UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

Digestibilidad aparente del maní forrajero *(Arachis pintoi)*, king grass verde *(Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)*, king grass morado (*Pennisetun purpureun)* y marandú *(Brachiaria brizantha)*, en ovinos (Black Belly) en la etapa de engorde.

AUTOR (A)

Jenny Paola Miguez Garófalo

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Zoot. Juan Carlos Moyano Tapia, MSc.

PUYO – PASTAZA – ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Jenny Paola Miguez Garófalo, bajo juramento declaro que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Amazónica de Pastaza, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y Normatividad Institucional vigente.

.....

Jenny Paola Miguez Garófalo

C.I: 140132567-3

Autor

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Por medio del presente, Yo, Juan Carlos Moyano Tapia, con numero de cedula 0602852238, certificó que la egresada Jenny Paola Miguez Garófalo, realizó su Proyecto de investigación y Desarrollo Titulado "Digestibilidad aparente del maní forrajero *(Arachis pintoi)*, king grass verde *(Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)*, king grass morado (*Pennisetun purpureun)* y marandú *(Brachiaria brizantha)*, en ovinos (Black Belly) en la etapa de engorde" previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario bajo mi supervisión.

…….

MsC. Juan Carlos Moyano Tapia.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título: Digestibilidad aparente del maní forrajero *(Arachis pintoi)*, king grass verde *(Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)*, king grass morado (*Pennisetun purpureun)* y marandú *(Brachiaria brizantha)*, en ovinos (Black Belly) en la etapa de engorde.

Autor (a): Jenny Paola Miguez Garófalo.
Unidad de titulación: Ingeniería Agropecuaria.
Director del proyecto: Ing. Juan Carlos Moyano Tapia, Msc.
Fecha: 24 de enero del 2019

Introducción y contexto de la investigación:
La introducción expresa de manera clara, la importancia y el propósito del proyecto la investigación se enmarca dentro del contexto amazónico para dar respuesta a la necesidad del aprovechamiento de pastos y forrajes para la alimentación ovina en la Amazonía.

Cumplimiento de los objetivos:
La investigación cumple con los objetivos planteados, los cuales nos permiten obtener la digestibilidad aparente de las dietas conformadas por maní forrajero *(Arachis pintoi)*, king grass verde *(Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)*, king grass morado (*Pennisetun purpureun)* y marandú *(Brachiaria brizantha)*, en ovinos (Black Belly) en la etapa de engorde, para la Región Amazónica.

Principales resultados obtenidos.
Los resultados obtenidos durante la investigación son: materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), grasa bruta (GB) y minerales, del maní forrajero, king grass morado, king grass verde y marandú.

El estudiante **Jenny Paola Miguez Garófalo** ha mostrado durante el desarrollo de la investigación una eminente dedicación, y un alto grado de independencia, sirviendo como guía de los principales elementos a desarrollar en la investigación.

Se destacó la actividad curricular por su rendimiento académico, mostrado durante la investigación interés, motivación en el mismo, lo cual condujo a culminar de forma exitosa el trabajo, cumpliendo las 400 horas establecidas en el Reglamento de Régimen Académico de la UEA.

La presentación final del trabajo cumple con las normas establecidas en la reglamentación institucional.

La redacción, ortografía, calidad de los gráficos, cuadros y anexos es adecuada.

Sin otro particular.

Atentamente,

Msc. Juan Carlos Moyano Tapia

060285223-8

Oficio No. 127-IL-UEA-2018

Puyo, 08 de enero de 2019

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El trabajo de titulación correspondiente a la estudiante. MIGUEZ GARÓFALO JENNY PAOLA C.I. 1401325673, con el Tema: **"Digestibilidad aparente del maní forrajero *(Arachis pintoi)*, King grass verde *(Pennisetum purpureum x pennisetum typhoides)*, en ovinos (Black Belly) en la etapa de engorde",** de la carrera Ingeniaría Agropecuaria, Director de proyecto MSc. Juan Carlos Moyano Tapia, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 0%, Informe generado con fecha 8 de enero de 2019 por parte del director, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document:	Digestibilidad aparente del maní forrajero (Arachis pintoi), Miguez.docx (D46543882)
Submitted:	1/8/2019 2:24:00 PM
Submitted By:	jmoyano@uea.edu.ec
Significance:	0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

AVAL

Magister

Juan Carlos Moyano Tapia

Docente de la Universidad estatal Amazónica avaliza el Proyecto de investigación.

Título: **Digestibilidad aparente del maní forrajero *(Arachis pintoi)*, king grass verde *(Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)*, king grass morado (*Pennisetun purpureun)* y marandú *(Brachiaria brizantha)*, en ovinos (Black Belly) en la etapa de engorde.**

Autor(a): Jenny Paola Miguez Garófalo

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de investigación y considero cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la norma vigente de la institución.

Por lo antes expuesto se avala el proyecto de investigación para que sea presentado ante la coordinación de la carrera Ingeniería Agropecuaria como forma de la titulación como Ingeniería en Agropecuaria y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que, si conste, firmo la presente a los 24 días del mes de enero del 2018.

Atentamente,

Msc. Juan Carlos Moyano Tapia

060285223-8

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

…….

Dra. C. Alina Ramírez Sánchez

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

…….

Dr. Willan Orlando Caicedo, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

…….

Dr. C. David Sancho Aguilar

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por las bendiciones recibidas, por haberme ayudado en este largo camino que a pesar de las dificultades supo guiarme y darme sabiduría para salir adelante y poder cumplir una meta más en mi vida.

