ***Morera (Morus alba)***

Las hojas de morera son muy palatables y digestibles (70-90%) en los rumiantes y también puede ser dada a los monogástricos. El contenido de proteína de las hojas y tallos tiernos, con un excelente perfil de aminoácidos esenciales, varía entre 15-28% dependiendo de la variedad. El contenido mineral es alto y no se han identificado hasta ahora compuestos tóxicos o principios anti nutricionales. El establecimiento de este forraje perene es a través de estacas o de semilla, y la cosecha se puede hacer arrancando las hojas o cortando ramas o la planta entera. El rendimiento depende de la variedad, la localidad (temperatura mensual, radiación solar y precipitación),

densidad de plantas, aplicación de fertilizantes y técnica de cosecha. Las hojas pueden ser usadas como suplemento, reemplazando a los concentrados, en vacas lecheras, o como el alimento principal en cabras, ovejas, conejos, cuyes, terneros o vacuno de carne, o como ingrediente en la dieta de cerdos y aves (Sánchez y Palma, 2006).

- **Mucuna (*Stizolobium deeringianum*)**

La fuente más económica de proteína la constituyen las leguminosas forrajeras que proveen, generalmente, abundante forraje con alto contenido proteico y muy buena aceptación por el ganado (Herrera et al., 1966).

La mucuna (*Stizolobium deeringianum*) es una leguminosa tropical, que, por sus características agronómicas y nutricionales, representa una alternativa como especie forrajera en la alimentación animal, así como un excelente mejorador de suelos en la agricultura. En el Perú, la siembra de la mucuna está poco difundida, y se le cultiva o se encuentra en estado silvestre en zonas de selva tropical como planta de cobertura o como mejoradora de suelos en campos agrícolas de frutales, árboles y café (Escudero, 2005).

2.1.5. Taxonomía:

- **Morera (*Morus alba*)**

Phyllum: Plantae

División: Spermatophyta

Clase: Magnoliatae

Orden: Urticales

Familia: Moraceae

Género: Morus

Especie: *Morus alba* (Huahuarunta, 2015)

Morus alba se diferencia del resto de las especies del género *Morus* por presentar pistilos con estilos largos distintivos, protuberancia dentro del estigma, hojas pequeñas desprovistas de vellos o con

protuberancia en la etapa joven, venas en la superficie inferior y sorosis violácea obloide de 1,0 a 2,5 cm (Yongkang, 2002).

En diversos países se conoce con otros nombres comunes: Amoreira (Brasil), Maulbeerbaum (Alemania), Mulberry (inglés) (Huahuarunta, 2015).

- **Mucuna (*Stizolobium deeringianum*)**

Phyllum: Magnoliophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnonópsida

Orden: Febales

Familia: Febácea o Leguminosae

Género: Mucuna o Stizolobium

Especie: *Deeringianum* (Skerman, 1991)

El género *Stizolobium* incluye un gran número de especies de leguminosas anuales y perennes, incluido el frijol mucuna anual. (Campos, 2007).

2.1.6. Características Botánicas:

- **Morera (*Morus alba*)**

Es una especie arbustiva, de porte bajo con hojas verde claro, brillosas, con venas prominentes. Sus ramas son grises a gris amarillentas y sus frutos son de color blanco a rosa claro que miden entre 2,0-6,0 cm de largo (Delgado, 2011).

Debido a la variabilidad de nombres de la especie, la sistematización de *Morus alba* se ha hecho engorrosa, lo que no ayuda al ordenamiento taxonómico y dificulta la homogeneidad en la clasificación a nivel mundial. Este mismo autor, describe a la morera como un árbol leñoso, perenne, deciduo de porte bajo a medio. Presenta una copa aproximadamente redondeada y ramificada, con tronco de corteza grisácea que llega a medir 60 cm de diámetro (Cappelozza, 2002).

- **Mucuna (*Stizolobium deeringianum*)**

El ciclo de vida de la mucuna es anual, la planta crece en forma rastrera y tiene bejucos de hasta 14 m de largo, los cuales suben y se enredan en las plantas cercanas. Sus hojas son grandes y trifoliadas, de folíolos anchos y membranosos. Tiene una gran cantidad de raíces superficiales y sus flores blancas o violetas se forman en largos racimos, produce de 10 a 14 vainas por racimo, las cuales son anchas, cortas, aplastadas y de punta curva (Merayo, 2001).

Las semillas pueden ser de color negro, rojo oscuro, crema, blanco, plomo, marrón, marrón claro y moteadas. El peso de 100 semillas varía en un rango de 55 a 85 g y no requieren escarificación o inoculación con *Rhizobium* previo a la siembra (Cook et al., 2005).

2.1.7. Composición y valor nutricional del forraje:

- **Morera (*Morus alba*)**

La morera posee una amplia variabilidad de características que están relacionadas directamente con la calidad agronómica del cultivo. Desde un punto de vista práctico no puede contemplarse este recurso como un ingrediente de características alimenticias, con un rango de variabilidad estándar tal y como presentan fuentes proteicas sujetas a manejo industrial pos cosecha como el grano de soya (Mora, 2010).

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

Otra característica importante en la morera, es su alto contenido de minerales, donde se reportan valores de cenizas de hasta 9-17% con contenidos normales de calcio entre 1,8 a 2,4% y de fósforo de 0,14 a 0,24%. Se ha encontrado valores de potasio entre 1,90 a 2,87% en las

hojas y entre 1,33 a 1,53% en los tallos tiernos, y contenidos de magnesio de 0,47 a 0,64% en hojas y 0,26 a 0,35% en tallos tiernos (Espinoza, 1999).

Se reportó contenidos de lignina (detergente ácido) de 8.1 y 7.1% para las hojas y corteza respectivamente (Shayo, 1997).

Cuadro Nº 1: Composición bromatológica de la morera en punto óptimo de corte (%)

Variedad	MO	PB	FB	Ceniza	Ca	P
Tigreada	89,90	27,60	13,02	10,41	0,14	0,20
Indonesia	88,76	24,32	15,03	11,24	0,17	0,19
Criolla	88,20	27,06	16,9	11,80	0,18	0,26
Acorazonada	86,63	25,22	14,1	13,40	0,20	0,15
Promedio	88,30	26,05	14,9	11,71	0,173	0,20

Fuente: Martín et al., 2007

- **Mucuna (*Stizolobium deeringianum*)**

El valor nutricional de una leguminosa depende de la cantidad que se ingiere y de la medida en que el alimento consumido proporciona al animal: energía, proteína, minerales y vitaminas (Escudero, 2005).

Se han analizado en base seca algunas plantas en flor y también las vainas. La planta contenía 15.65% de proteína bruta (PB), 34.47% de fibra bruta (FB), 1.21% de calcio (Ca) y 0.16% de fósforo (P). Las vainas contenían 16.36% de PB, 27.95% de FB, 1.02% de Ca y 0.18% de P (Skerman, 1991).

Dependiendo del estado de madurez, el contenido de proteína cruda en el follaje varía entre 11-23% y en las semillas entre 20-35%. La semilla tiene altos contenidos de lisina y también de minerales como potasio, magnesio, calcio y hierro. La digestibilidad del follaje varía entre 60 y 65% y de la semilla es mayor a 95% (Cook et al., 2005).

Todas estas características convierten a la mucuna en un valioso recurso que contribuye a darle un carácter sustentable a la agricultura; adicionalmente, su potencial en la alimentación animal podría considerar su uso como abono verde y como alimento (Campos, 2007).

Cuadro N° 2: Composición química de la planta de mucuna

Partes de la planta	Componentes (%)							Localidad	
	MS	PB	FB	CNZ	EE	ELN	Ca		P
Parte aérea fresca (3m)	19.6	15.3	36.2	12.2	1.5	34.8	-	-	Trinidad
Parte aérea fresca (9m)	24.2	16.5	40.5	8.3	1.6	33.1	-	-	Trinidad
Fresco, mitad floración fertilizado	19.1	15.5	34.4	5.6	4.3	40.2	0.21	0.13	Puerto Rico
Heno fase lechosa	90.6	14.8	30.7	8.9	2.6	43	-	-	Zimbabwe

Fuente: FAO, 2000

Cuadro N° 3: Digestibilidad de los nutrientes de la planta de mucuna (base seca)

Partes de la planta		Digestibilidad (%)				
		PB	FB	EE	ELN	EM
Fresco, mitad, floración	Ovinos	75	57	67	79	2.58
Heno, fase lechosa	Bovinos	63.9	72.8	79.1	78.6	2.6

Fuente: FAO, 2000

2.1.8. Propagación:

- **Morera (*Morus alba*)**

El método de siembra más común mundialmente es por esquejes, pero en ciertos lugares se prefiere la semilla. El sembrar por semillas asegura un sistema radicular más profundo, con mayor capacidad para encontrar agua y nutrientes, que se reflejará en mayor productividad y más larga longevidad. Las ventajas de la reproducción vegetativa (por

esquejes) son la garantía de las características productivas, la facilidad de obtención de material y la facilidad de siembra. La longitud de las estacas debe ser de 25 - 40 cm de largo y tener no menos de tres yemas, deben ser tomadas de ramas lignificadas. En el momento de la plantación, las estacas deben enterrarse de 3-4 cm de profundidad (Cruz, 1993).

El rebrote de las estacas no se produce de forma simultánea, obteniéndose más del 90% de rebrote entre los 4 a 35 días, seguido de la aparición de las primeras hojas. La densidad de siembra recomendada es de 0,45 m entre plantas y 1,0 m entre surcos. En zonas húmedas o con riego, se puede plantar durante todo el año (Delgado, 2011).

La siembra de plantas machos puede ser preferida cuando se introduce germoplasma importado a lugares nuevos para evitar su expansión involuntaria. Como es el caso de la mayoría de los forrajes perenes, el tiempo y los costos de establecimiento (principalmente para la preparación de tierra, la siembra y el control de malezas) son aspectos críticos para la introducción exitosa de la morera (Sánchez, 2006).

- **Mucuna (*Stizolobium deeringianum*)**

Es importante destacar que no se han informado problemas de plagas causadas por insectos en esta planta. Si se requiere sembrar un terreno para producir semilla de mucuna, se puede hacer a una distancia de 50 cm entre planta y 1 m entre hileras, colocando dos semillas por golpe de siembra (Merayo, 2001).

La producción varía con la humedad y con el suelo; en el estado de floración puede rendir hasta 36 ton/Ha de forraje verde (cinco a seis meses después de la siembra). Entre la floración y prefructificación presenta el valor nutricional más alto. En este estado se puede cosechar por tres ocasiones, al cabo de las cuales la población decrece en forma considerable y es necesario sembrar nuevamente (Herrera, 1966).

Se convierte en la fuente más eficiente y barata de nitrógeno que cualquier otro material nitrogenado que se pueda comprar como fertilizante comercial (Campos, 2007).

Cuadro 5: Costos de producción por hectárea de los forrajes de morera y mucuna comparados con la alfalfa

	Gastos de cultivo					
	Morera		Mucuna		Alfalfa	
	Jornal	s/.	Jornal	s/.	Jornal	s/.
Preparación de terreno	2	80	2	80	2	80
Siembra	4	160	4	160	4	160
Abonamiento	1	40	1	40	1	40
Riego	2	80	2	80	2	80
Cosecha	4	160	4	160	4	160
	Gastos de insumos					
	(Kg)	s/.	(Kg)	s/.	(Kg)	s/.
Semilla	Estaca	1100	34	850	18	540
Fertilizante	(Kg)	s/.	(Kg)	s/.	(Kg)	s/.
	-	0	-	0	50	1200
Estiércol	(qq)	s/.	(qq)	s/.	(qq)	s/.
	-	0	-	0	-	0
TOTALS/.		1620		1370		2260

Fuente: Elaboración propia

2.1.9. Análisis bromatológico:

La bromatología estudia los alimentos, su composición química, su acción en el organismo, su valor alimenticio y calórico, así como sus propiedades físicas, químicas, toxicológicas y también adulterantes, contaminantes, etc. El análisis de los alimentos es un punto clave en todas las ciencias que estudian los alimentos, puesto que actúa en varios segmentos del control de calidad como el procesamiento y almacenamiento de los alimentos procesados (Huahuarunta, 2015).

Al tratar a las pasturas como un cultivo con requerimientos tan exigentes como cualquier otro producto vegetal, se comprende que es necesario el manejo técnico y profesional de las mismas. En este

campo, la bromatología se conoce como la ciencia que estudia a los alimentos en cuanto a su producción, conservación, manipulación, elaboración y distribución, así como su relación con la sanidad. Ésta comprende la medición de las cantidades a suministrar a los individuos de acuerdo con los regímenes alimenticios específicos de cada tipo de animal. Con los forrajes, llevamos nuestro pasto al laboratorio para que a este se le separe en diferentes porciones y que cada porción nos indique cuanto obtenemos de cada componente de interés, llámese energía, proteína, fibras, etc. (Mora, 2012).

Los procedimientos empleados comúnmente en los análisis bromatológicos, consisten en determinar grupos de sustancias que se asemejan en cualidades o composición, llamados principios inmediatos. Se llaman principios inmediatos por ser los primeros en identificarse, en los procesos de desintegración analítica en el laboratorio. En las distintas etapas de dicha desintegración se utilizan preferentemente agentes físicos como el calor, la disolución, la filtración, la destilación (Herg, 1954).

2.1.10. Respuesta animal:

- **Morera (*Morus alba*)**

"La adición de morera en la alimentación de animales que consumen dietas basadas en forrajes, ayudará a disminuir la concentración de fibra e incrementará el contenido de proteína y minerales que enriquecen la dieta consumible de los animales. Esto mejorará la cantidad de materia seca consumida diariamente" (Boschini, 1999).

La morera debido a su poca fibra y alto nivel de carbohidratos, el follaje puede ensilarse sin aditivos; este ensilaje muestra un patrón láctico de fermentación, pocas pérdidas en PC (entre 16 y 21 % de PC) y mantiene entre 66 y 71 % de DIVMS (Gonzales, 1996).

Es un forraje con un 25 % de proteína bruta en sus hojas, en la alimentación de cuyes la digestibilidad de la materia seca alcanza 83.6 y de la proteína de 90.44 (García et al., 2006).

- **Mucuna (*Stizolobium deeringianum*)**

Puede ser suministrada a los animales en su totalidad ya sea como forraje, ensilaje o heno y las semillas pueden ser utilizadas dentro del concentrado. Aunque existen reportes de que el forraje de mucuna tiene baja palatabilidad, hay otras experiencias que sugieren que las áreas de cultivo de frijol mucuna necesitan estar bien cercadas para evitar el pastoreo por los animales sueltos. El frijol mucuna es usado exitosamente como abono verde y como forraje en sistemas intensivos en el este y sur de África (Uganda, Malawi y Zimbabwe), y su utilización está incrementando rápidamente (Cook et al., 2005).

En la Selva Baja de nuestro país (Puerto Maldonado) se han conseguido buenos resultados con la siembra de mucuna considerándolo un buen forraje para las vacas, ovejas y cerdos; aunque no soporta el pisoteo (Groll y Lazo, 2001).

2.1.11. Alimentación con forrajes

El forraje es de gran valor nutritivo, alto en fibra y cultivado especialmente para alimentar rumiantes y algunos monogástricos. Incluye pastos y leguminosas cortados en el momento adecuado de madurez y almacenados para preservar su calidad. El cuy es un animal herbívoro su alimentación es sobre todo a base de forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimento, muestran siempre su preferencia por el forraje. Las leguminosas por su calidad nutritiva, se comportan como una excelente fuente de nutrientes, aunque en muchos casos la capacidad de ingestión que tiene el cuy, no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas, tienen menor valor nutritivo por lo que es conveniente combinar especies de gramíneas y leguminosas, de esta manera enriquecer a las primeras. Los forrajes deben incluirse básicamente en todas las dietas de los

cuyes, ya que proporcionan un efecto benéfico por su aporte de celulosa y constituyen fuente de agua y vitamina C, que los cuyes utilizan para cubrir sus necesidades (Martínez, 2005).