Agradezco a la Universidad Estatal Amazónica, a la Escuela de Ingeniería Agropecuaria por haber podido contar con todos los recursos necesarios, acogiéndome en sus aulas, a sus docentes por impartir sus conocimientos y experiencias, así adquiriendo en mí y en mis compañeros el deseo de superarnos cada día.

Agradezco al Dr. Willan Caicedo, Dra. Alina Ramírez, y Dr. David Sancho, por los consejos recibidos de su parte para que el proyecto se pudiera desarrollar de la mejor manera.

Agradezco al Ing. Juan Moyano por la ayuda brindada para que el proyecto se ejecutara de forma correcto y guiarme en este transcurso para la realización del proyecto.

Agradezco a la MsC. Sandra Soria, MsC. Bélgica Yaguache, Dr. Xavier Domínguez, Dr. Dagoberto Acosta, Dr. Reinaldo Alemán, Dra. María Isabel Viamontes, por la ayuda recibida en estos años de estudios brindándome todos sus conocimientos para mi futuro.

Agradezco a la Ing. Darwin Viafara por la enseña, los consejos brindados para que los análisis de laboratorio se llevaran de la mejor manera y por el tiempo brindado.

Agradezco a Dayanara Huachamin, Stefanny Mora, por haberme brindado su amistad en este largo camino recorrido por los consejos dados y por darme sus palabras de aliento para que siguiera adelante y cumpliera a cada este gran sueño.

Agradezco al Sr. Fernando Inga, Sr. Rafael Licuy y Sr. Bernabé Huatatoca, trabajadores del CIPCA, con su ayuda brindada pude llevar a cabo trabajos de campo haciendo más fácil las actividades y el por el tiempo brindado.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi querida madre Mónica Miguez, por todo el apoyo brindado, haciendo posible que cumpliera con esta meta, por los consejos de aliento para que día me superara, el esfuerzo dedicado para que culmine esta etapa profesional de mi vida.

A mi madre Clara Garófalo y padre Rodolfo Miguez por guiarme e inculcarme valores que me ayudarían en toda esta trayectoria, por haber puesto toda su confianza en mí.

A mi hermano Mateo Miguez porque él fue mi inspiración para salir adelante para poder ser su ejemplo, y que cumpla todas las metas que se proponga en su vida.

A mis tíos Marcos Miguez, Sandra Miguez por todos los consejos brindados y el apoyo recibido de su parte para que cada día estuviera más cerca de mi meta.

A mis primos Alfredo Miguez y Anita Miguez por haber formado parte de mi vida, compartido muchas experiencias juntos y sus palabras de aliento para que nunca me diera por vencida.

A mis tías Blanca Miguez y Graciela Miguez por el apoyo brindado y sus consejos.

A William Miguez por haber sido como un padre, todos los consejos recibidos para que saliera adelante y nunca me diera por vencida hasta logar esta gran meta de mi vida.

A la Sra. Sonia Zumba por todas sus palabras de aliento para que culminara con mis estudios, por todo el apoyo brindado de su parte.

A mi novio Byron Obando que ha formado parte de esta larga trayectoria, para poder superarme cada día, por todas sus palabras de motivación por su tiempo brindado para que se hiciera realidad este sueño por estar en todo momento que lo necesitara.

Dios los bendiga a todos.

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro experimental y Conservación Amazónica. El trabajo se realizó con el objetivo de establecer los coeficientes de digestibilidad aparente de los forrajes *Arachis pintoi, Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides, Pennisetun purpureun, Brachiaria brizantha*. Los tratamientos fueron**:** T1 (maní forrajero 100%); T2 (maní forrajero 50% + king grass morado 50%); T3 (maní forrajero 50% + marandú 50%); T4 (maní forrajero 50% + king grass verde 50%). Se trabajó con cuatro ovinos Black Belly en la etapa de engorde con un peso inicial de 34 kg, y se distribuyó uno en cada jaula metabólica. El experimento se condujo bajo un diseño experimental cuadrado latino (DCL) 4 x 4, se realizó ANOVA y la comparación de medias se hizo con la prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Las variables investigadas fueron: digestibilidad de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), grasa bruta (GB) y minerales. Los coeficientes de digestibilidad aparente de la MS, MO, PB, y minerales fueron altos y no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos. En relación al aprovechamiento de la FB y GB se observó efecto significativo ($P \leq 0,05$) entre tratamientos, el mayor aprovechamiento presentó el T4, en ovinos (Black Belly) en la etapa de engorde.

Palabras claves: digestibilidad aparente, gramíneas, leguminosas, ovinos de pelo.

EXECUTIVE SUMMARY AND KEYWORDS

The present investigation was carried out in the Experimental Center and Amazonian Conservation. The work was carried out in order to establish the apparent digestibility coefficients of the forages Arachis pintoi, Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides, Pennisetun purpureun, Brachiaria brizantha. The treatments were: T1 (100% fodder peanut); T2 (fodder peanut 50% + king grass purple 50%); T3 (fodder peanut 50% + marandú 50%); T4 (fodder peanut 50% + king grass green 50%). We worked with four Black Belly sheep at the fattening stage with an initial weight of 34 kg, and one was distributed in each metabolic cage. The experiment was conducted under a Latin square experimental design (DCL) 4 x 4, ANOVA was performed and the comparison of means was made with the Tukey test ($P \leq 0.05$). The variables investigated were: digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (PB), crude fiber (FB), crude fat (GB) and minerals. The apparent digestibility coefficients of the MS, MO, PB, and minerals were high and did not show significant differences ($P > 0.05$) between treatments. In relation to the use of FB and GB, a significant effect was observed ($P \leq 0.05$) between treatments, the greatest advantage was T4, in sheep (Black Belly) in the fattening stage.