Existen tipos de cuyes que muestran una mejor eficiencia como animales forrajeros, el cual puede criarse perfectamente solo con forraje seco de buena calidad. El cuy de 500 a 800 g de peso consume hasta el 30 % de su peso vivo. Se satisfacen sus exigencias en cantidades que van de 150 a 240 g de forraje por día (Padilla, 2006).

Cuadro N° 4: Alimentación de cuyes con diferentes forrajes

ESPECIE	MS	PC	FC	CZS
Alfalfa	24,0	4,9	6,5	2,2
Maíz planta	32,7	9,3	30,0	6,1
Maíz hojas	24,0	2,1	6,2	1,6
Rygrass	16,9	17,1	15,5	10,3
King grass	27,4	8,9	28,1	13,7

Fuente: Caicedo, 2013

2.1.12. Digestibilidad de forrajes:

La digestibilidad es afectada por diversos factores, siendo la fibra cruda el principal componente que afecta negativamente la digestibilidad de un insumo o dieta. La edad de corte del pasto influye de manera notable pues a mayor edad del pasto, aumenta la pared celular y disminuye el contenido celular, volviéndose menos digestible, además el bajo contenido celular del forraje también puede afectar el aprovechamiento del mismo. El extracto libre de nitrógeno consiste principalmente en carbohidratos solubles, además de vitaminas y otros compuestos orgánicos solubles en nitrógeno; que están inversamente relacionados con la cantidad de fibra presente en los forrajes, dado que a medida que esta aumenta, los carbohidratos solubles irán en descenso e influirá en la digestibilidad de los forrajes (Apraéz, 2002).

Por otro lado, a medida que maduran las leguminosas tropicales suele producirse una reducción en el porcentaje de proteína cruda de la

planta que va asociada con la disminución de la digestibilidad de la proteína (Skerman et al., 1991).

Un creciente aumento del contenido de la pared celular con la madurez debido a que la proteína cruda y pared celular interactúan en forma inversa (Keys, 1970).

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

2.1.13. Ensayo de Digestibilidad:

La medición de la digestibilidad, en general consiste en proporcionar a un animal cantidades predeterminadas de un alimento de composición conocida, para así medir y analizar las heces (Lata, 2011).

Debe haber un período preliminar cuando el animal se alimenta con la dieta experimental para acostumbrarse y eliminar del tracto digestivo cualquier resto de alimentos precedentes (Cañas, 1995).

Se le suministra a cada animal un alimento uniforme y cuidadosamente pesado, de la misma manera se pesan y toman muestras de la parte rechazada por el animal, y se recogen las heces (Church, 1974).

El método de colección total de heces es el más confiable para medir la digestibilidad, ya que involucra directamente factores tanto del alimento como del animal (Lata, 2011).

Esto se hace por un periodo de tiempo determinado y una vez que el animal está acostumbrado a la dieta se recogen las heces. Además, se debe proporcionar agua ad libitum durante todo el proceso (Cañas, 1998).

Las jaulas usadas para el método in vivo, llamadas jaulas de digestibilidad, tiene como objetivo disminuir el movimiento del animal, estas además deben tener piso ranurado, para evitar el exceso de humedad y poder recoger las heces fecales (Cañas,1995).

En los experimentos de digestibilidad el alimento en estudio se administra a los animales en cantidades conocidas, determinándose la excreción fecal. Se emplean varios animales debido, en primer lugar, a que los animales, aunque sean de la misma, edad y sexo, presentan pequeñas diferencias en su capacidad digestiva y, en segundo lugar, porque las repeticiones permiten detectar los posibles errores en las determinaciones (Mc Donald et al., 2002).

Se recomienda mantener una ingestión diaria de alimento constante a fin de reducir al mínimo la variación día a día de la excreción fecal. El tiempo necesario para que los residuos de alimento atraviesen el conducto gastrointestinal es de 1 a 2 días o menos en el caso de la mayoría de los no rumiantes. Por tanto, es necesario un periodo preliminar de 3 a 10 días para limpiar el conducto gastrointestinal de residuos de alimento ingeridos antes de la prueba y permitir que el animal se adapte a la nueva dieta. Luego del período preliminar de adaptación viene un periodo de recolección de 4 a 10 días (Church et al., 2002).

El ensayo debe hacerse con al menos tres repeticiones y se toma el promedio de todas las mediciones para contrarrestar la variación normal existente entre animales. Se lleva un registro diario de consumo y de las heces, que deben ser recolectadas en un 100% (Cañas, 1998).

Para la obtención de los coeficientes de digestibilidad se aplica, para cada nutriente, la siguiente fórmula:

$$\text{CD (\%)} = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente en las heces}}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

2.1.14. Fundamentos y factores que afectan la digestibilidad:

La escogencia o selección de un forraje o alimento para cuyes, que pueda suplir adecuadamente sus necesidades nutricionales, depende no sólo del conocimiento que se tenga de su composición química, de su disponibilidad en el medio y palatabilidad, sino además del grado de aprovechamiento que el animal tenga del alimento, es decir de su digestibilidad (Caycedo, 2000).

De la ingesta total, una parte del alimento no es absorbido, sino que atraviesa el tracto digestivo sin ser utilizado, por lo que aparece en las heces. Como las sustancias no digeridas no son asimiladas por el organismo, constituyen una pérdida de nutrientes (Cañas, 1998).

Los métodos modernos de análisis de alimentos persiguen diferenciar las fracciones correspondientes a la pared celular y al contenido celular. Este último, se digiere casi totalmente (es decir, su digestibilidad real es igual al 100%), aunque la digestibilidad aparente resulta 10-15% más baja, debido a la excreción de productos metabólicos en el intestino. La digestibilidad de las paredes celulares es mucho más variable ya que depende del grado de lignificación, que en términos químicos se expresa por el contenido en lignina de la fibra ácido detergente (Mc Donald, 2002).

La digestibilidad de los alimentos también puede reducirse como consecuencia de las deficiencias o excesos de nutrientes u otros componentes. Por ejemplo, los componentes que se unen a las proteínas y aminoácidos como los taninos, reducen su digestibilidad (Mc Donald, 2002).

Cuadro N° 5: Valores de digestibilidad aparente de diferentes alimentos en el cuy

Alimentos	% Digestibilidad						Autor
	MS	PC	FC	EE	ELN	CNZ	
Kudzú	-	61.86	26.52	23.91	73.8	-	Chauca et al. (1978)
Afrechillo	61.17	78.13	60.11	33.24	92.84	-	Ninanya (1991)
Heno de Alfalfa	59.82	58.98	40.71	23.36	78.89	-	
Hoja de Camote	74.08	72.07	59.4	70.85	81.39	-	Saravia et al. (1992)
Maiz Chala	50.19	62.58	46.91	45.78	43.35	-	
Alfalfa	60.67	64.96	32.27	40.92	75.14	-	
Panca de Maiz	28.2	47.1	6.1	55.8	35.3	22.2	Caballero (1992)
Hoja de Morera	69.4	75.55	81.68	21.5	86.82	13.71	Zevallos (1994)

Fuente: Peña, 2019

2.1.15. Nutrientes Digestibles Totales (NDT)

Es la suma de la proteína digestible, carbohidratos no estructurales digestibles, FDN digestible y 2,25 veces el contenido de grasa o EE digestible (Meléndez, 2015).

El total de nutrientes digestibles (TND), como unidad de expresión del contenido energético de los alimentos, constituye una medida aproximada de la digestibilidad y cuando su valor es conocido otras expresiones de energía pueden ser calculadas mediante el uso de ecuaciones apropiadas (Posada et al., 2012).

Se parte del cálculo de los nutrientes digestibles (PCD, GD, FCD y ENND), se establece el alimento consumido y el excretado aparte de la composición química del alimento y de las heces en base seca, seguidamente se determina el cálculo de los coeficientes de digestibilidad aparente para cada uno de los nutrientes. Una vez obtenidos estos valores se puede calcular los nutrientes Digestibles Totales (NDT) con la siguiente fórmula:

$$\%NDT = \%PCD + \%FCD + \%ENND + 2.25 (\%EED)$$

2.1.16. Sistema Proximal

El sistema proximal para el análisis ordinario de los piensos se diseñó a mediados del siglo XIX en la estación experimental de Weende, en Alemania. Se creó para obtener una clasificación muy amplia y con un nivel máximo de los componentes de alimentos. El sistema consiste en la determinación analítica del agua (humedad), las cenizas, las grasas brutas (extracción con éter), las proteínas brutas y la fibra bruta. El extracto libre de nitrógeno (ELN), que representa más o menos los azúcares y almidones, se calcula por la diferencia en lugar de medirlo mediante análisis. Aunque algunos de los métodos utilizados tradicionalmente en el sistema proximal de análisis no se recomiendan para la preparación de bases de datos de composición de alimentos (por ejemplo, la fibra bruta), es conveniente examinar los conceptos aplicados, puesto que son los que han predominado en las opiniones sobre la composición de alimentos y su análisis. Este sistema se creó en un momento en el que sólo se conocía en parte la química de la mayoría de los componentes de los alimentos. El desarrollo de las ciencias de la nutrición ha demostrado que para los estudios nutricionales se necesita un enfoque más detallado y con una orientación más bioquímica con respecto al análisis de los alimentos. No obstante, el análisis proximal, incluidos los métodos originales, sigue constituyendo la base del análisis de los piensos y de los alimentos con fines legislativos en muchos países. Muchas personas consideran que el término «proximal» y el concepto al que denomina son útiles para representar los componentes principales que forman los alimentos; los métodos analíticos reales se independizan posteriormente. Otros opinan que la definición de “proximal” se basa en los métodos originales prescritos y que la sustitución de dichos métodos, por ejemplo, la fibra dietética en lugar de la fibra bruta, invalida la utilización del término (Segura et al., 2007).

2.1.17. Análisis proximal

El análisis proximal, también conocido como análisis de alimentos básicos o inmediatos, no es más que la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente relacionadas. Es un conjunto de métodos que determinan la composición en términos nutricionales un alimento, también se le conoce con el nombre de Weende. Se refiere al contenido de nutrientes de un alimento. Se denomina proximal porque no determina sustancias químicamente definibles, sino que asocia combinaciones orgánicas que responden a determinadas reacciones analíticas, por ellos se habla de grupos nutritivos que son:

- Materia seca (MS)
- Extracto etéreo (EE)
- Proteína cruda (PC)
- Cenizas (CZS)
- Fibra cruda (FC) (Segura et al., 2007)

A) Agua

El agua es la parte líquida del alimento y se obtiene al someter una muestra del alimento a desecación hasta peso constante, en una estufa a presión atmosférica y temperatura ligeramente superior a la ebullición del agua. Se expresa en por ciento. (Gonzales et al., 2015).

B) Materia Seca

La materia seca es la fracción que queda de una muestra de alimento después de eliminarle toda el agua que posee en forma de humedad y se expresa en por ciento.

Se obtiene restando de 100 el por ciento de agua. Estas dos fracciones se logran en el laboratorio de forma simultánea y guardan relación con el valor nutritivo de los alimentos, así como son importantes en el momento de su almacenamiento (Gonzales et al., 2015).

$$\%MS = \frac{(\text{Peso Inicial} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Inicial}}$$

Desde el punto de vista del valor nutritivo, el contenido de agua de un alimento es inversamente proporcional al mismo, de modo, que si aumenta el contenido de agua disminuye el valor nutritivo de este y viceversa. En tanto que el contenido de materia seca está en relación directamente proporcional con el valor nutritivo del alimento. De esta forma la determinación del agua y materia seca, nos dan una información del mayor o menor valor nutritivo de los alimentos (Gonzales et al., 2015).

C) Proteína cruda

Se considera proteína cruda a todas las sustancias que contiene el alimento y que poseen nitrógeno, sean o no de naturaleza proteica, se exceptúa el nitrógeno que está en forma de nitritos y nitratos debido a que este no se obtienen en el análisis que se realiza por la clásica técnica del Kjeldahl, de modo que en la proteína bruta se comprenden las proteínas como tales, aminoácidos, aminas, glucósidos nitrogenados, glucolípidos y ciertas vitaminas del complejo B que contienen nitrógeno (Gonzales et al., 2015).

Para su determinación en el laboratorio se hace una digestión del alimento con ácido sulfúrico concentrado, mediante la cual se convierte en amoniaco todo el nitrógeno del alimento con la excepción ya mencionada, al producto de la digestión se le trata con hidróxido de sodio y luego de destilarlo se valora con un ácido estándar. La cantidad de nitrógeno que se obtiene se multiplica por la constante matemática 6,25 nos da la cantidad de proteína bruta que posee el alimento y se expresa en por ciento. Esta constante matemática proviene de dividir 100 entre 16 que es el por ciento de nitrógeno que existe en la molécula de proteína (Gonzales et al., 2015).

$$\%PC (MS) = \% PC (MF) \times \frac{MS}{100}$$

D) Extracto etéreo

Con el término de grasa bruta se denomina a todas aquellas sustancias que se diluyen en disolventes orgánicos como el éter, bencol, cloroformo, etc.

Se obtiene al someter la muestra del alimento a una extracción continua durante varias horas y evaporando luego el disolvente. En el residuo que queda se encuentran no solo las grasas verdaderas, sino también otras sustancias que no son grasas como tales, como son las ceras, ácidos orgánicos, alcoholes y diversos pigmentos, razón por la cual se le llama grasa bruta y se expresa en por ciento.

$$\% \text{ EE} = \frac{\text{Peso del matraz con grasa} - \text{Peso del matraz sin grasa}}{\text{Peso de la muestra en gramos}} \times 100$$

E) Fibra cruda

La fibra bruta es el residuo insoluble que queda de una muestra de alimento, después de una sucesiva y prolongada ebullición con ácidos y álcalis diluidos y a la cual se le resta el peso de la ceniza. Químicamente, representa una mezcla de celulosa—pentosamas lignina — cutina, que se diferencian por su contenido en carbono, siendo de un 44% para la celulosa y las pentosamas, de un 5,5 al 60 % para la lignina y de 68 a 70 % en la cutina.

Debido a la poca solubilidad de estos compuestos, la fibra presenta generalmente una baja digestibilidad, la cual puede variar con arreglo a ciertos factores, entre los cuales está la especie animal, ya que las especies mono gástricas la aprovechan muy poco en tanto que en especies poligástricas su utilización es muy significativa, la cual se ve favorecida por el proceso de fermentación a que la someten los microorganismos del rumen.

En los alimentos voluminosos como los pastos, forrajes, henos, etc. que se utilizan normalmente en la alimentación de las especies rumiantes, su digestibilidad y utilización por el organismo está estrechamente ligado al grado de lignificación que posea la fibra, esta, en la medida que las plantas

crecen y envejecen va aumentando su contenido en lignina lo que la hace cada vez menos digestible y de ahí la importancia que tiene suministrar a los animales estos alimentos en el momento óptimo, que es cuando sus células aún no están lignificadas o lo están en un grado muy bajo (Gonzales et al., 2015).

$$\%FC = \frac{(P1M - P2M) - (P1B - P2B)}{\text{Gramos de la muestra}} \times 100$$

Donde

P1M: Peso en gramos del crisol + asbestos + muestra sin calcinar

P2M: Peso en gramos del crisol + asbestos + muestra calcinada

P1B: Peso en gramos del crisol + asbestos sin calcinar del blanco

P2B: Peso en gramos del crisol + asbestos calcinados del blanco

F) Cenizas

La ceniza es la fracción del alimento que representa a los minerales. Se obtiene por incineración de una muestra de peso conocido a temperatura de 500° C en la mufla hasta que todo el carbono ha desaparecido, se considera que el residuo que queda que es la ceniza que comprende a las sustancias inorgánicas del alimento, pero en realidad puede contener material de origen orgánico como el azufre y el fósforo de las proteínas en tanto que durante la combustión pueden desaparecer sustancias volátiles en forma de sodio, potasio, cloro y otros, también minerales (Gonzales et al., 2015).