Key words: apparent digestibility, grasses, legumes, sheep hair.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I 1

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 3

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3

1.3. OBJETIVOS 3

1.3.1. Objetivo general 3

1.3.2. Objetivos específicos 3

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN 4

2.1. Producción ovina en el mundo 4

2.2. Producción ovina en el Ecuador 4

2.3. Producción ovina en la Amazonía 4

2.4. Origen del ovino Black Belly 4

2.4.1. Taxonomía del ovino Black Belly 4

2.4.2. Características morfológicas 5

2.5. Maní forrajero *(Arachis pintoi)* 5

2.5.1. Origen 5

2.5.2. Taxonomía de maní forrajero 5

2.5.3. Condiciones de adaptación y desarrollo 6

2.5.4. Producción y calidad de forraje 6

2.5.5. Valor nutritivo y rendimiento 7

2.6. Marandú *(Brachiaria brizantha)* 7

2.6.1. Origen 7

2.6.2. Taxonomía del marandú 7

2.6.3. Condiciones de adaptación y desarrollo 7

2.6.4. Valor nutritivo 8

2.7. King grass verde *(Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)* 8

2.7.1. Origen 8

2.7.2. Descripción morfológica 8

2.7.3. Valor nutritivo 9

2.7.4. Rendimiento 9

2.8. King grass morado (*Pennisetun purpureun)* 9

2.8.1. Origen 9

2.8.2. Valor nutritivo 9

2.8.3. Rendimiento 9

2.9. Características generales del sistema digestivo de los ovinos 10

2.9.1. Sistema digestivo 10

2.10. Desarrollo funcional del aparato digestivo de ovinos 10

2.11. Digestibilidad de rumiantes 11

2.12. Prueba de digestibilidad 12

2.13. Determinación de la digestibilidad 12

2.14. Digestibilidad aparente (DA) 12

CAPÍTULO III 13

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 13

3.1. Localización 13

3.2. Tipo de investigación 13

3.3. Métodos de investigación 14

3.3.1. Manejo de las áreas de pasto y forraje 14

3.3.2. Manejo de los animales 14

3.3.3. Suministración del alimento 14

3.3.4. Recolecta de las heces 15

3.4. Análisis de laboratorio 16

a. Determinación de la humedad inicial 16

b. Determinación de cenizas 16

c. Determinación de la Proteína Bruta 16

d. Determinación de Grasa Bruta 16

e. Determinación de la Fibra Bruta 17

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 17

3.5.1. Análisis estadístico y pruebas de significancia 18

3.6. FACTORES DE ESTUDIO 18

3.6.1. Variables dependientes 18

3.6.2. Variables independientes 18

3.7. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES 18

3.7.1. Materiales 19

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 20

CAPÍTULO V 24

5.1. CONCLUSIONES 24

5.2. RECOMENDACIONES 24

CAPÍTULO VI 25

6. BIBLIOGRAFÍA 25

CAPÍTULO VII 29

7. ANEXOS 29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción nutricional promedio del maní forrajero *(Arachis pintoi)*..... 6

Tabla 2. Frecuencias de corte sobre el contenido de proteína cruda de fósforo digestibilidad in vitro de la Materia Seca del Brachiaria brizantha de la Amazonía ecuatoriana..... 8

Tabla 3. Clasificación funcional de las bacterias ruminales..... 11

Tabla 4. Composición de las dietas experimentales..... 15

Tabla 5. Aporte de nutrientes de las dietas bajo estudio. 15

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Aparato digestivo de la oveja 10

Gráfico 2. Ubicación geográfica del CIPCA 13

Gráfico 3. Diseño cuadrado latino 17

Gráfico 4. Digestibilidad aparente de la Materia seca 20

Grafico 5. Digestibilidad aparente de la Materia orgánica 21

Gráfico 6. Digestibilidad aparente de la Proteína bruta 21

Gráfico 7. Digestibilidad aparente de la Fibra bruta 22

Gráfico 8. Digestibilidad aparente de Grasa bruta 23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recolección de los pastos y forraje 29

Figura 2. Área de picado para los pastos 29

Figura 3. Se utilizó una balanza manual de gancho para el pesaje de los tratamientos 30

Figura 4. Suministración de las diferentes dietas a los animales 30

Figura 5. Colación de bolsas recolectoras elaboradas con sacos 31

Figura 6. Recolección de las heces fecales 31

Figura 7. Pesaje de las heces recolectadas para la investigación 32

Figura 8. Almacenamiento de las heces para llevar a laboratorio 32

Figura 9. Secado de las heces en la mufla hasta obtener el peso constante 33

Figura 10. Secado y triturado de las heces recolectadas 33

Figura 11. Calcinamiento de las muestras para ceniza 34

Figura 12. Muestras calcinadas 34

Figura 13. Pesaje de las muestras para proteína 35

Figura 14. Digestor de proteína 35

Figura 15. Colocación de muestras en la mufla 36

Figura 16. Colocación de las muestras de fibra en la desecadora 36

Figura 17. Análisis de fibra 37

Figura 18. Análisis de humedad de las muestras 37

Figura 19. Determinación de grasa extractor GOLDFISCH 38

Figura 20. Determinación de fibra de todas las muestras 38

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En los años 90 en la Amazonía se dio inicio a la ganadería de ovinos de pelo, y hoy su población se puede valorar en 1000 animales, distribuidos entre 120-140 fincas con una media de 7 a 8 ovejas por finca (Moyano, López, y Marini, 2017).

Las ovejas de pelo han ido evolucionando esto se debe a la influencia selectiva de la naturaleza y del hombre, su pelaje es parecido al de los bovinos y caprinos. Se adaptan bien en los ambientes tropicales, lo cual es significativo para muchos países en vías de desarrollo, donde está es la principal actividad, en ocasiones las únicas. Se estima que la población ovina mundial que llega a 1.1 mil millones (Mendives, 2007).

El ovino es un rumiante y buen productor de lana, cuero, carne y en algunas zonas, también de leche, tiene un temperamento tranquilo y su instinto gregario permite una ventaja para el manejo, en el mundo hay una gran cantidad de razas ovinas con gran diferenciación en cuanto a las características y aptitudes, la expansión mundial que posee se debe a su resistencia y adaptabilidad al medio, presentan unas particularidades especiales a diferencia de las otras especies, como es la fácil explotación extensiva, además de su fácil adaptabilidad y de buen uso de los recursos forrajeros (Espinal, Martínez Covaleda, y Amézquita, 2006).

Según Martínez (2015) la producción ovina es una actividad muy difundida en todo el mundo que se desarrolla principalmente en pastoreo. En el 2013 se generaron 13.6 millones de toneladas métricas de carne de ovino que contribuyeron con casi el 5% del total de carnes producidas ese año.

De acuerdo a Burgos, Crespo, Quintana, y Vallejos (2016) la alimentación animal es uno de los factores que aquejan mayormente los costos en la producción además es necesario conocer el valor nutricional de los alimentos para suministrar de acuerdo a los requerimientos que necesitan los animales y los objetivos de producción, para así mejorar los costos y la respuesta biológica en los sistemas de producción animal.

La materia seca es un componente de la calidad del forraje, tiene gran importancia para la producción animal, manifiestan que el consumo diario de materia seca es la medida más importante para poder llevar a cabo inferencias con respecto al alimento y de la respuesta animal, el consumo restringido de nutrientes se compone, probablemente, en el principal

factor con esto limitando la producción de los animales en pastoreo, especialmente en regiones tropicales, donde los animales están expuestos a cambios continuos en el estándar de suministro del alimento. Esto quiere decir que cualquier descenso en el consumo voluntario tiene efecto significativo sobre la eficiencia de producción, los factores que limitan el agotamiento de forraje puede ser de gran importancia como elemento complementario en el establecimiento de manejos para que permitan superar estas limitaciones y mejorar la utilización de los pastos (Euclides, Cardoso, Macedo, y Oliveira, 2000).

Para obtener un buen rendimiento de los rumiantes esto va a depender de la actividad, habilidad y capacidad de sus microorganismos para degradar y emplear los alimentos de la dieta. A pesar de existir una competencia de sustratos en el rumen es alta, el sinergismo y la simbiosis entre los microorganismos hacen que sea más eficiente el uso de los mismos (Rojas, Gonzáles, Escalante, Orozco, y Holguín, 2015).

Las leguminosas incrementan la calidad del forraje consumido y actúan indirectamente al proveer nitrógeno a la gramínea acompañante, a pesar de conocer estas ventajas evidenciadas de las leguminosas, el uso que se tiene en el trópico es limitado, esto se debe por la falta de persistencia de las leguminosas en asociaciones, especialmente bajo pastoreo, por esto se realizan nuevas estrategias de alimentación, utilizando especies de leguminosas o gramíneas mejoradas guardadas en forma de heno siendo una alternativa sugestiva (Sandoval, Valencia, Rodríguez, y Randel, 2009).

En la alimentación animal los forrajes de corte han jugado un papel importante en la alimentación esto se debe a la gran cantidad de materia seca que pueden producir, y además porque se puede aprovechar cuando hay una escasez de forraje para pastoreo, es por eso que en las últimas fechas, el beneficio de este tipo de forrajes ha comprendido de una gran variedad de especies (González, Torres, y Arece, 2011).

El maní forrajero al ser una leguminosa muy importante en la Amazonia por su aporte de proteína permite considerarla como una fuente significativa de proteína matabolizable para los animales de altos rendimientos, es así que podemos utilizar como monocultivo, también asociada con forrajes de piso o de corte, mediante el ensilaje y la henificación (Bourrillon, 2007).

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la Amazonía ecuatoriana encontramos una gran variedad de pastos y forrajes para la alimentación animal, por lo cual se hace necesario estudiar los principales pastos de esta zona como es: maní forrajero *(Arachis pintoi)*, king grass verde *(Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)*, king grass morado (*Pennisetun purpureun)* y marandú *(Brachiaria brizantha).* Existen pocos estudios de la digestibilidad aparente de dichos pastos, por lo que no se conoce por parte de los ganaderos el valor nutritivo de los mismos. Como sabemos los forrajes, como todos los alimentos, están compuestos por una diversidad de moléculas de diferentes tamaños y propiedades, lo que determina una gran variabilidad en la eficiencia del proceso digestivo, esto hace que la valoración de los forrajes sea una herramienta fundamental, para contribuir a satisfacer las necesidades nutritivas de los ovinos y medir características definidas que potencien o limiten su inclusión en una ración. La tecnificación experimentada y en especial los avances obtenidos en nutrición y alimentación animal, requieren de información cada vez más precisa y rápida respecto del valor nutritivo de los alimentos, y dentro de éste, de la digestibilidad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál de las dietas empleadas presentará altos coeficientes de digestibilidad aparente, en ovinos (Black Belly) en la etapa de engorde?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la digestibilidad aparente de cuatro dietas conformadas de *Arachis pintoi* (maní forrajero), *Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides* (king grass verde), *Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides* (king grass morado), y *Brachiaria brizantha* (marandú), en ovinos (Black Belly) en la etapa de engorde.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), grasa bruta (GB) y minerales de los forrajes bajo estudio.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Producción ovina en el mundo

La población ovina mundial se halla alrededor de 1064,17 millones de cabezas distribuidas de manera desigual en los distintos países (FAO, 2011).