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(P - p) \times 100}{M}$$

En donde:

P = Masa del crisol con las cenizas en gramos.

p = Masa de crisol vacío en gramos.

M = Masa de la muestra en gramos.

G) Extracto libre de nitrógeno

Con el término de extracto libre de nitrógeno se designa a un grupo de sustancias orgánicas diferentes en cuya composición no figura el nitrógeno.

Esta fracción es materialmente imposible de obtener en el laboratorio ya que representa una mezcla de sustancias que se disuelven en las soluciones ácidos y alcalinas cuando se aplica la técnica de determinación de fibra bruta, por lo que no se puede aislar analíticamente, pero a través de un cálculo matemático sencillo, sumando las cantidades de (proteína bruta + grasa bruta + fibra bruta + ceniza) y el resultado se resta de 100, está representada su diferencia por el extracto libre de nitrógeno.

Esto implica que su determinación arrastra los errores cometidos en la determinación de las otras fracciones. ELN pretende ser un estimador de la suma de almidón, azúcares solubles y otros compuestos todos digestibles para el animal, aunque incluye celulosa, hemicelulosa y lignina (Gonzales et al., 2015).

$$\text{ELN} = 100 - (\%PB + \%FB + \%EE + \%C)$$

Donde:

PB = proteína bruta

FB = fibra bruta

EE = extracto etéreo

C = cenizas

La mayor crítica al método de Weende es la gran imprecisión en la determinación de las fracciones FB y ELN.

El propósito principal de un análisis proximal es determinar, en un alimento, el contenido de humedad, grasa, proteína y cenizas.

Estos procedimientos químicos revelan también el valor nutritivo de un producto y como puede ser combinado de la mejor forma con otras materias primas para alcanzar el nivel deseado de los distintos componentes de una dieta. Es también un excelente procedimiento para realizar control de

calidad y determinar si los productos terminados alcanzan los estándares establecidos por los productores y consumidores (Gonzales et al., 2015).

Muestreo y preparación de muestras:

Muestreo:

- Representativo
- Sólido (molienda y tamizado)
- Líquido (agitación)
- Descomposición

A) Humedad:

La mayoría de los métodos para la determinación del contenido de agua en los alimentos se basan en la medición de la pérdida de peso debido a la evaporación de agua a la temperatura de ebullición o cerca de ella.

La temperatura empleada varía desde 70°C para alimentos que tengan una proporción elevada de azúcar y hasta 110°C (necesaria para eliminar el agua combinada o absorbida) para otro tipo de alimentos (Gonzales et al., 2015).

$$\text{Humedad} = \frac{P_i - P_{uf}}{P_i} \times 100$$

Donde:

P_i = Muestra inicial de la muestra en g.

P_f = Muestra final de la muestra en g.

2.1.19. Generalidades del cuy

A) Aspectos fisiológicos del cuy:

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática, y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana, su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post- gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego, estos microorganismos permiten un buen aprovechamiento de la fibra existente en el alimento.

Realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego. Sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas (Chauca, 1997).

B) Nutrición del cuy:

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

El cuy es una especie herbívora por excelencia. Siempre muestra su preferencia por el forraje. Es bueno suministrar forraje de gramíneas en combinación con las leguminosas, ya que las gramíneas tienen menor valor nutritivo. Los forrajes más utilizados en la alimentación de cuyes en la costa del Perú son la alfalfa, la chala de maíz, el pasto elefante y existen otras. En la región andina se utiliza alfalfa, rye grass, trébol, entre otros (Chauca, 1997).

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

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

Cuadro Nº 6: Contenido de nutrientes recomendados por el NRC para la alimentación de cuyes en crecimiento (base fresca)

NUTRIENTES	CANTIDAD
Energía Digestible, Kcal/Kg	3000
Proteína %	18
Fibra %	10
Ácido graso insaturado %	< 1.0
Aminoácidos	
Arginina %	1.2
Histidina %	0.35
Lisina %	0.84
Metionina %	0.6
Vitaminas	
Vitamina A, UI/kg	1000
Vitamina D, UI/kg	7
Vitamina E, UI/kg	50
Vitamina C, mg/kg	200
Vitamina B12, mg/kg	10
Colina g/kg	1
Minerales	
Calcio %	0.8-1.0
Fósforo %	0.4-0.7
Cobre, mg/kg	6
Fierro, mg/kg	50
Selenio, mg/kg	0.1

Fuente: NRC, 1995

Proteínas:

La proteína es uno de los principales componentes de la mayoría de los tejidos del animal. 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 como por ejemplo el pelo de los cobayos (Revollo, 2009).

Al realizar un estudio sobre los requerimientos de proteína para los cuyes de acuerdo a las diferentes etapas fisiológicas, llegaron a la conclusión de

que en la fase de crecimiento requiere dietas con 13 a 16 % de proteína; mientras tanto para la fase de gestación se necesita de un 18 % y para la etapa de lactancia del 18 al 22 % de proteína (Rico y Rivas, 2003).

Energía:

Autores reportan que la energía es requerida dentro de la dieta como fuente de combustible para mantener las funciones vitales del cuerpo, mantenimiento, crecimiento y producción. 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. La necesidad de energía es importante para el cuy y varía con la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental. Algunas investigaciones concluyen que el contenido de energía de la dieta afecta el consumo de alimento; observando que los animales tienden a un mayor consumo de alimento a medida que se reduce el nivel de energía en la dieta (Rico y Rivas, 2003).

Fibra:

La fibra 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. 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% (Revollo, 2009).

Autores establecieron que los requerimientos de fibra cruda para la etapa de crecimiento son del 10 %, para la etapa de gestación es de 8 a 18 % y para la etapa de lactancia puede variar también de 8 a 18 % (Rico y Rivas, 2003).

Minerales y vitaminas:

El organismo del cuy al igual que el de otros animales, necesita poca cantidad de vitaminas y minerales para poder subsistir, pero su ingestión debe ser continua y en proporciones ajustadas a los requerimientos, pues su deficiencia puede provocar serias alteraciones y en algunos casos la muerte del animal. Una ración puede contener una elevada cantidad de vitaminas, pero al faltar solo una ocasionaría deficiencia en el organismo del animal con graves repercusiones. Es importante anotar que en una explotación de cuyes es necesario que exista un control en la administración correcta de vitaminas y minerales en la ración. Para ello se debe administrar un pasto adecuado, más un sobre alimento acorde con las necesidades del cuy (Castro, 2009).

Mucho se ha hablado de las vitaminas y los investigadores coinciden en que las vitaminas son compuestos indispensables para la vida del animal, aunque se requieren en cantidades pequeñas, éstas cumplen funciones importantes en el organismo. Los requerimientos de vitaminas en las diferentes etapas de la vida del cuy son similares; así para el crecimiento, reproducción, engorde y lactancia, las necesidades varían. La ventaja en la explotación de este roedor radica en que el 90 % de la alimentación, está basada en pastos y forraje, siendo estos especialmente ricos en estos elementos, lo que disminuye las deficiencias de vitaminas (Mazo, 2013).

Agua

El agua está entre los elementos más importantes que se debe considerar en la alimentación, se encuentra constituyendo del 60 al 70% del organismo del animal, es el principal vehículo de los elementos nutritivos y el oxígeno, el animal la obtiene de acuerdo a su necesidad de tres fuentes: agua de bebida, agua en los alimentos, y la tercera es el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos (Cadena, 2000).

Son varios 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. Cumple las funciones de transporte de nutrientes y desechos, procesos metabólicos, producción de leche y termorregulación. - 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. - 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 (Chauca, 2009).

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1. Antecedentes internacionales

En Ecuador, en la investigación titulada “Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador” se ejecutó en la Finca Experimental “La María”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el kilómetro 7 1/2 de la Vía Quevedo-El Empalme, provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica de 01° 06’ 13” de latitud sur y 79° 29’ 22” de longitud oeste y a una altura de 73 msnm. La investigación tuvo una duración de 56 días. Los objetivos fueron: a) Determinar el incremento de peso en el engorde de cuyes a base de gramíneas tropicales. b) Determinar el incremento de peso en el engorde de cuyes a base de forrajeras arbustivas tropicales. c) Determinar la rentabilidad de los tratamientos. Se utilizaron 48 cuyes machos de 30 días de edad con un peso promedio de 411,11 g. La unidad experimental estuvo conformada por dos animales. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones. Para determinar diferencias entre medias

de tratamiento se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$). Se evaluó el consumo de forraje (g), consumo de alimento (g), peso vivo (g), ganancia de peso (g), conversión alimenticia, peso a la canal (g) y el rendimiento a la canal (%). La rentabilidad se determinó mediante la relación beneficio costo. El mayor consumo de forraje ($P < 0,01$) lo registro el pasto saboya y la morera (42,49 y 36,46 g MS animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente). El suministro de morera permitió incrementar ($P < 0,01$) el peso vivo (915,70 g); la ganancia de peso (9,06 g animal⁻¹ día⁻¹); conversión alimenticia más eficiente (4,24); peso a la canal, rendimiento a la canal y la rentabilidad (639,83 g; 69,87% y 61,64%, respectivamente). El uso de la cucarda en el engorde de cuyes mejorados afecta significativamente los principales índices productivos de esta especie (Meza et al., 2014).

En México en el trabajo de investigación “Follaje de morera blanca (*Morus alba*) como suplemento alimenticio para terneros en crecimiento” tuvieron como evaluar el consumo de alimento y el aumento de peso en terneros alimentados con un bloque nutricional hecho de morera blanca (*Morus alba*) por un período de 90 días, que incluye meses de la estación seca (marzomayo) en Tuxpan, Veracruz, México. Un total de 45 terneros en crecimiento Cebú × Suizo con un peso promedio de 200 kg fueron asignados al azar en tres grupos de 15 animales, y se ofrecieron los siguientes tratamientos de bloque nutricional a cada grupo: animales de pastoreo (T0), animales de pastoreo más bloqueo nutritivo con morera blanca (T1) y animales de pastoreo más bloque nutritivo sin morera blanca (T2). Un consumo de 0.545 kg / d del bloque en el tratamiento se observó T1, mejorando significativamente el crecimiento de terneros y mostrando un aumento de peso de 0.933 kg / d. El uso de la morera blanca en bloques nutricionales es una buena alternativa para el ternero en crecimiento, como una estrategia de alimentación dada la estacionalidad de la producción de pastos tropicales (Amalia Cabrera Núñez et al., 2016).

En Costa Rica, en el trabajo “Utilización de la Morera en sistemas de producción animal” se evaluó bovinos donde se han obtenido ganancias de peso biológicamente atractivas al utilizar el follaje Morera como

suplemento. En el trópico húmedo de Turrialba con vaquillas de reemplazo Jersey x Criollo en pastoreo y suplementadas con Morera, la ganancia de peso fue superior (610 g/an/día) a la observada al suplementar con concentrado (410 g/an/día). En cabras lecheras, Rojas y Benavides encontraron incrementos de leche de 2,0 a 2,5 kg/an/día cuando la suplementación con Morera pasó del 1,0 al 2,6% del PV en base seca, con ligeros incrementos en los contenidos de grasa, proteína y sólidos totales de la leche. Con corderos alimentados con una dieta base de King-grass, se reportan ganancias de peso de 60, 75, 85 y 101 g/an/día cuando se suplementan con Morera a razón del 0; 0,5; 1,0; y 1,5% del PV en base seca (Benavides, 1988).

En Costa Rica, en el trabajo de investigación “Morera (*Morus sp.*) en asocio con poró (*Erythrina poeppigiana*) y como suplemento para vacas lecheras en pastoreo” al comparar el follaje de Morera con el concentrado, como suplemento a vacas en pastoreo, obtuvo un nivel de producción de leche similar (13,2 y 13,6 kg/an/día, respectivamente) para cada suplemento a iguales niveles de consumo de MS (1,0% del PV) y muy superior al obtenido con sólo pastoreo (11,3 kg/an/día). El uso de Morera en la dieta no afectó el contenido de grasa, proteína y sólidos totales de la leche, pero si mejoró el beneficio neto en comparación con el concentrado (Benavides, 1998).

Cuadro Nº 7: Relación concentrado/Morera

Relación concentrado/Morera			
Parámetro	100/0	60/40	25/75
Leche (kg/d)	14,2	13,2	13,8
Consumo (kg MS/d)			
Concentrado	6,4	4,2	1,9
. Morera	0	2,8	5,5
. Pasto	9,3	7,8	6,2
. Total	15,7	14,8	13,6

Fuente: Benavides, 1998

En Venezuela en el estudio “Digestibilidad de Nutrientes del Follaje de Morera (*Morus alba*) en Conejos de Engorde”, se realizó un experimento

con 36 conejos Nueva Zelanda x California en crecimiento (peso vivo promedio = 975 ± 225 g) para determinar la digestibilidad aparente de nutrientes en follaje de morera (*Morus alba*), se utilizaron los métodos de sustitución del ingrediente de prueba en una mezcla basal y directo. Los animales se distribuyeron de acuerdo con un diseño experimental completamente aleatorizado en 12 repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron: T1 = dieta basal, T2 = inclusión de 30% de follaje de morera en la dieta y T3 = follaje de morera. El período experimental duró 11 días (7 de acostumbramiento y 4 de colección). La digestibilidad de la materia seca (DMS = $64,85 \pm 10,79$; $62,55 \pm 13,51$ y $61,65 \pm 10,83\%$), materia orgánica (DMO = $65,75 \pm 10,69$; $64,19 \pm 13,14$ y $63,94 \pm 10,41\%$) energía (DE = $64,61 \pm 11,05$; $62,26 \pm 14,67$ y $55,68 \pm 12,82\%$), fibra detergente neutro (DFDN = $54,80 \pm 14,09$; $49,92 \pm 17,15$ y $58,96 \pm 11,05\%$) y fibra detergente ácido (DFDA = $47,40 \pm 8,71$; $42,74 \pm 8,70$ y $48,68 \pm 12,71$ %) para T1, T2 y T3 respectivamente, no presentaron diferencias ($P > 0,05$) entre dietas. La digestibilidad de la fibra cruda (DFC) fue mayor ($P < 0,05$) en la dieta constituida por morera ($43,32 \pm 2,02$; $41,99 \pm 15,78$ y $67,90 \pm 8,14\%$ para T1, T2 y T3) y la digestibilidad aparente de la proteína cruda (DPC) fue mayor ($P < 0,05$) en la dieta basal ($81,53 \pm 5,82$; $70,20 \pm 11,13$ y $65,07 \pm 9,47\%$ para T1, T2 y T3). El contenido de energía digestible (ED) estimado para follaje de morera fue $2328,60 \pm 501,93$ kcal/kg y de proteína digestible (PD) fue $136,7 \pm 21,4$ g/kg MS. Los valores de ED y PD determinados por ambos métodos fueron similares. El follaje de morera presentó elevado valor nutricional y puede constituir un excelente ingrediente dietético para conejos (Nieves et al., 2006)

En México, en el trabajo “Valor nutricional de la semilla de *Mucuna* spp. como complemento dietario en animales no rumiantes y rumiantes”, dentro de la industria pecuaria, el diseño de dietas adecuadas para la productividad y salud de los animales es esencial. Para lo anterior, comúnmente se emplean raciones que combinan alimentos de volumen (aporte de fibra) y alimentos concentrados como los cereales (aporte energético), leguminosas (aporte proteico) y concentrados minerales. *Mucuna* spp., es una leguminosa tropical cuyas características

nutricionales, para el área pecuaria, han sido subaprovechadas. La semilla de mucuna posee características nutricias de importancia para el sector pecuario tales como: 1) concentración (base seca) de proteína cruda y energía de 20 al 30 % y de 15.7 a 24.7 MJ kg⁻¹, respectivamente, 2) presencia de ácidos grasos insaturados, y 3) concentración de antinutrientes similares a otras leguminosas dentro de los cuales la concentración de la L-3,4 dihidroxifenilalanina (L-DOPA,) puede ser fácilmente reducida hasta no provocar efectos adversos en el crecimiento y desarrollo animal. Adicionalmente, la semilla de mucuna es un alimento económicamente ventajoso, ya que se considera como residuo de otras prácticas agrícolas. El propósito de este trabajo es presentar una revisión de la información disponible respecto a la concentración de componentes nutricionales presentes en la semilla de *Mucuna* spp. de interés para sistemas de producción y crianza animal (Barriada, 2018).