La producción ovina es una de las fuentes para satisfacer las demandas calóricas y proteicas del hombre, simboliza el 8 % de la producción de carne mundial, con una gran gama de productos como leche, lana, carne, piel entre otros, también la económica explotación, y su fácil manejo al igual que su buena adaptabilidad. Es importante conocer que la carne magra del ovino tiene parecido contenido en grasa que el vacuno y porcino y una buena aprobación por la población (Figueredo y Iser del Toro, 2005).

2.2. Producción ovina en el Ecuador

Según los datos del INEC (2009), en el Ecuador el número de cabezas de ganado ovino es de 819.564 que se encuentran distribuidos en las tres regiones del país.
Se conoce que el uso de mezclas forrajeras para la alimentación del ganado en aislamiento y el engorde de ovinos, permite un aumento en la productividad y rentabilidad del productor (Sánchez, 2003).

2.3. Producción ovina en la Amazonía

En los últimos años la Amazonía ha presentado sistemas de producción ovina que van en aumento debido a su gran rentabilidad económica, la cual ha permitido a pequeños y medianos productores tener mejores ingresos económicos esto se debe al fácil manejo. En el Censo ejecutado en el 2012 se constató un total de 10.750 ejemplares distribuidos en la Región Amazónica (INEC, 2009).

2.4. Origen del ovino Black Belly

Todos los autores coinciden en que este ovino de pelo llegó a las Islas Barbados procedentes del África Occidental y que hace más de 300 años existe en la isla (Valdez, 2008).

2.4.1. Taxonomía del ovino Black Belly

Según Valdez (2008), la clasificación taxonómica del ovino Black Belly se clasifica de la siguiente manera: Reino; Animal, Phylum; Cordado vertebrado, Clase; Mamífero, Orden; Artiodáctilos, Sudorden; Rumiante, Familia; Ovidos, Nombre científico; Ovis aries, Raza; Black Belly.

2.4.2. Características morfológicas

El Black Belly es un animal de pelo de talla media, presenta una coloración determinada de marrón y negro, la coloración negra cubre abajo de la quijada, también la barbilla, la garganta, el pecho, toda la panza, la parte interior de las piernas y se amplía como una línea angosta a lo largo de la parte inferior de la cola hasta cerca de su punta, la cara interna y el borde del pabellón de las orejas son negras y se observan unas llamativas rayas negras en la cara, desde arriba de los ojos hasta el hocico, el color de la lengua y el paladar son también negros. Esta raza es acorné, mocha de cuernos, pero a veces podemos observar que algunos machos presentan esbozos, sin tocones cornéales; raramente presentan cuernos, tienen pequeños azulados, su cabeza es alargada presenta orejas medianas y rectas, con perfil recto o romo básicamente en los machos, cuello largo, balanceado con relación al tamaño del cuerpo y la cabeza, es ancha en su base, algunos ovinos puede presentar crin en la parte superior o en el pecho, hombros de implante armónico, su pecho debe ser amplio y profundo, largo, de lomo y grupa rectos, con costillar profundo, los miembros son fuertes, rectos bien aplomados, piernas que presentan una buena masa muscular, y las pezuñas de color negro, la alzada a la cruz va desde los 60 a 70 cm. en las hembras y de 75 a 81 cm. en los machos (Valdez, 2008).

2.5. Maní forrajero *(Arachis pintoi)*

2.5.1. Origen

La leguminosa forrajera *Arachis pintoi*, conocida comúnmente como maní forrajero, fue recolectada originalmente en Bahía, Brasil, por Pintoi en 1954, actualmente es una especie promisoria en varios países de América Latina, desde Costa Rica hasta Bolivia (Ferguson, Cardozo, y Sánchez, 1992).

2.5.2. Taxonomía de maní forrajero

Según Cuesta, Rincón, Pérez, Lascano, y Ferguson (1992), clasifica al maní forrajero de la siguiente manera: Orden; Fabales, Familia; Fabaceae (Papilionaceae), Tribu; Aeschynomeneae, Subtribu; Stylosanthizae, Sección; Caulorhizae, Género; Arachis, Especie; Pintoi.

2.5.3. Condiciones de adaptación y desarrollo

El maní forrajero es una leguminosa que se adapta bien en regiones tropicales con alturas de 0 a 1800 msnm y con precipitación de 2000 a 3500 mm anuales, se desarrolla en diversos tipos de suelos como son suelos oxisoles, ácidos y pobres de nutrientes, en suelos franco arcillosos con contenidos de materia orgánica superiores al 3% (Rincón, 1999).

Tabla 1. Descripción nutricional promedio del maní forrajero *(Arachis pintoi)*.

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

Fuente: Mejía, Solano, Cuan, y Murillo (2006)

2.5.4. Producción y calidad de forraje

El maní forrajero ha demostrado excelentes rendimientos en condiciones de trópico húmedo, de 8 a 10 Tm/MS/ha, la disponibilidad de forraje depende de la fertilidad natural del suelo, de la precipitación, y de la fertilización en el establecimiento y de mantenimiento del maní forrajero. En condiciones favorables y luego de seis meses de la siembra en monocultivo, se han obtenido de 500 a 700 Kg./ha de materia seca, en suelos con altos contenidos de arena

y sin fertilización, los rendimientos no llegan a los 200 Kg./ha de materia seca (Tuquinga, 2015).

2.5.5. Valor nutritivo y rendimiento

La leguminosa *Arachis pintoi* tiene hojas suaves y es muy apetecido por el ganado, el contenido de proteína cruda promedio va de 20,2 a 19,3%, procediendo a medida que aumenta su madurez; la digestibilidad in vitro varía de 53,0 a 59,3% lo que le da una buena aceptabilidad por los animales, la productividad de forraje promedio es de 6.912 kg/ha/año, obteniendo sus mayores rendimientos a las 9 y 12 semanas de descanso (González, Anzúlez, Vera, y Riera, 1997).

2.6. Marandú *(Brachiaria brizantha)*

2.6.1. Origen

El pasto marandú, proviene de la accesión *Brachiaria brizantha* cv xaraés la cual fue hallada en la región de Cibitoke en Burundi entre los años de 1984 y 1985, su origen lo obtuvo en el germoplasma introducido en Sáo Paulo (Brasil) en 1986, que fue originario de la Estación de Investigación en Pasturas de Simbabwe, África, como cultivo in vitro en tubos de ensayo, su nombre es de origen tupiguaraní en homenaje al lugar donde se ha estudiado, en Mato Grosso do Sul (Panaifo, 2014).

2.6.2. Taxonomía del marandú

Según Panaifo (2014), el marandú se clasifica de la siguiente manera: Reino; Plantae, División; Magnoloiphyta, Clase; Magnoliophyta, Orden; Poales, Familia; Gramíneas, Subfamilia; Panicoideae, Género; Brachiaria.

2.6.3. Condiciones de adaptación y desarrollo

Según estudios el pasto marandú crece bien en regiones tropicales, desde el nivel del mar hasta los 1800 m de altitud, con precipitaciones que pueden variar desde los 800 hasta los 3500 mm/año, este pasto puede desarrollarse muy bien en diferentes tipos de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, con baja fertilidad, buen drenaje y puede soportar las sequías prolongadas (Rengifo, 2013).

2.6.4. Valor nutritivo

Se considera que el valor nutritivo del Brachiaria brizantha es bueno, siendo deseado por el ganado bovino y ovinos tropicales existentes en la Amazonía ecuatoriana, además es de mejor calidad si comparamos con otras especies de Brachiaria adaptadas a la zona (González et al., 1997).

Tabla 2. Frecuencias de corte sobre el contenido de proteína cruda de fósforo digestibilidad in vitro de la Materia Seca del Brachiaria brizantha de la Amazonía ecuatoriana.

	FRECUENCIAS DE CORTE (SEMANAS)			
VARIABLES	**3**	**6**	**9**	**12**
Proteína cruda %	12,64	11,02	10,09	8,91
Fósforo %	0,25	0,21	0,18	0,17
Digestibilidad in vitro %	49,77	46,88	44,11	44,86

Fuente: Programa de Ganadería Bovina y Pastos. E.E. Napo-Payamino, INIAP 1993

2.7. King grass verde *(Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides)*

2.7.1.Origen

El king grass verde obtenido por método biotecnológico en el Instituto de Ciencia Animal (ICA) de Cuba, según los especialistas cubanos, esta es una variedad híbrida derivada por cultivo in vitro a partir del pasto Elefante (*Pennisetum purpurem*) y del pasto King grass (*Pennisetum sp*), su característica más destacada es el acortamiento que existe, en los entrenudos se puede apreciar después de los 45 días de rebrote (Arias, 2012).

2.7.2. Descripción morfológica

Es una especie forrajera perenne de desarrollo erecto que puede alcanzar hasta 3 metros de altura, el tallo es parecido a la caña de azúcar, logra entre 13 y 15 cm de diámetro, por aquello cuando está maduro puede ser flexible, tiene hojas anchas y largas con vellosidades suaves y no muy largas, su color puede variar declaro cuando son jóvenes hasta verde oscuro cuando están maduras (Tergas, 1984).

2.7.3. Valor nutritivo

El king grass verde presenta un valor nutritivo de 14,48% de materia seca, 8,84 de proteína cruda y 46,32 de digestibilidad in vitro de la materia seca (Grijalva y Ramos, 2011).

2.7.4. Rendimiento

Su rendimiento es de 26,73 t de materia seca/hectárea/año, con un corte de 60 días.

2.8. King grass morado (*Pennisetun purpureun)*

2.8.1. Origen

El king grass morado se desarrolló en Tifton, Georgia, E.E.U.U, su origen es africano por selección de una progenie autopolinizada del pasto Merkeron, el cual es un hibrido alto seleccionado de un cruce de pasto elefante enano x pasto elefante alto, su principal característica es su componente genético un gen recesivo que le da una coloración purpura de donde adquiere su segundo nombre en la clasificación de la respectiva especie (Arias, 2012).

Es un genotipo de gran potencial, por su alto rendimiento y su buena calidad, ya que se seleccionó de una progenia autopolinizada del pasto merkeron, híbrido que fue seleccionado del cruzamiento de pasto elefante enano x pasto elefante alto (Calvillo, Hernández, Ramos, y Monjaras, 2018)

2.8.2. Valor nutritivo

El valor nutritivo del *Pennisetum purpuren* es de 15,07% de materia seca, 11,55% de proteína cruda y 48,43 de digestibilidad in vitro de la materia seca (Grijalva y Ramos, 2011).

2.8.3. Rendimiento

Según Grijalva y Ramos (2011), el rendimiento del king grass morado es de 32,60 toneladas de materia seca por hectárea al año, con una frecuencia de corte de 60 días.