En Colombia, en la investigación, “Composición y Factores Antinutricionales de las semillas del Género *Mucuna*”, en los países tropicales y del tercer mundo, se ha enfocado un interés arrollador en explorar las proteínas subutilizadas de las leguminosas debido a una escasez aguda de alimentos ricos en proteína, ocasionada por la explosión demográfica y por los altos costos de la proteína animal. Las leguminosas del género *Mucuna* son de gran interés debido al elevado valor nutricional y su bajo costo. Aunque esta legumbre es subutilizada, tiene una demanda alta como producto vegetal con alto valor nutraceútico en industrias de alimentos y farmacéuticas. Por su alto contenido nutricional, las semillas se utilizan en la elaboración de concentrados para la alimentación animal a pequeña escala, y la sustancia química que contiene, la L-Dopa, se usa en medicina para reducir los síntomas de la enfermedad de Parkinson. Esta revisión ha permitido reconocer el alto valor nutricional del género *Mucuna* al ser comparado con otras leguminosas. La composición de aminoácidos de estas semillas es superior a los valores recomendados; y la digestibilidad de la proteína in vitro presenta un nivel mayor comparado otras especies. La presencia de factores antinutricionales no es un problema para el consumo de estas semillas, una vez sean sometidas a

un proceso adecuado. En vista de su composición química y nutricional, las semillas de estas leguminosas pueden ser exploradas como una fuente de proteína alternativa que alivie la desnutrición proteico-calórica en niveles bajos de la población y como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados para animales (Chaparro et al., 2009).

2.2.2. Antecedentes Nacionales

En Perú, en la investigación “Determinación de la Digestibilidad y Energía Digestible del Forraje Seco de Mucuna (*stizolobium deeringianum*) en cuyes”, el experimento fue conducido en las instalaciones del Laboratorio de Evaluación Biológica de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y consistió en determinar los coeficientes de digestibilidad y la energía digestible del forraje seco de mucuna (*Stizolobium deeringianum*). Se usó el método indirecto, considerando como dieta basal el concentrado utilizado en la Granja de Cuyes de Cieneguilla. El experimento tuvo dos fases, una de adaptación y una de colección de heces, con una duración de 17 y 5 días respectivamente. Se utilizaron 10 cuyes machos adultos colocados de forma aleatoria en jaulas metabólicas. Cinco animales fueron alimentados con la dieta basal y los otros cinco fueron alimentados con la dieta experimental: 80% dieta basal y 20% forraje seco de mucuna. Los coeficientes de digestibilidad aparente obtenidos fueron de: 66.29% para materia seca, 66.13% para materia orgánica, 74.02% para proteína cruda, 52.44% para fibra cruda, 60.18% para el extracto etéreo, 78.22% para el extracto libre de nitrógeno y 73.33% para la ceniza. El valor de energía digestible determinado fue de 2.61 Kcal/g (Valenzuela, 2015).

Factores antinutricionales: Los mayores obstáculos para el uso masivo de la mucuna son los factores antinutricionales, sobre todo en la semilla. El frijol terciopelo (*Mucuna* spp.) ha sido desde hace años un buen cultivo de cobertura debido a su resistencia, a la gran cantidad de follaje que produce y a su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico; sin embargo, el grano contiene una alta cantidad de Levodopa (L-Dopa), sustancia tóxica para los animales y para el ser humano, hasta el punto de ser una fuente

comercial de la misma para tratar la enfermedad de Parkinson. El frijol mucuna posee los mismos factores antinutricionales de las demás leguminosas, como inhibidor de proteasa, inhibidor de amilasa, ácido fítico, taninos, ácido cianhídrico (HCN) y factores de flatulencia en cantidades similares. El problema es que también contiene L-Dopa (6.97% a 9.16%), sustancia que comparte con la Vicia faba (1.5%). Se le considera como principal sustancia tóxica a la L-Dopa, aminoácido fenólico considerado metabolito intermedio entre la tirosina y la dopamina (Buckles et al., 1998; citado por Campos, 2007), debido a su elevada concentración ya que puede ocasionar un estado de confusión mental, perturbaciones gastrointestinales, náuseas y vómitos (Valenzuela, 2015).

Cuadro N° 8: **Factores antinutricionales de diferentes especies de *Mucuna* (materia seca)**

Factores Antinutricionales	<i>Mucuna deeringiana</i>	<i>Mucuna pruriens</i>	<i>Mucuna conchinchinensis</i>	<i>Mucuna rajada</i>
Fenoles totales	4,34	7,75	6,53	6,23
Taninos	0,03	0,05	0,04	0,07
Inhibidores de tripsina (TIA) mg/g muestra	18,5	24,2	23,6	26,1
L-Dopa	3,87	4,99	6,11	5,35

Fuente: Adebowale et al., 2005

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del trabajo

a. Espacial

Se realizó en el FUNDO San Vicente Ferrer, distrito de Echarate ubicado a 950 msnm. El análisis químico para determinar la digestibilidad y nutrientes digestibles totales de las hojas de morera y mucuna se realizó en el laboratorio de Nutrición de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Católica de Santa María.

b. Temporal

Se realizó de abril a setiembre del 2019

3.1.2. Materiales biológicos

Se utilizaron 10 cuyes machos provenientes de la zona (mercado), de aproximadamente 2 meses de edad y con un peso promedio de 650 g. Los animales fueron distribuidos al azar individualmente en cada jaula metabólica. Se formaron dos grupos de 5 animales cada uno. Un grupo recibió el forraje de morera y el otro el forraje de mucuna.

3.1.3. Materiales de laboratorio

A. Para determinación de proteína cruda.

Materiales:

- 12 Tubos de digestión micro Kjeldahl
- Muestras (forraje molido)
- 24 Perlas de vidrio
- Ácido sulfúrico al 98,2%
- Agua destilada.

- Pipetas.

Reactivos:

a. Digestión:

- Catalizador (sulfato de cobre penta hidratado 6,25% + Sulfato de potasio 93,75%)
- Ácido sulfúrico al 98,2%

b. Destilación:

- Ácido bórico al 4%
- Azul de metileno y rojo de metilo (indicador)
- Hidróxido de sodio al 40%

c. Titulación:

- Ácido clorhídrico al 0,25 N.

B. Para determinar de Extracto Etéreo.

Materiales:

- Muestra molida.
- Éter de petróleo
- Balanza de precisión.
- Dedales o cartuchos de celulosa.
- Pinzas.
- Guantes de látex.
- Pinza magnética para la manipulación de cartuchos.

Equipos:

- Equipo extractor de grasa.
- Balanza de precisión.

C. Para determinación de Fibra Cruda.

Materiales y equipos:

- Aparato de digestión
- Bolsas de filtración
- Selladora de bolsas
- Desecador.
- Extractor de fibra cruda
- Mufla eléctrica
- Estufa de desecación
- Bomba de vacío
- Desecador

Reactivos:

- Solución de ácido sulfúrico
- Solución indicadora de naranja de metilo
- Solución de hidróxido de sodio
- Solución indicadora de fenolftaleína

D. Para determinación de Cenizas

Materiales:

- Crisoles
- Desecador

Equipos:

- Horno mufla
- Balanza de precisión. (0.1mg)

E. Determinación de Materia Seca

Materiales:

- Balanza de precisión
- Estufa con termostatación a 65°C
- Bolsa de papel

Equipos:

- Estufa de aire forzado con termostatación a 65°C

- Estufa con termorregulación a 105°
- Molino de muestras

3.1.4. Materiales de campo

- Tijera de podar
- Balanza de onzas
- Cámara fotográfica
- Mandil
- Botas
- Cuaderno de apuntes

3.1.5. Equipos y maquinaria

Los animales experimentales fueron alojados individualmente en 10 jaulas metabólicas con área de 0.1200 m² cada una: 40 cm de largo por 30 cm de ancho y 30 cm de altura, cada una de las cuales contaba con un piso de malla de acero 3/8, bebederos de acero inoxidable tipo chupón de 500 ml de capacidad para los 10 cuyes ubicados en la parte externa de las jaulas y se conectaban con el interior a través de una manguera transparente.

3.2. Métodos

3.2.1. Muestreo

a. Universo

- Cuyes (machos) del Fundo San Vicente Ferrer, aptos para la experimentación con los forrajes de Morera (*Morus alba*) y Mucuna (*stizolobium Deringianum*) como alimento basal, Distrito de Echarati, Provincia de la Convención.

b. Tamaño de la muestra

- El 100% del universo

c. Procedimiento de muestreo

- Se escogió un grupo de 10 animales (machos), en perfectas condiciones de salud
- Se alimentó a 5 de ellos con forraje de morera y 5 con forraje de mucuna por 17 días
- Se pesó el alimento sobrante diario por animal
- Se pesó las heces diarias de cada animal
- Se mandó a laboratorio para evaluar la composición química de los forrajes, la digestibilidad y nutrientes digestibles totales (NDT).

3.2.2. Métodos de evaluación:

a. Metodología de experimentación

a.1. Identificación de los forrajes a experimentar

La identificación de los forrajes utilizados en la alimentación de cuyes, se hizo mediante investigaciones y encuestas a los criadores del distrito de Echarate, donde mencionaron el uso de morera (*Morus alba*) y mucuna (*Stizolobium deeringianun*) como uno de los principales alimentos forrajeros para estos animales, sin embargo, no se tenía idea del contenido nutricional, ni de su uso como alimento beneficiario para cuyes.

a.2. Recolección de forrajes:

Los forrajes fueron extraídos diariamente durante 17 días de parcelas de criadores o de fincas donde habían sido instalados años atrás. Se extrajo los forrajes en periodo de 50 % de floración donde los nutrientes son más aprovechados y pueden ser utilizados como forrajes.

a.3. Elaboración de jaulas metabólicas:

Para la recolección de muestras se crearon 10 jaulas metabólicas adaptadas con un área de 0.1200 m² cada una: 40 cm de largo por 30 cm de ancho y 30 cm de altura, cada una de las cuales contaba con un piso de malla de acero 3/8, bebederos de acero inoxidable tipo chupón de 500 ml de capacidad para los 10 cuyes ubicados en la parte externa de las jaulas y se conectaban con el interior a través de una manguera transparente.

a.4. Recolección de heces:

El experimento constó de dos periodos: un periodo de adaptación y un periodo de experimentación. En el primer periodo el objetivo fue acostumbrar a los cuyes al manejo, instalaciones, tipo de alimento y determinar el consumo diario promedio y el segundo para la recolección de datos exactos. Estas etapas tuvieron una duración de 17 días:

Periodo de adaptación: tuvo una duración de 10 días, donde los primeros 4 días se dividió a los animales en dos grupos de cinco, ubicándolos en dos pozas, se realizó un cambio gradual del alimento, suprimiendo poco a poco el consumo del forraje (pasto castilla) consumido antes del experimento, aumentando el nivel del forraje de Morera al grupo 1, y Mucuna al grupo 2 hasta conseguir una buena adaptación. En los 6 días siguientes se colocó a los animales en jaulas metabólicas cada uno, donde se proporcionó el forraje requerido a evaluar por cada grupo, un aproximado al 30 % de su peso vivo, donde se determinó el consumo voluntario de alimento mediante la diferencia del alimento ofrecido menos el residuo cada 24 horas.

Periodo de experimentación: tuvo una duración de 7 días, se registró el consumo exacto de los 10 animales. Se realizó la colección total de heces, utilizando las bandejas de malla de cada jaula metabólica. Las heces de cada animal fueron pesadas diariamente para su posterior análisis. La cantidad diaria de alimento ofrecido a cada animal fue del 25 % de su peso vivo por los 7 días, a las 9:00 am. Diariamente se suministró agua limpia y fresca Ad libitum en el contenedor para los bebederos. Para el pesaje del alimento y las heces se utilizó una balanza de onzas.

Se recolectaron las muestras en sobres manila a5 y se transportaron a la ciudad de Arequipa para el análisis respectivo.

Una vez terminado el experimento, los forrajes se pusieron en bolsas plásticas selladas, suprimiendo todo el aire y fueron colocados en una caja de tecnopor con hielos para mantenerlos durante el viaje a la ciudad de Arequipa y sean analizados en el laboratorio de Nutrición de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Católica de Santa María.

b. Recopilación de la información

En el campo

- Se proporcionó de manera objetiva y personalizada la dieta a cada unidad de estudio.

En el laboratorio

- Mediante el reporte de análisis de las heces

En la biblioteca

- Libros relacionados al tema investigado

c. En otros ambientes generadores de la información científica.

- Libros virtuales
- Páginas de internet
- Artículos científicos

3.2.4. Variables de respuesta

a. Variables independientes

- Morera
- Mucuna

b. Variables dependientes

- Composición química del alimento
- Consumo del alimento
- Digestibilidad de nutrientes del alimento
- Nutrientes digeribles totales

3.3. Evaluación Estadística:

3.3.1. Diseño Experimental

3.3.1.1. Unidades experimentales

- 10 cuyes de peso promedio 650 gr.

3.3.1.2. Diseño de tratamientos

- 05 cuyes con Morera (*Morus alba*)
- 05 cuyes con Mucuna (*Stizolobium deeringianum*)

Los resultados experimentales se analizaron en el software estadístico SPSS, en el que se realizaron la siguiente prueba:

- Prueba de T de student en la que se comparan 2 grupos

3.3.1.3. Distribución de tratamientos

- Se seleccionan 10 cuyes entre unidades en forma equitativa

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA N° 1
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA MATERIA SECA DE LOS
FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium*
***deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO,**
PERU

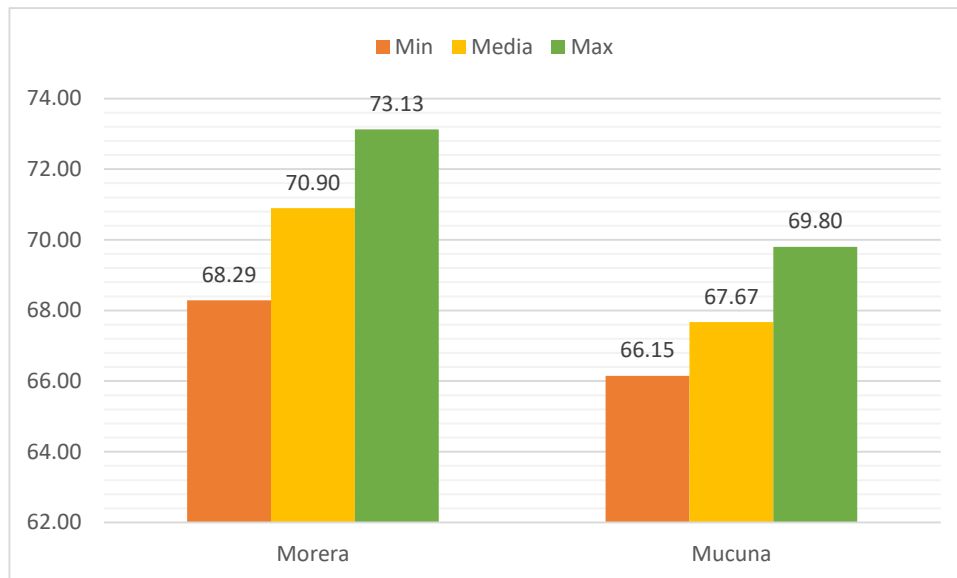
MS	Morera	Mucuna
Media	70,90 ^a	67,67 ^b
Desviación	2,27	1,65
Varianza	5,13	2,72
Máximo	73,13	69,80
Mínimo	68,29	66,15
TAMAÑO	5	5

t=2.58 P<0.05 P=0.03

La Tabla N°. 1 según la prueba de t de student (t=2.58) muestra que los coeficientes de digestibilidad para materia seca de los forrajes morera y mucuna presentan diferencia estadística significativa (P<0.05).