2.9. Características generales del sistema digestivo de los ovinos

2.9.1. Sistema digestivo

El sistema digestivo de los ovinos corresponde al característico de animales rumiantes (ovinos, bovinos, caprinos y ciervos), el cual les permite utilizar, como base de su alimentación, distintos tipos de forrajes, desde pastos toscos, como henos de baja calidad, hasta heno de alfalfa de alto valor, así como alimentos concentrados como granos de cereales y leguminosas. Estos alimentos son expuestos a procesos fermentativos efectuados por los microorganismos que se encuentran en parte del aparato digestivo, existiendo un uso eficiente de los nutrientes contenidos en los distintos ingredientes de la dieta, en especial aquellos que aparentemente tienen un bajo aporte nutricional. Los rumiantes por si solos no son capaces de utilizar los forrajes; esa función es propia de los microorganismos presentes en el rumen (Castellaro, Orellana, y Escanilla, 2015).

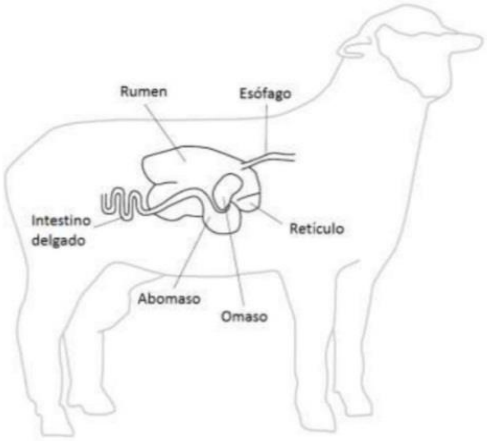


Gráfico 1. Aparato digestivo de la oveja

Según Castellaro et al., (2015), el estómago de los ovinos es complejo y posee cuatro partes: rumen, retículo, omaso y abomaso (Gráfico 1). Los proceso fermentativos que se llevan a cabo especialmente en el retículo-rumen permiten a los ovinos obtener energía a partir de carbohidratos estructurales presentes en las plantas (celulosa, hemicelulosa y pectina), material que no es aprovechado por otro tipo de animales (como cerdos, perros y aves). La capacidad total del rumen de un ovino adulto se estima en 20 litros.

2.10. Desarrollo funcional del aparato digestivo de ovinos

El diseño de la estructura funcional del aparato digestivo de los ovinos debe evolucionar apropiadamente para llevar a cabo la digestión de alimento consumido por el rumiante y transformar los carbohidratos estructurales contenidos en la pared celular del forraje, lo cual

es efectuado especialmente por bacterias y protozoarios que viven en dicha cámara de fermentación (López, 2007).

2.11. Digestibilidad de rumiantes

La digestibilidad tiene inicio en el abomaso del rumiante ya que es un estomago glandular verdadero y funciona del mismo modo que los estómagos monogástricos, los rumiantes se diferencian de otros mamíferos en que gran parte de su ingestión oral pasa por pre-digestión microbiana en los estómagos monogástricos anteriores mayormente del herbario y retículo, también existe fermentación postgástrica en el ciego y colon, pero está tiene menos importancia que en algunos otros herbívoros (Caicedo y Cunuhay, 2007).

Tabla 3. Clasificación funcional de las bacterias ruminales.

Grupo de bacterias	**Característica funcional**	**Principales productos finales de su metabolismo**
Celulolítica	Fermentan hidratos de carbono estructurales de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y pectinas)	AGV (especialmente acetato)
Amilolíticas	Fermentan hidratos de carbono de reserva de granos (almidón)	AGV (especialmente propionato)
Sacarolíticas	Fermentan hidratos de carbono simples (azúcares vegetales)	AGV (especialmente butirato)
Lactolíticas	Metabolizan el lactato	AGV (especialmente propionato)
Lipolíticas	Metabolizan grasas	Ácidos grasos libres de AGV (especialmente propionato)
Proteolíticas	Degradan las proteínas	AGV y amoníaco (NH_3)
Metanógenas	Producen metano	Metano (CH_4)
Urealíticas	Hidrolizan la urea	CO_2 y NH_3

Fuente: Relling y Mattioli (2003)

2.12. Prueba de digestibilidad

Para calcular la digestibilidad de un alimento, es necesario tener en cuenta varios aspectos que pueden afectar los resultados, como por ejemplo, la especie vegetal o animal a la que pertenece el ingrediente, el procesamiento, la interacción entre los nutrientes de la dieta o ingrediente, el método analítico utilizado para determinar los valores de digestibilidad, así como también los factores ambientales y propios del individuo, debido a la importancia de la digestibilidad en la nutrición, se desarrollaron diversos métodos para evaluar un ingrediente en particular o una dieta balanceada en todos los nutrientes que la constituyen, el nivel de aprovechamiento y su efecto en el desempeño y en la salud del animal (Osorio, Giraldo, y Narváez, 2012).

EI método más confiable para medir la digestibilidad es el método de recolecci6n total de heces (CTH), ya que involucra factores del alimento y de los animales (Gutiérrez y Tejada, 1992).

2.13. Determinación de la digestibilidad

El proceso digestivo es un conjunto de fenómenos cuyo objetivo es proporcionar nutrimentos al animal, y está compuesto por el proceso de ingestión de alimento, la secreción de ácido clorhídrico y de enzimas en el tracto gastrointestinal, la hidrólisis de macromoléculas, la absorción de nutrientes y la excreción de productos de desecho, la mezcla de los procesos de digestión y absorción es conocida como la digestibilidad de un nutrimentos, y está íntimamente relacionada con el valor nutritivo de los alimentos (Parra y Gómez, 2009).