Asimismo, se observa que la digestibilidad promedio para materia seca de los cuyes alimentados con morera fue de 70.90, mientras que el promedio de materia seca en los cuyes alimentados con mucuna fue de 67.67.

GRÁFICO Nº 1
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA MATERIA SECA DE LOS
FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium*
***deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO,**
PERU



Fuente: elaboración propia

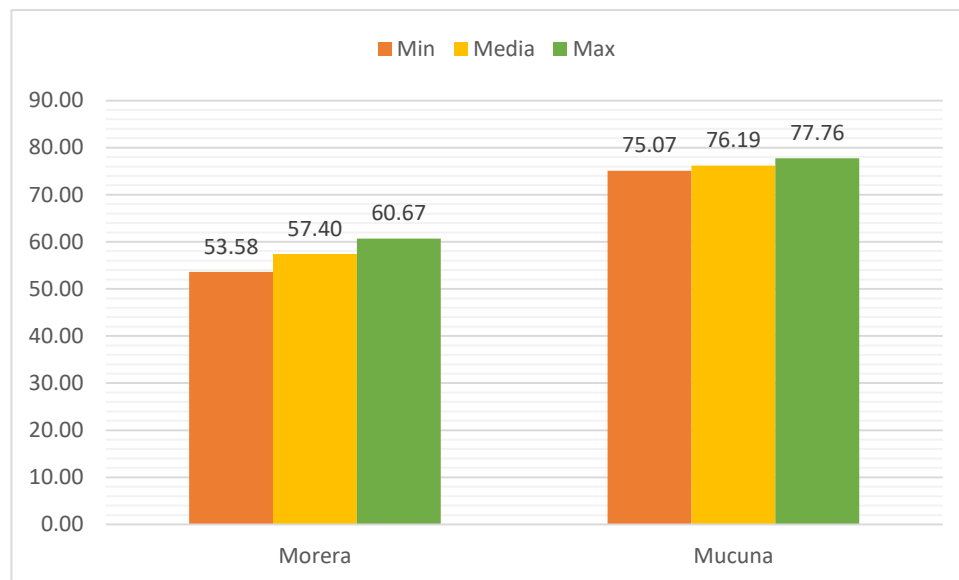
TABLA N° 2
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA PROTEÍNA CRUDA DE LOS
FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium*
***deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO,**
PERU

PC	Morera	Mucuna
Media	57,40 ^a	76,19 ^b
Desviación	3,32	1,22
Varianza	11,01	1,48
Máximo	60,67	77,76
Mínimo	53,58	75,07
TAMAÑO	5	5
	t=11,89	P<0.05
		P=0.00

La Tabla N°. 2 según la prueba de t de student (t=11,89) muestra que los coeficientes de digestibilidad para proteína cruda de los forrajes morera y mucuna presentan diferencia estadística significativa (P<0.05).

Asimismo, se observa que la digestibilidad promedio para proteína cruda de los cuyes alimentados con morera fue de 57.40%, mientras que el promedio de materia seca en los cuyes alimentados con mucuna fue de 76.19%.

GRÁFICO Nº 2
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA PROTEINA CRUDA DE LOS
FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium*
***deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO,**
PERU



Fuente: elaboración propia

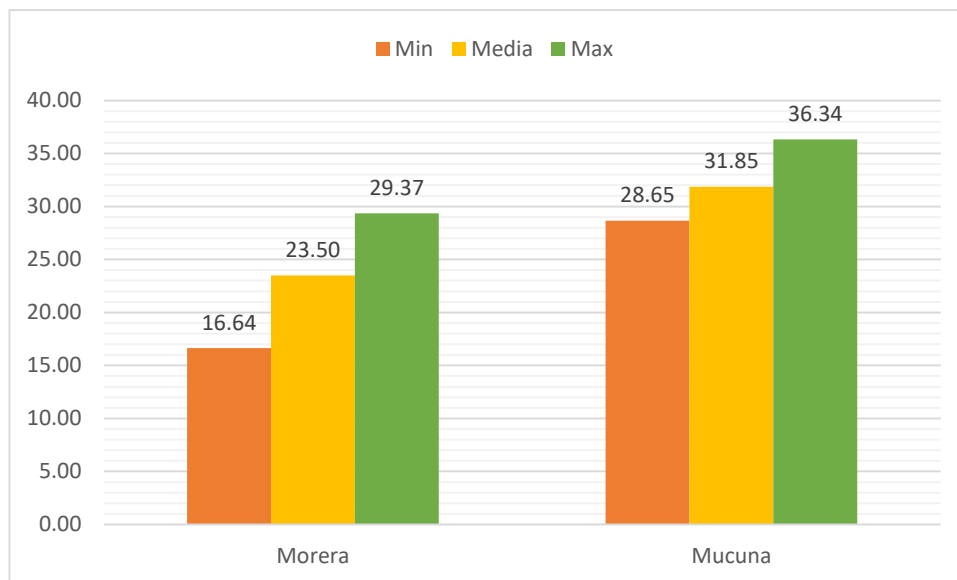
TABLA N° 3
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA EXTRACTO ETereo DE LOS
FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium*
***deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO,**
PERU

EE	Morera	Mucuna
Media	23,50 ^a	31,85 ^b
Desviación	5,96	3,47
Varianza	35,48	12,06
Máximo	29,37	36,34
Mínimo	16,64	28,65
TAMAÑO	5	5
	t=2.71	P<0.05
		P=0.03

La Tabla N°. 3 según la prueba de t de student (t=2.71) muestra que los coeficientes de digestibilidad para el extracto etéreo de los forrajes morera y mucuna presentan diferencia estadística significativa (P<0.05).

Asimismo, se observa que la digestibilidad promedio para extracto etéreo de los cuyes alimentados con morera fue de 23.50%, mientras que el promedio de extracto etéreo en los cuyes alimentados con mucuna fue de 31,85%.

GRÁFICO Nº 3
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA EXTRACTO ETÉREO DE LOS
FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium*
***deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO,**
PERU



Fuente: elaboración propia

TABLA Nº 4
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA CENIZAS DE LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU

CZS	Morera	Mucuna
Media	55,02 ^a	67,95 ^b
Desviación	3,50	1,63
Varianza	12,25	2,66
Máximo	58,47	70,06
Mínimo	50,99	66,45
TAMAÑO	5	5

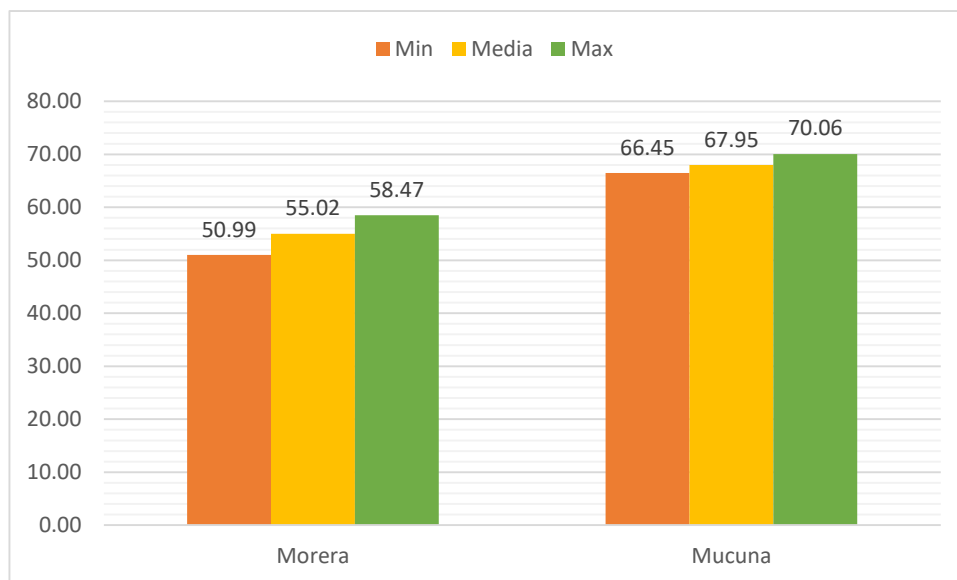
t=7.49 P<0.05 P=0.00

La Tabla Nº. 4 según la prueba de t de student (t=7.49) muestra que los coeficientes de digestibilidad para materias minerales o cenizas de los forrajes morera y mucuna presentan diferencia estadística significativa (P<0.05).

Asimismo, se observa que la digestibilidad promedio para materias minerales o cenizas de los cuyes alimentados con morera fue de 55,02%, mientras que el promedio de materias minerales o cenizas en los cuyes alimentados con mucuna fue de 67,95%.

GRÁFICO Nº 4

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA CENIZAS DE LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU



Fuente: elaboración propia

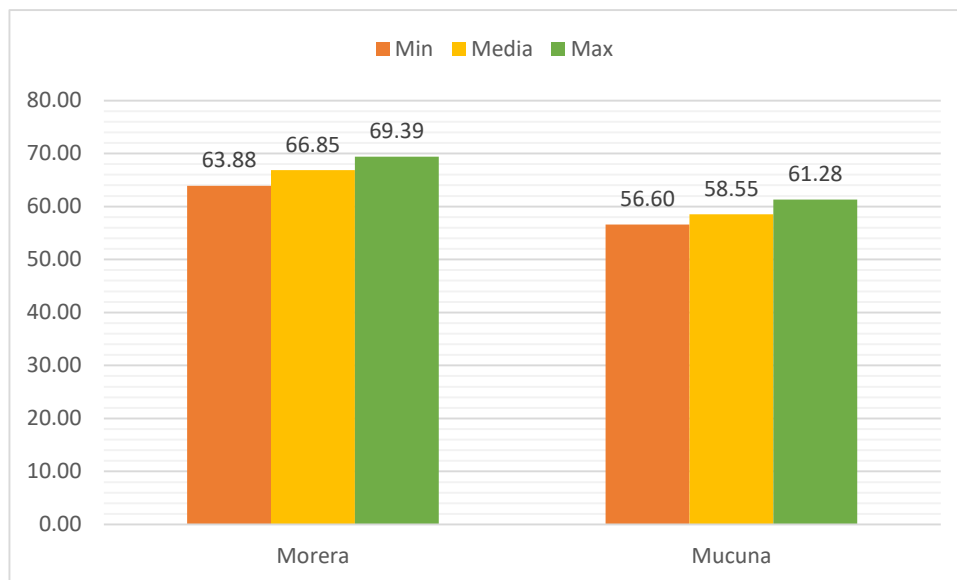
TABLA N° 5
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA FIBRA CRUDA DE LOS
FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium*
***deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO,**

PERU		
FC	Morera	Mucuna
Media	66,85 ^a	58,55 ^b
Desviación	2,58	2,11
Varianza	6,66	4,46
Máximo	69,39	61,28
Mínimo	63,88	56,60
TAMAÑO	5	5
t=5.57	P<0.05	P=0.00

La Tabla N°. 5 según la prueba de t de student (t=5.57) muestra que los coeficientes de digestibilidad para fibra cruda de los forrajes morera y mucuna presentan diferencia estadística significativa (P>0.05).

Asimismo, se observa que la digestibilidad promedio para fibra cruda de los cuyes alimentados con morera fue de 66.85%, mientras que el promedio de fibra cruda en los cuyes alimentados con mucuna fue de 58.55%.

GRÁFICO Nº 5
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA FIBRA CRUDA DE LOS
FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium*
***deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO,**
PERU



Fuente: elaboración propia

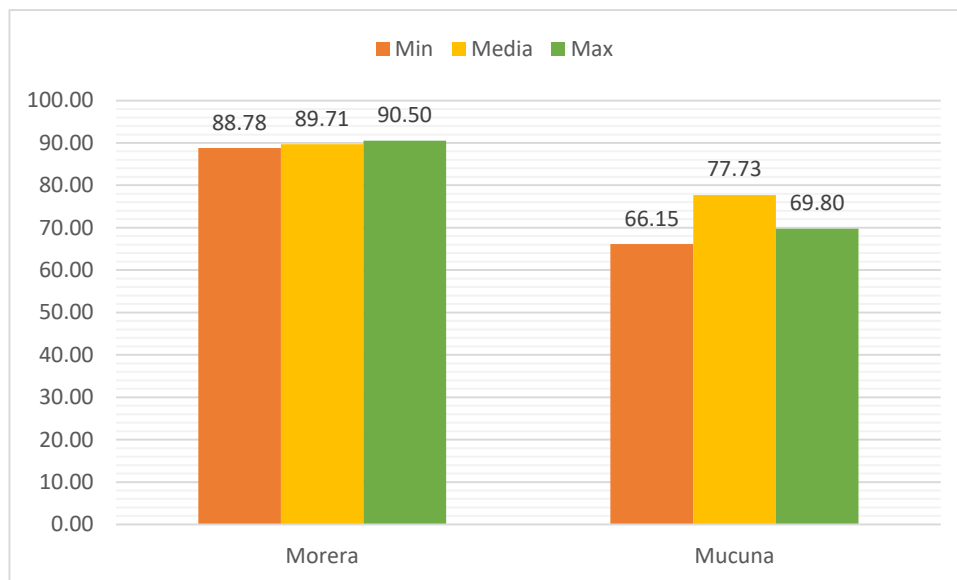
TABLA N° 6
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA EXTRACTO LIBRE DE
NITROGENO DE LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA
(*Stizolobium deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO
DE ECHARATE, CUSCO, PERU

ELN	Morera	Mucuna
Media	89,71 ^a	77,73 ^b
Desviación	0,80	1,65
Varianza	0,64	1,29
Máximo	90,50	69,80
Mínimo	88,78	66,15
TAMAÑO	5	5
	t=19.29	P<0.05
		P=0.00

La Tabla N°. 6 según la prueba de t de student (t=19.29) muestra que los coeficientes de digestibilidad para extracto libre de nitrógeno de los forrajes morera y mucuna presentan diferencia estadística significativa (P>0.05).

Asimismo, se observa que la digestibilidad promedio para extracto libre de nitrógeno de los cuyes alimentados con morera fue de 89.71%, mientras que el promedio de extracto libre de nitrógeno en los cuyes alimentados con mucuna fue de 77.73%.

GRÁFICO Nº 6
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO DE LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*) EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU



Fuente: elaboración propia

TABLA N° 7

CONSUMO DE ALIMENTOS EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU ALIMENTADOS CON LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*)

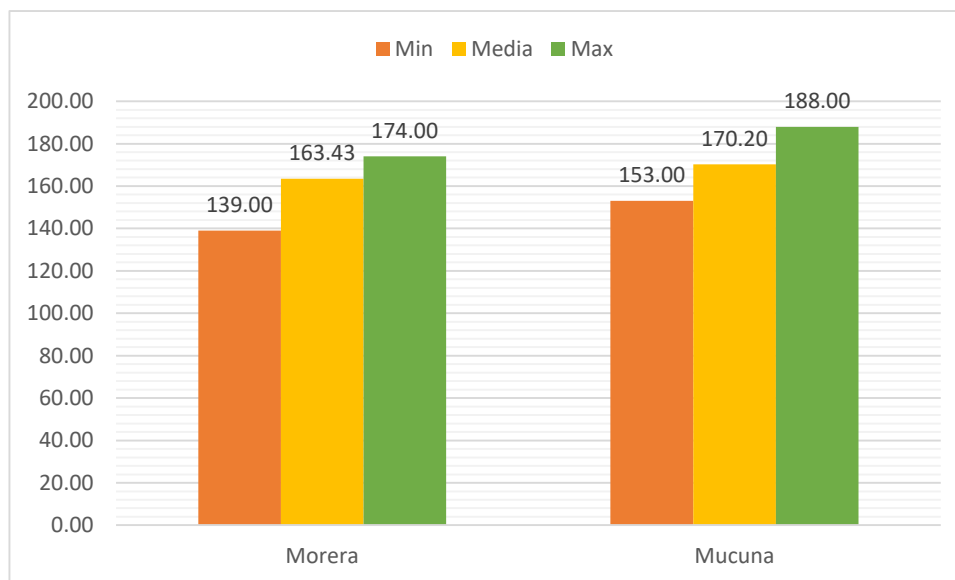
Consumo de alimentos	Morera	Mucuna
Media	163,43 ^a	170,20 ^b
Desviación	10,47	11,04
Varianza	109,60	121,92
Máximo	174,00	188,00
Mínimo	139,00	153,00
TAMAÑO	5	5
	t=2.63	P<0.05
		P=0.01

La Tabla N°. 9 según la prueba de t de student (t=2.63) muestra que el consumo de alimentos en los cuyes que consumieron morera y mucuna presentan diferencia estadística significativa (P<0.05).

Asimismo, se observa que el consumo de alimentos promedio de los cuyes alimentados con morera fue de 163.43, mientras que el consumo de alimentos promedio en los cuyes alimentados con mucuna fue de 170.20.

GRÁFICO Nº 7

CONSUMO DE ALIMENTOS EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU ALIMENTADOS CON LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*)



Fuente: elaboración propia

TABLA N° 8
NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES EN CUYES EN EL DISTRITO DE
ECHARATE, CUSCO, PERU ALIMENTADOS CON LOS FORRAJES
MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*)

NDT	Morera	Mucuna
Media	64,95 ^a	64,08 ^a
Desviación	2,04	1,65
Varianza	4,18	2,72
Máximo	66,97	66,21
Mínimo	62,60	62,56
TAMAÑO	5	5

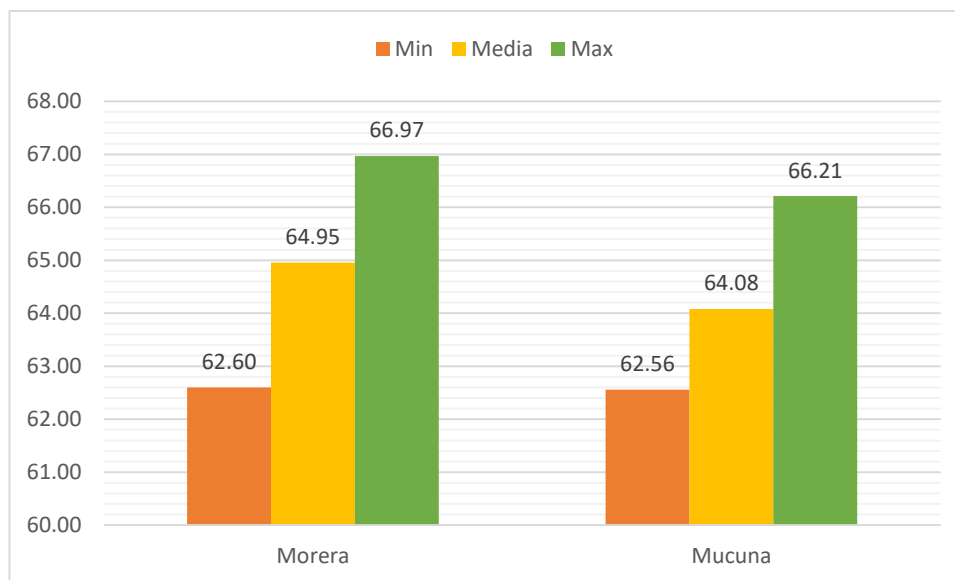
t=0.74 P>0.05 P=0.48

La Tabla N°. 10 según la prueba de t de student (t=0.74) muestra que los nutrientes digestibles totales en los cuyes que consumieron morera y mucuna no presentan diferencia estadística significativa (P<0.05).

Asimismo, se observa que los nutrientes digestibles totales promedio de los cuyes alimentados con morera fue de 64.95, mientras que los nutrientes digestibles totales promedio en los cuyes alimentados con mucuna fue de 64.08.

GRÁFICO Nº 8

NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES EN CUYES EN EL DISTRITO DE ECHARATE, CUSCO, PERU ALIMENTADOS CON LOS FORRAJES MORERA (*Morus alba*) Y MUCUNA (*Stizolobium deeringianum*)



Fuente: elaboración propia

a) Composición Química de los forrajes de Morera y Mucuna

	Forraje Morera	Forraje Mucuna
MS	27.4	25.4
PC	17.7	24.5
EE	2.8	2.6
CZS	12.3	6.8
FC	30.5	40.8
ELN	36.6	25.3

- **Materia Seca**

El resultado obtenido en este trabajo con respecto a la MS del forraje de Morera (27.4%) y Mucuna (25.4%) son similares a la Alfalfa (23.30%) citado por (Aguirre, 2008) y superiores a la Maralfalfa (18.73%) citado por (Paz 2012). Sin embargo, son inferiores al Rastrojo de Maca (88.70%)

citado por (Castro et al., 2018) y a la Harina de Morus Alba (81.92%) estudiado por (Meza-Bone et al., 2012).

- **Proteína Cruda**

El resultado obtenido en este trabajo con respecto al forraje de Morera (17.7%) es similar al forraje de Morera evaluada en Conejos (19.81%) citado por (Nieves et al., 2006). El forraje de Mucuna (24.5%) es parecido a la Harina de Morus Alba (21.72%) citado por (Meza-Bone et al., 2012). Ambos forrajes estudiados en este trabajo son superiores al Rastrojo de Maca (6.97%) citado por (Castro et al., 2018) y a la Maralfalfa (1.21%) estudiado por (Paz 2012).

- **Extracto Etéreo**

Los valores de extracto etéreo de los forrajes de Morera (2.8%) y Mucuna (2.6%) estudiados en este trabajo son similares al forraje de Morera evaluada en Conejos (3.02%) citado por (Nieves et al., 2006) e inferiores al Rastrojo de Maca (3.58%) estudiado por (Castro et al., 2018).

- **Cenizas**

El valor de cenizas del forraje de Morera (12.3%) es superior al forraje de Mucuna (6.8%) y al Rastrojo de Maca (8.58%) citado por (Castro et al., 2018). Ambos forrajes estudiados en este trabajo son inferiores al forraje Morera evaluada en Conejos (18.89%) estudiado por (Nieves et al., 2006).

- **Fibra Cruda**

Los valores de fibra cruda de los forrajes de Morera (30.5%) y Mucuna (40.8%) estudiados en este trabajo son superiores al Rastrojo de Maca (36.35%) citado por (Castro et al., 2018), también superan los valores del forraje Morera evaluada en Conejos (28.04%) citado por (Nieves et al., 2006), a la Harina de Morera (16.23%) citado (Meza-Bone et al., 2012) y de la misma forma a la Maralfalfa (6.04%) estudiado por (Paz 2012).

- **Extracto Libre de Nitrógeno**

El valor de extracto libre de nitrógeno del Rastrojo de Maca (44.53%) citado por (Castro et al., 2018) es superior a los resultados de la Morera

(36.6%) y Mucuna (25.3%) estudiados en este trabajo de la misma forma que es superior al forraje de Morera evaluada en Conejos (30.24%) citado por (Nieves et al., 2006).

Consumo de los forrajes de Morera y Mucuna

Los cuyes consumieron los forrajes de Morera y Mucuna sin inconvenientes. El consumo promedio del forraje de Morera fue de 163.42, mientras que para el forraje de Mucuna el consumo fue de 170.20, los valores estudiados en este forraje son superiores comparado con el consumo del rastrojo fresco de Maca 21.46 g/cuy/día, que representa el 3.25% del peso vivo, citado por (Castro y Chirinos, 1997).

b) Digestibilidad de los forrajes de Morera y Mucuna

- **Materia Seca**

El valor de digestibilidad de la materia seca del forraje de Morera (70.90%) es superior al forraje de Mucuna (67.67%), estudiado en este trabajo, de la misma forma supera los valores de la Páprika (69.77%) citado por (Peña, 2019) y del Forraje Seco de Mucuna (66.29%) estudiado por (Valenzuela, 2015). Sin embargo, los valores de ambos forrajes son inferiores a la hoja de Morera (76.64%) estudiado por (Villanueva, 2016), a la Alfalfa (76.53%) citado por (Aguirre, 2008) y al Rastrojo de Maca (74.79%) estudiado por (Castro et al., 2018).

- **Proteína Cruda**

Los valores de digestibilidad de proteína cruda del forraje Seco de Mucuna (74,02%) citado por (Valenzuela, 2015), la Maralfalfa (72.48%) citado por (Paz 2012) y la Hoja de Camote (72,07%) estudiado por (Saravia et al., 1992), tienen valores similares al forraje de Mucuna (76.19%) pero superiores al forraje de Morera (57.40%) estudiado en este trabajo. El forraje de Morera evaluada en Conejos (65.07%) citado por (Nieves et al., 2006), el Kudzú (61,82%) citado por (Chauca et al., 1978), el Heno de Alfalfa (59,98%) citado por (Ninanya, 1991) y el Rastrojo de Maca (68%) estudiado por (Castro et al., 2018) son inferiores al forraje de Mucuna pero superiores al forraje de Morera (58.22%) estudiados en este trabajo, a su

vez ambos forrajes son inferiores a la Páprika (86.76%) citado por (Peña, 2019), a la Harina de Morera (83.69%) citado por (Meza-Bone et al., 2012), a la Alfalfa (81.84%) citado por (Aguirre, 2008) y a la hoja de Morera (79.88%) estudiado por (Villanueva, 2016).

- **Extracto Etéreo**

El valor de digestibilidad de extracto etéreo del forraje de Morera (23.50%) estudiado en este trabajo es similar al Kudzú (23.91%) citado por (Chauca et al., 1978) y al Heno de Alfalfa (23,36%) estudiado por (Ninanya, 1991), sin embargo, estos valores son inferiores al forraje de Mucuna (31.85%) evaluados en esta investigación. Ambos forrajes son inferiores a la Páprika (89.32%) citado por (Peña, 2019), al Rastrojo de Maca (75.27%) citado por (Castro et al., 2018), a la Hoja de Camote (70,85%) estudiado por (Saravia et al., 1992), de la misma forma a la Harina de Morera (68.56%) citado por (Meza-Bone et al., 2012), al Forraje Seco de Mucuna (60,18%) estudiado por (Valenzuela, 2015) y a la hoja de Morera (58.03%) estudiado por (Villanueva, 2016). El valor contenido en la Alfalfa (8.53%) citado por (Aguirre, 2008) es inferior a ambos forrajes evaluados en esta investigación.

- **Cenizas**

Los valores de digestibilidad de ceniza de los forrajes de Morera (55.02%) y Mucuna (67.95%) evaluados en este trabajo son inferiores a la Harina de Morera (79.53%) citado por (Meza-Bone et al., 2012), de la misma forma que son inferiores al Forraje Seco de Mucuna (73,33%) citados por (Valenzuela, 2015) y a la Páprika (69,56%) estudiado por (Peña, 2019)

- **Fibra Cruda**

Los valores de digestibilidad de fibra cruda de los forrajes de Morera (66.85%) y Mucuna (58.55%) estudiados en este trabajo son superiores a la Harina de Morus Alba (45.17%) citado por (Meza-Bone et al., 2012), al Heno de Alfalfa (41.71%) citado por (Ninanya, 1991), también es inferior a la Páprika (40.85%) citado por (Peña, 2019) y al Kudzú (26.52%) estudiado por (Chauca et al., 1978). El valor de fibra cruda de este trabajo es similar al forraje de Morera evaluada en Conejos (67.90%) citado por

(Nieves et al., 2006) y a la Alfalfa (65.56%) citado por (Aguirre, 2008), de la misma forma el forraje de Mucuna de este trabajo es similar al forraje Seco de Mucuna (60,18%) evaluado por (Valenzuela, 2015) y a la Hoja de Camote (59,40%) citado por (Saravia et al., 1992). Ambos valores de FC estudiados en este trabajo son inferiores a los valores de la hoja de Morera (81.56%) estudiado por (Villanueva B, 2016), a la Maralfalfa (75.20%) citado por (Paz 2012) y al Rastrojo de Maca (71.78%) evaluado por (Castro et al., 2018).

- **Extracto Libre de Nitrógeno**

El valor de digestibilidad de extracto libre de nitrógeno de la Morera (89.71%) estudiado en este trabajo es superior a la Alfalfa (87.15%) citado por (Aguirre, 2008), superior y a la Páprika (80,70%) citado por (Peña, 2019). El valor de extracto libre de nitrógeno del forraje de Mucuna (77.73%) evaluado en este trabajo se asemeja a los resultados del Heno de Alfalfa (78,89%) citado por (Ninanya, 1991), también al Rastrojo de Maca (77.08%) citado por (Castro et al., 2018) y al Forraje Seco de Mucuna (78,22%) estudiado por (Valenzuela, 2015). Ambos forrajes son superiores a la Morera (*Morus Indica*) (25.54%) citado por (Flores et al., 2000) pero inferiores a la Harina de *Morus Alba* (92.96%) estudiado por (Meza-Bone et al., 2012) y a la hoja de Morera (95.88%) estudiado por (Villanueva B, 2016).

c) NDT de los forrajes de Morera y Mucuna

Ambos valores de NDT de los forrajes de Morera (64.95%) y Mucuna (64.08%) son inferiores comparados con la Harina de Morera (78.78%) citado por (Meza-Bone et al., 2012) y con el forraje de Morera (*Morus Indica*) (78.71%) citado por (Flores et al., 2000), también son inferiores comparados con el Rastrojo de Maca (71.21%) citados por (Castro et al., 2018), a la Alfalfa (70.51%) citado por (Aguirre Molina, 2008) y a la hoja de Morera (70.3%) estudiado por (Zevallos et al. 1994).

5. CONCLUSIONES

El consumo de los forrajes de morera y mucuna presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) según la prueba de T. El consumo de alimentos promedio de los cuyes alimentados con morera fue de 163.43, mientras que el consumo de alimentos promedio en los cuyes alimentados con mucuna fue de 170.20 habiendo diferencias significativas entre ambos ($p < 0.05$).

Todos los coeficientes de digestibilidad de los forrajes de Morera y Mucuna presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$). Comparando ambos forrajes vemos que los mejores porcentajes de digestibilidad de MS, FC y ELN lo obtuvo el forraje de Morera mientras que, para la PC, EE y CZS el mejor porcentaje lo obtuvo el forraje de Morera.

El valor de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) determinado para los forrajes de Morera y Mucuna fueron: 64.95%; 64.08% respectivamente, no presentando diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). En cuanto a los Nutrientes Digestibles totales (NDT) el mejor porcentaje de digestibilidad lo vemos en el forraje de Morera.

6. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el experimento se recomienda:

1. Realizar estudios de performance productiva con animales para evaluar la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y el monto económico.
2. El % de digestibilidad y contenido de NDT convierten a ambos forrajes en una buena alternativa dentro de las leguminosas forrajeras, pudiendo ser aprovechadas por criadores de la zona u otros lugares como alimento ad libitum o complementado con una fórmula de concentrado.
3. Realizar ensayos de digestibilidad de ambos forrajes en otras especies.
4. Realizar un análisis más profundo a la Fibra Cruda y determinar los valores de FDN y FDA de ambos forrajes.
5. Realizar otras investigaciones para determinar la cantidad y calidad nutritiva de los diferentes forrajes con los que son criados los cuyes en diferentes lugares del país. Para tener una buena producción de esta especie.
6. Publicar los resultados de las investigaciones realizadas, para que los criadores tengan conocimiento de las necesidades nutricionales que requieren los cuyes y minimicen los costos de producción para que el negocio sea rentable.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ADEBOWALE, Y.A., A. ADEYEMI and A.A. Oshodi.** (2005). Variability in the physicochemical, nutritional and antinutritional attributes of six *Mucuna* species. *Food Chemistry* 89(1): 37-48
2. **AGUIRRE, J. P.** (2008). Determinación de la composición química y el valor de la energía digestible a partir de las pruebas de digestibilidad en alimentos para cuyes. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
3. **AMALIA CABRERA NÚÑEZ, ILIANA DEL CARMEN DANIEL RENTERÍA, MIGUEL ÁNGEL LAMMOGLIA VILLAGÓMEZ, CÉSAR ENRIQUE MARTINEZ SÁNCHEZ, SARA AIDA ALARCÓN PULIDO, & REBECA ROJAS-ROQUILLO.** (2016). White Mulberry (*Morus alba*) Foliage as a Feeding Supplement for Growing Calves. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 6(1), 59–63.
4. **APRAÉZ J.E.** (2002). Comportamiento productivo del Cuy (*Cavia porcellus*) alimentado con pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) obtenido bajo diferentes métodos de atención cultural. Pasto: Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño.
5. **BALDERRAMA, V. A.** (2010). Digestibilidad ileal estandarizada de la proteína de pastas de ajonjolí y de soya en lechones. Tesis de pregrado. Universidad Veracruzana. México.
6. **BARRIADA L, MENDEZ L., RODRIGUEZ J., SANDOVAL S., AQUINO L.** (2018) “Valor nutricional de la semilla de *Mucuna* spp. como complemento dietario en animales no rumiantes y rumiantes”. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*.
7. **BENAVIDES, J. E.** (1986). Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus* sp.) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). *Sistemas de Producción Animal*. CATIE, Turrialba.

8. **BENAVIDES, J. E.** (1998). Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. Agroforestería Para La Producción Animal.
9. **BOSCHINI, C., DORMOND, H., CASTRO, A.** (1999). Composición química de la Morera (*Morus alba*), para la alimentación animal: densidades y frecuencias de poda. Agronomía Mesoamericana.
10. **CABALLERO, N.** (1992). Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*). Tesis (Ingeniero Zootecnista). Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
11. **CASTRO BEDRIÑANA, JORGE, CHIRINOS PEINADO, DORIS, & CALDERÓN INGA, JORGE.** (2018). Calidad nutricional del rastrojo de maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) en cuyes. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.
12. **CHAUCA, L; SARAVIA, J; AGUSTÍN, A.** (1978). Digestibilidad de kudzu, maicillo y gramalote en cuyes. Avances en Investigación-Ministerio de Agricultura y Alimentación (Perú).
13. **GUERRERO, G.** (2017). “Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la paprika de descarte (*Capsicum annum*)”, Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
14. **CADENA, S.** (2000). Crianza casera y comercial del Cuy. Quito, Ecuador.
15. **CAMPOS L, J.** (2007). Evaluación nutricional del frijol mucuna (*Stizolobium deeringianum*) y su uso en la alimentación de cuyes en crecimiento y engorde. Tesis (Magister Scientiae). Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
16. **CAÑAS, R.,** (1995). Alimentación y Nutrición Animal. Colección en Agricultura Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile.
17. **CAÑAS, R.** (1998). Alimentación y Nutrición Animal. 2da Edición. Pontificia Universidad Católica de Chile.

18. **CAPPELLOZZA, L.** (2002). Mulberry germplasm resources in Italy. In: Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper.
19. **CASTRO, E.** (2009). Manejo de cuyes. Cuba. Facultad Medicina Veterinaria. Universidad de Granma.
20. **Castro J, Chirinos D.** (1997). Nutrición y alimentación de cuyes. Huancayo, Perú: Univ. Nacional del Centro del Perú.
21. **CAYCEDO V, A.** (2000). Experiencias investigativas en la Producción de Cuyes. Contribución al desarrollo técnico de la explotación. Universidad de Nariño. Colombia.
22. **CHAPARRO S., ARISTIZABAL I., GIL J.** (2009) “Reducción de Factores Antinutricionales de la Semilla de Vitabosa (*mucuna deeringiana*) mediante Procesos Físico-Químicos”.
23. **CHAUCA, L.** (1997). Producción de cuyes (*cavia porcellus*). Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. FAO.
24. **CHAUCA, L.** (2009). Capítulo 2. Reproducción y manejo de la producción. Disponible en <http://www.fao.org>.
25. **CHURCH, D. C.,** (1974). Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes.Vol.1 Fisiología Digestiva. Zaragoza (España).
26. **CHURCH, D.C.; POND, W.G. Y POND, K R.** (2002). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México.
27. **CIFUENTES, C.A Y KEE-WOOK, S.** (1998). Manual Técnico de Sericultura.
28. **CIFUENTES, C.A. & HAM-KIM, M.** (1998). Cartilla de Sericultura. C.D.T.S., Colombia.
29. **COOK, BRUCE; PENGELLY, BRUCE; BROWN, STUART; DONNELLY, JOHN; EAGLES, DAVID; FRANCO, ARTURO, HANSON, JEAN, MULLEN, BRENDAN, PARTRIDGE, IAN; PETERS, MICHAEL;**

- SCHULTZE-KRAFT, R.** (2005). Tropical Forages: an interactive selection tool. Web Tool. Brisbane, Australia.
30. **CRUZ, F.C.** (1993). Manual de cultivo de la morera serie N°14-93, Lima Perú.
31. **DELGADO, R.H** (2011) formación de callos en el cultivo de la morera. Tesis UNG-Cuba.
32. **ESCUDERO, D.** (2005). Evaluación del rendimiento y valor nutritivo del pasto "Mucuna" (*Stizolobium deeringianum*) a lo largo de su periodo vegetativo. Tesis (Ingeniero Zootecnista). Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
33. **Espinoza, E.** (1996). Efecto de la sustitución de concentrado con Morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. En: Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en la producción ganadera". Matanzas, Cuba.
34. **FAO.** (1990). Sericulture training manual. FAO. Agricultural Services Bulletin.
35. **FAO.** (2000). Sistema de información de los recursos del pienso (en línea). Consultado mayo de 2019. Disponible en <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/es/Data/266.htm>
36. **Flórez, R.L.; Salazar, P.G.; Caycedo, V.A.**(2000). Digestibilidad Aparente de forrajes arbóreos y forraje de maíz en cuyes de engorde. In: V Curso y V Congreso Latinoamericano de Cuyicultura y Mesa Redonda sobre Cuyicultura Periurbana. Puerto Ayacucho, Colombia. Memorias... Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño; 2000.
37. **FREIMAR SEGURA S., Rosario ECHEVERRI F., Arley C. PATIÑO LI. y Amanda I. MEJÍA G** (2007). Descripción y Discusión acerca de los Métodos de Análisis de Fibra y del Valor Nutricional de Forrajes y Alimentos para Animales. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

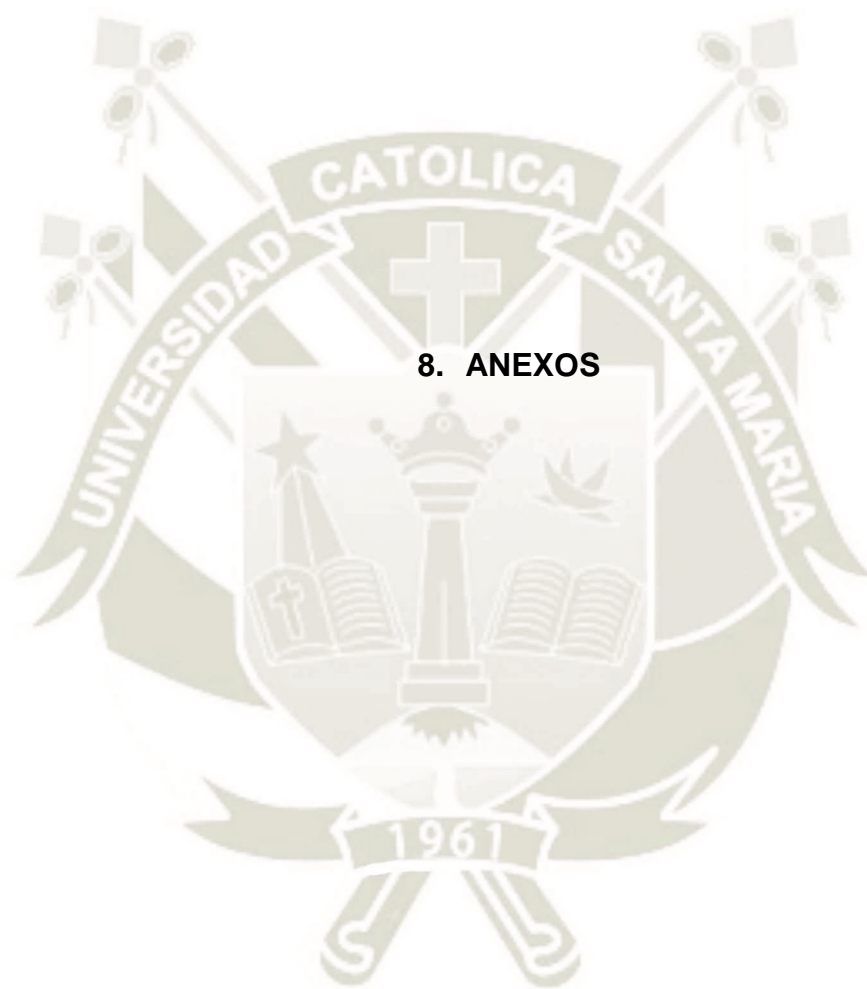
38. **GARCIA, et al** (2006) La morera una alternativa viable para los sistemas de alimentación animal en el trópico.
39. **GONZALES A.; GUTIERRES S.; BUSTOS N.; HERNANDES J.** (2015) sistema Proximal de Análisis” Universidad de Pamplona (2015).
40. **GONZÁLES, J.** (1996). Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus sp*) fresca y ensilada, con bovinos de engorda.
41. **González, Sandra Eugenia y Mejía, I.** (1994). Utilización de la morera (*Morus indica*) como reemplazo parcial del concentrado en la crianza de terneras. Tesis de grado, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
42. **GROLL, H; LAZO, H.** (2001). Intercambio de experiencias y semillas de agricultores. Asociación de agricultura ecológica. Puerto Maldonado – Perú.
43. **HERG, P.** (1954), Análisis agrícola fundamentos y técnicos operatorios, editorial dossat S.A Madrid.
44. **HERRERA, G.** (1966). Pastos y forrajes. Ministerio de Agricultura. Instituto Colombiano Agropecuario. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Tulio Ospina, Medellín – Colombia.
45. **HERRERA, G; LOTERO, J; CROWDER, L.** (1966). Frecuencia de corte en leguminosas forrajeras tropicales. Agricultura tropical.
46. **HUAHUARUNTA J.** (2015) “Determinación del Valor Nutritivo de la Morera (*morus alba*) a los 45 y 60 Olas de Rebrote para su Uso en la Alimentación Animal” Lima, Perú.
47. **KEYS J, VAN SOEST P, YOUNG E.** (1970). Effect of Increasing Dietary Cell Wall Content on the Digestibility of Hemicellulose and Cellulose in Swine and Rats.

48. **LATA, O. R.** (2011). Evaluación de enzimas en la alimentación de cerdos en la etapa de crecimiento. Tesis de pregrado. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Ecuador.
49. **LI Y** (2001) "An important topic to be discussed: Utilization of mulberry leaves and production of animal fibers" In: Mulberry for animal feeding in China, proceeding of a workshop.
50. **MARTÍN, G.J, NODA, YOLAI, PENTÓN, GERTRUDIS, GARCÍA, D.E, GARCÍA, F, GONZÁLEZ, E, OJEDA, F, MILERA, MILAGROS, LÓPEZ, O, LY, J, LEIVA, LILIAM, & ARECE, J.** (2007). La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 30(Supl. 5), 1. Recuperado en 16 de noviembre de 2019.
51. **MARTÍNEZ, R.** (2005). "Manejo Técnico de cuyes". Ambato, Ecuador.
52. **MAZO, L.** (2013). "Utilización del forraje de Camote en la Alimentación de Cuyes en las etapas de crecimiento–engorde y gestación–lactancia en el Canton Baños de agua santa". Riobamba – Ecuador.
53. **MC. DONALD, P; EDWARDS, R; GREENHALGH, J; MORGAN, C.** (2002). *Nutrición Animal*. 6a edición. Zaragoza – España.
54. **MELENDEZ P.** (2015). *Las Bases para entender un análisis Nutricional de Alimentos y su Nomenclatura*.
55. **MERAYO, A.** (2001). *La mucuna: coberturas para el manejo de malezas. Manejo Integrado de Plagas. Centro de Enseñanza e investigación en agricultura tropical (CATIE). San José-Costa Rica.*
56. **MEZA-BONE, G. A., SÁNCHEZ-LAIÑO, A. R., MEZA-CHICA, M. A., MEZA-BONE, C. J., FRANCO-SUESCUM, N. G., AVELLANEDA-CEVALLOS, J. H., ... LIUBA-DELFINI, G. A.** (2012). Digestibilidad in vivo de forrajeras arbustivas tropicales para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus Linnaeus*), en el litoral ecuatoriano.

57. **MEZA BONE, G. A., CABRERA VERDEZOTO, R. P., JÉSICA JESSENIA, M., FABRICIO FABIÁN, M. B., CÉSAR ALBERTO, C. V., MEZA BONE, C. J., ...ORTIZ DICADO, J.** (2014). Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador.
58. **MORA D.** (2010). "Usos de la Morera (*Morus alba*) en la Alimentación del Conejo. el rol de la fibra y la proteína en el Tracto digestivo" agronomía mesoamericana.
59. **MORA D.** (2012) "Una breve guía, paso a paso, que le permitirá comprender de manera general los análisis de calidad realizados al recurso forrajero de las fincas" Estación Experimental Alfredo Volio Mata Universidad de Costa Rica.
60. **NIEVES, DUILIO, ARAQUE, HUMBERTO, TERÁN, OMAR, SILVA, LEONEL, GONZÁLEZ, CARLOS, & UZCÁTEGUI, WILLIAM.** (2006). Digestibilidad de Nutrientes del Follaje de Morera (*Morus alba*) en Conejos de Engorde. Revista Científica. Recuperado en 16 de octubre de 2019.
61. **NINANYA, C.** (1991). Coeficiente de digestibilidad del heno de alfalfa, afrechillo, maíz y harina de pescado, en cuyes. Lima - Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
62. **OVIEDO, F. J.; BENAVIDES, J. E.; VALLEJO, M.** (1994). Evaluación bioeconómica de un módulo agroforestal autosostenible con cabras lecheras en Turrialba, Costa Rica.
63. **PADILLA, F.** (2006). "Crianza de cuyes". Edit. Marco. Lima, Perú.
64. **PAZ, A.** (2012) Digestibilidad Aparente, Energfa Digestible y Metabolizable del Pasto aleman (*echinochloa polystachya* h.s.k.), King grass (*saccharum slnense*) y Maralfalfa (*penninsetum. sp*) en Cuyes (*cavia porcellus*) en el Trópico. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
65. **PIER.** (2010). *Mucuna pruriens*. Consultado en mayo de 2019 en: http://www.hear.org/pier/species/mucuna_pruriens.htm

66. **PORRAS, S., J. CASTRO, D. CHIRINOS.** (1991). Valor nutritivo digestibilidad y NDT de las cascarras de kiwicha, quinua, tarwi y cebada molioda en cuyes, Asociación Peruana de Producción Animal APPA, XIII reunión científica anual UNCP Huancayo-Perú.
67. **POSADA et al.** (2012) “Comparación de métodos para la determinación del valor energético de alimentos para rumiantes” Rev.MVZ Córdoba.
68. **POZO, P.** (2004). Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Anuario Nuevo. Universidad Agraria de La Habana. Cuba.
69. **QUISPE, N.** (2010). Niveles incrementados de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado de cuyes en el Inia–Huancayo. Tesis de pregrado. Universidad nacional del centro del Perú. Perú.
70. **REVOLLO, K.** (2009). Proyecto de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy (MEJOCUY), Bolivia.
71. **RICO, E. Y RIVAS, C.** (2003). Manual sobre el manejo de cuyes. Proyecto Mejocuy. Benson Agriculture and Food Institute Provo, UT, EE.UU.
72. **SÁNCHEZ M.** (2006). “Morera: un Forraje Excepcional Disponible Mundialmente” Dirección de Producción y Sanidad Animal. FAO, Roma.
73. **SÁNCHEZ, M.D.** (2002). World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. In: Mulberry for animal production. FAO Animal Production and Health Paper.
74. **SANCHEZ, M.D.; Rosales, M.** (1998). Utilización de la morera en sistemas de producción animal. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica--FAO, 1998, Roma.
75. **SARAVIA, J; RODRIGUEZ, W; RUESTA, I; CHAUCA, L; MUSCARI, J.** (1984). Coeficiente de digestibilidad de la hoja y tallo del maíz chala, alfalfa, grama china, hoja y tallo de camote en cuyes. Lima - Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

76. **SARAVIA, J; RAMIREZ, S; MUSCARI, J.** (1992). Consumo voluntario y digestibilidad en cuyes de forrajes producidos en costa central. Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
77. **SHAYO, C.M.** (1997). Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arid areas of central Tanzania.
78. **SKERMAN, P; CAMERON, D; RIVEROS F.** (1991). Leguminosas forrajeras tropicales. FAO. Italia.
79. **TING-ZING, Z.; YUN-FANG, T.; GUANG-XIAN, H.; HUAIZHONG, F.; BEN, M.** (1988). FAO Agricultural Services Bulletin. No. 73/1. FAO, Roma.
80. **VALENZUELA ROCHA, R.** (2015). “Determinación de la Digestibilidad y Energía digestible del forraje seco de Mucuna (*stizolobium deeringianum*) en Cuyes.”
81. **VARGAS Y YUPA.** (2011). Determinación de la ganancia de peso en cuyes (*cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado. Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca. Ecuador.
82. **VILLANUEVA, B.** (2016). Determinación del valor nutritivo y energético de las hojas de Morera (*morus alba*) y Eritrina (*erythrina sp*) para cuyes. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú,
83. **YE, Z.** (2001). The distribution and utilization of mulberry tree in China. Proceedings of a Workshop. Mulberry for animal feeding in China. Hangzhou, P.R. China.
84. **YONKANG, H.** (2002). Mulberry cultivation and utilization in China. In: Animal production and Health. No 147. FAO, Rome.
85. **ZEVALLOS, L.** (1994). Evaluación Biológica de la hoja de Morera (*Morus indica*) mediante pruebas de digestibilidad y crecimiento en Cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis (Ingeniero Zootecnista). Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.



8. ANEXOS

Anexo 1: Fórmulas para determinar el porcentaje de digestibilidad y NDT

Ecuación para la estimación de coeficiente de digestibilidad

$$\text{CD (\%)} = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente en las heces}}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

Ecuación para la estimación de nutrientes digestibles totales (ndt)

$$\% \text{NDT} = \% \text{PCD} + \% \text{FCD} + \% \text{ENND} + 2.25 (\% \text{EED})$$

Donde:

- PCD: proteína cruda digestible
- FCD: fibra cruda digestible
- ENND: extracto no nitrogenado digestible
- EED: extracto etéreo digestible

Anexo 2: Contenido nutricional del forraje de morera (*morus alba*)

%	Forraje Morera
MS	27.4
PC	17.7
EE	2.8
CZS	12.3
FC	30.5
ELN	36.6

Anexo 3: Contenido nutricional del forraje de *mucuna (stizolobium deeringeanum)*

%	Forraje Mucuna
MS	25.4
PC	24.5
EE	2.6
CZS	6.8
FC	40.8
ELN	25.3

Anexo 4: Cantidad de forraje de morera ingerida por cada animal

ANIMAL Nº	DIA	ALIMENTO OFRECIDO	ALIMENTO NO CONSUMIDO	ALIMENTO INGERIDO	PROMEDIO
1	1	153	14	139	143.43
	2	153	8	145	
	3	153	7	146	
	4	153	5	148	
	5	153	13	140	
	6	153	9	144	
	7	153	11	142	
2	1	170	3	167	166.57
	2	170	3	167	
	3	170	3	167	
	4	170	2	168	
	5	170	6	164	
	6	170	5	165	
	7	170	2	168	
3	1	174	4	170	168.14
	2	174	4	170	
	3	174	5	169	
	4	174	4	170	
	5	174	9	165	
	6	174	5	169	
	7	174	10	164	
4	1	183	9	174	170.14
	2	183	13	170	
	3	183	11	172	
	4	183	10	173	
	5	183	16	167	
	6	183	15	168	
	7	183	16	167	
5	1	172	3	169	168.86
	2	172	3	169	
	3	172	4	168	
	4	172	2	170	
	5	172	2	170	
	6	172	6	166	
	7	172	2	170	

Anexo 5: Cantidad de forraje de mucuna ingerida por cada animal

ANIMAL Nº	DIA	ALIMENTO OFRECIDO	ALIMENTO NO CONSUMIDO	ALIMENTO INGERIDO	PROMEDIO
1	1	170	3	167	166.43
	2	170	3	167	
	3	170	5	165	
	4	170	3	167	
	5	170	3	167	
	6	170	2	168	
	7	170	6	164	
2	1	160	2	158	158.00
	2	160	2	158	
	3	160	3	157	
	4	160	2	158	
	5	160	2	158	
	6	160	1	159	
	7	160	2	158	
3	1	182	3	179	179.00
	2	182	2	180	
	3	182	4	178	
	4	182	2	180	
	5	182	3	179	
	6	182	2	180	
	7	182	5	177	
4	1	190	4	186	186.14
	2	190	3	187	
	3	190	5	185	
	4	190	3	187	
	5	190	5	185	
	6	190	2	188	
	7	190	5	185	
5	1	168	5	163	161.43
	2	168	10	158	
	3	168	15	153	
	4	168	3	165	
	5	168	4	164	
	6	168	4	164	
	7	168	5	163	

Anexo 6: Peso de las heces de los animales alimentados con forraje de morera

	MORERA				
HECES	CUY 1	CUY 2	CUY 3	CUY 4	CUY 5
DIA 1	9.1	13.3	13.7	9.6	10
DIA 2	10.5	13.1	16.9	12.3	14.8
DIA 3	15.1	14.6	16.1	14.6	13.4
DIA 4	10.3	14.7	15.7	14.2	14.9
DIA 5	11.6	15.9	13.9	14	14.5
DIA 6	11.1	15.5	17.5	12.2	14.7
DIA 7	10.8	18.2	14.8	16.2	17.4
PROMEDIO	11.21	15.04	15.51	13.30	14.24

Anexo 7: Peso de las heces de los animales alimentados con forraje de mucuna

	MUCUNA				
HECES	CUY 1	CUY 2	CUY 3	CUY 4	CUY 5
DIA 1	14.3	14.3	17.5	20.5	15.7
DIA 2	16.2	14.5	18.8	18.6	12.8
DIA 3	12.1	9.7	15	15.7	14
DIA 4	15.8	15.6	17.3	17.7	17.8
DIA 5	14.7	14	15.3	17.1	17.6
DIA 6	12	10.8	15	15.3	12.2
DIA 7	12.6	11.4	12.1	14.1	13.3
PROMEDIO	13.96	12.90	15.86	17.00	14.77

Anexo 8: Composición químico proximal de las heces de morera

%	H. Morera Cuy 1	H. Morera Cuy 2	H. Morera Cuy 3	H. Morera Cuy 4	H. Morera Cuy 5
MS	94.31	94.55	94.51	93.38	93.94
PC	24.15	27.83	27.69	23.97	23.18
EE	8.02	5.68	7.87	7.86	7.88
CZS	18.61	19.49	18.02	19.91	21.54
FC	37.13	35.43	33.01	33.38	26.85
ELN	12.09	11.56	13.41	14.88	20.55

Anexo 9: Composición químico proximal de las heces de mucuna

%	H. Mucuna Cuy 1	H. Mucuna Cuy 2	H. Mucuna Cuy 3	H. Mucuna Cuy 4	H. Mucuna Cuy 5
MS	93.91	93.84	94.9	93.32	93.76
PC	17.84	17.37	18.19	18.76	17.9
EE	4.81	3.5	5.64	7.97	10.12
CZS	6.95	6.47	6.38	7.17	7.89
FC	52.77	54.9	55.37	46.19	48.06
ELN	17.64	17.77	14.41	19.91	16.03

Anexo 10: Cálculos de los coeficientes de digestibilidad del forraje de morera

% Nutriente Ingerido		MS	PC	EE	CZS	FC	ELN
Morera	Cuy 1	39.30	6.96	1.10	4.83	11.99	14.42
	Cuy 2	45.64	8.08	1.28	5.61	13.92	16.75
	Cuy 3	46.07	8.15	1.29	5.67	14.05	16.91
	Cuy 4	46.62	8.25	1.31	5.73	14.22	17.11
	Cuy 5	46.27	8.19	1.30	5.69	14.11	16.98
% Nutriente Excretado		MS	PC	EE	CZS	FC	ELN
Morera	Cuy 1	10.56	2.74	0.78	2.01	3.67	1.37
	Cuy 2	14.17	3.67	1.04	2.69	4.92	1.84
	Cuy 3	14.61	3.79	1.08	2.78	5.08	1.90
	Cuy 4	12.53	3.25	0.92	2.38	4.35	1.63
	Cuy 5	13.42	3.48	0.99	2.55	4.66	1.74

Anexo 11: Cálculos de los coeficientes de digestibilidad del forraje de mucuna

% Nutriente Ingerido		MS	PC	EE	CZS	FC	ELN
Mucuna	Cuy 1	42.27	10.36	1.10	2.87	17.25	10.69
	Cuy 2	40.13	9.83	1.04	2.73	16.37	10.15
	Cuy 3	45.47	11.14	1.18	3.09	18.55	11.50
	Cuy 4	47.28	11.58	1.23	3.22	19.29	11.96
	Cuy 5	41.00	10.05	1.07	2.79	16.73	10.37
% Nutriente Excretado		MS	PC	EE	CZS	FC	ELN
Mucuna	Cuy 1	13.12	2.37	0.72	0.88	6.86	2.29
	Cuy 2	12.12	2.19	0.66	0.82	6.34	2.11
	Cuy 3	14.90	2.69	0.82	1.00	7.79	2.60
	Cuy 4	15.98	2.88	0.88	1.08	8.36	2.79
	Cuy 5	13.88	2.50	0.76	0.94	7.26	2.42

Anexo 12: Coeficientes de digestibilidad del forraje de morera

% Digestibilidad	MS	PC	EE	CZS	FC	ELN
Morera	73.13	60.67	29.37	58.47	69.39	90.50
	68.95	54.55	18.39	52.02	64.64	89.02
	68.29	53.58	16.64	50.99	63.88	88.78
	73.12	60.66	29.35	58.46	69.39	90.49
	71.00	57.54	23.76	55.17	66.96	89.74
Promedio	70.90	57.40	23.50	55.02	66.85	89.71

Anexo 13: Coeficientes de digestibilidad del forraje de mucuna

% Digestibilidad	MS	PC	EE	CZS	FC	ELN
Mucuna	68.96	77.15	34.58	69.24	60.21	78.62
	69.80	77.76	36.34	70.06	61.28	79.19
	67.23	75.87	30.93	67.52	57.99	77.42
	66.20	75.11	28.76	66.50	56.67	76.72
	66.15	75.07	28.65	66.45	56.60	76.68
Promedio	67.67	76.19	31.85	67.95	58.55	77.73

Anexo 14: Coeficientes de nutrientes digestibles totales del forraje de morera

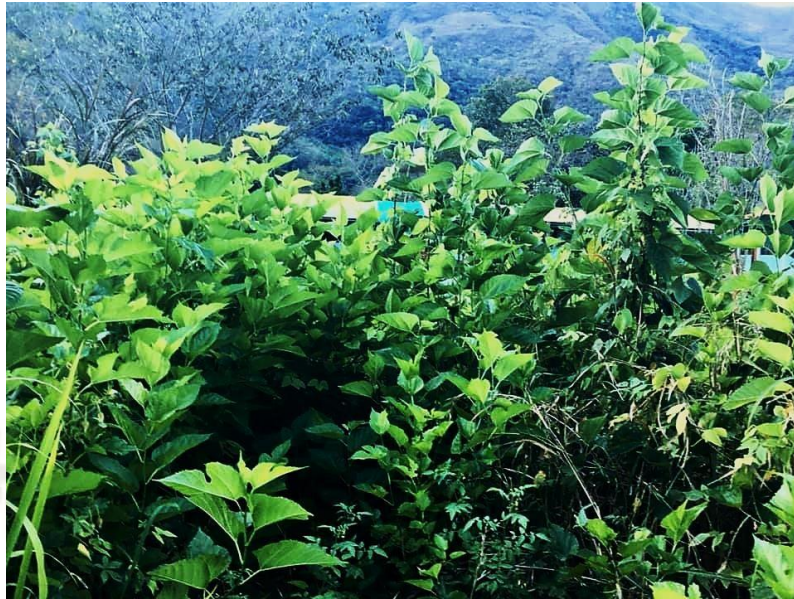
Morera	Cuy 1	Cuy 2	Cuy 3	Cuy 4	Cuy 5
NDT	66.97	63.2	62.6	66.96	65.04

Anexo 15: Coeficientes de nutrientes digestibles totales del forraje de morera

Mucuna	Cuy 1	Cuy 2	Cuy 3	Cuy 4	Cuy 5
NDT	65.38	66.21	63.65	62.61	62.56

Anexo 16. Fotos

PLANTACIONES DEL FORRAJE DE MORERA



COSECHA DEL FORRAJE DE MORERA



HOJAS DEL FORRAJE DE MORERA COMO ALIMENTO PARA ANIMALES EXPERIMENTALES



PLANTACIONES DEL FORRAJE DE MUCUNA



COSECHA DEL FORRAJE DE MUCUNA



HOJAS DEL FORRAJE DE MUCUNA



COMPARACIÓN DE HOJAS FORRAJES MUCUNA – MORERA



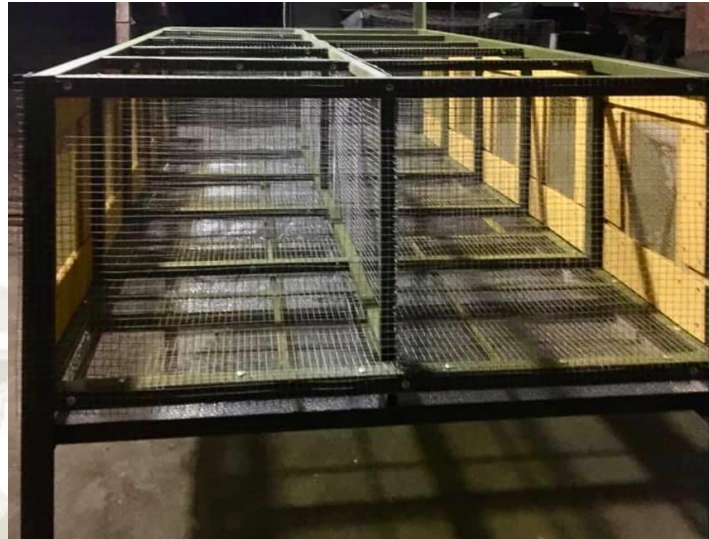
**FORRAJES PARA ANÁLISIS
ECHARATE – AREQUIPA MORERA - MUCUNA**



SOBRANTE DE FORRAJES MORERA – MUCUNA



JAUAS METABÓLICAS



Fuente: elaboración propia



PROCEDIMIENTO DIA 1

Se pesó a los 10 animales de la experimentación



Se pesaron los alimentos según el 25% del peso vivo de cada animal



Se administró a cada grupo de animales los forrajes correspondientes



Morera / Mucuna

DIA 2 HASTA EL DIA 8

Se recolectó las heces y alimento sobrante de cada jaula metabólica y se separaron para el pesaje respectivo



Se pesó las heces y el alimento sobrante de cada animal



**Se colocaron las heces en sobres manila a5 para el análisis Echarate -
Arequipa**



**Obtuvimos 35 sobres por cada grupo de animal, generando así 70 sobres
en total**