2.14. Digestibilidad aparente (DA)

La digestibilidad es evaluada a partir de la digestibilidad de heces, con este método no se conoce la proporción de la proteína que proviene de la dieta o de la secreción de nitrógeno endógeno (NE), y solo permite asumir que cantidad del alimento fue asimilado por el animal. Las principales pérdidas de nitrógeno endógeno provienen de mucoproteínas, enzimas pancreáticas e intestinales, saliva, secreciones biliares y gástricas, y células descamadas de la mucosa intestinal, así como de la proteína de origen bacteriano, los valores de (DA) son afectados por el nivel de proteína cruda (PC) en la dieta (Parra y Gómez, 2009).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El trabajo experimental se realizó en el Centro de investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), que se halla situado en la Región Amazónica Ecuatoriana, localizada en la Provincia de Pastaza y Napo, en el Cantón Santa Clara y Carlos Julio Arosemena Tola; vía Napo Km. 44 con una altitud de 443 a 1137 msnm. La temperatura promedio es de 24 °C, con clima tropical húmedo y precipitación anual entre 3654,5 y 5516 mm. El CIPCA comprende 2840.28 ha, con un 70 % de bosque primario, con vegetación caracterizada por bosques húmedos lluviosos tropicales; este escenario amazónico cuenta con una alta diversidad florística y faunística (Ramírez, Gonzáles, Andrade, y Torres, 2016).

Fuente: CIPCA (2018)

Gráfico 2. Ubicación geográfica del CIPCA

3.2. Tipo de investigación

La investigación es experimental porque se investigó la digestibilidad aparente de los pastos en estudio, sobre los indicadores de materia seca, materia orgánica, proteína bruta, fibra bruta, grasa bruta y minerales, en condiciones de la Amazonía para obtener resultados en este entorno.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación utilizado para el desarrollo de la investigación fue experimental.

3.3.1. Manejo de las áreas de pasto y forraje

Para la suplementación de los animales se utilizó pastos y forrajes de un área establecida de la Estación de pastos y forrajes del CIPCA. Antes de iniciar el experimento se realizó un corte de uniformidad para asegurar la disponibilidad de un rebrote de 45 días de edad, se obtuvo un área de king grass verde, king grass morado, marandú y maní forrajero, sin riego, ni fertilizante fue utilizada para la producción del forraje de las dietas para los ovinos. Los forrajes fueron cortados con ayuda de un machete, mientras que el maní forrajero fue recolectado con una motoguadaña, se realizó un pre-secado por 48 horas antes de ofertar a los animales.

3.3.2. Manejo de los animales

Para el experimento se utilizaron 4 borregos (Black Belly) de la Universidad Estatal Amazónica, con un peso inicial de 34 kg y 11 meses de edad. Antes de iniciar el experimento a los animales se les aplicó vitaminas y fueron tratados contra parásitos externos e internos, a todos los animales se les suministró agua *ad libitum*, los animales fueron pesados al inicio del experimento y fueron alojados en jaulas metabólicas, luego se pesaron en cada periodo, antes de suministrarles el nuevo alimento.

3.3.3. Suministración del alimento

Se le suministró a cada animal el forraje picado uniforme con una medida de partícula de 0,5cm y cuidadosamente pesado, la muestra de la parte rechazada por el animal también fue pesada, esto se realizó con la finalidad de permitir la adaptación de los microorganismos del rumen y para ajustar la toma de alimentos hasta un nivel estable.

Para ajustar el consumo de MS en cada periodo para asegurar la totalidad de su consumo y reducir la variación en la medición de digestibilidad aparente en la etapa de recolección de heces, el consumo de alimento se ajustó de acuerdo al peso vivo de los animales. El alimento se lo colocó a las 9 de la mañana y 4 de la tarde dividiendo en dos partes iguales. En las tablas 4 y 5 se observa la composición y el aporte de nutrientes de las dietas experimentales bajo estudio.

Tabla 4. Composición de las dietas experimentales

Tratamiento	Variante	Abreviatura	Composición (%)
T1	Maní forrajero	MF	100
T2	Maní forrajero + king grass morado	MF+KV	50 + 50
T3	Maní forrajero + marandú	MF+M	50 + 50
T4	Maní forrajero + king grass verde	MF+KV	50 + 50

Tabla 5. Aporte de nutrientes de las dietas bajo estudio.

Nutriente (%)	Tratamientos experimentales			
	T1	T2	T3	T4
Materia Seca	92,42	91,68	90,96	86,86
Materia Orgánica	89,21	88,62	91,02	89,57
Proteína bruta	19,99	14,56	12,97	14,91
Fibra bruta	30,08	33,59	37,65	53,31
Grasa bruta	2,26	1,37	1,8	2,92

3.3.4. Recolecta de las heces

Luego de la adaptación de las dietas por 7 días, se recolectaron las heces por 5 días en cada periodo. Se colocaron arnés en cada animal para poder recolectar todas las heces, luego con ayuda de fundas plásticas se recolecto todos los desechos fecales para tener el peso de las heces, la recolecta de las heces se la realizó a las 8 de la mañana antes de suministrar el alimento, se congelaron a – 20 °C hasta su análisis. Según Lachmann y Febres (1999), el coeficiente de digestibilidad se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Coeficiente de digestibilidad (\%)} = [(NI-NH) / NI] \times 100$$

Donde:

NI = Nutriente ingerido

NH = Nutriente en heces

3.4. Análisis de laboratorio

El análisis de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, Ecuador.

Para la determinación de las variables: humedad inicial, materia seca, materia orgánica, proteína bruta, fibra bruta, grasa bruta, Guevara (2001), establece la siguiente metodología para cada variable:

a. Determinación de la humedad inicial

Consiste en secar el forraje en la estufa a una temperatura de 60 a 65 ° C hasta obtener un peso constante, el secado tiene una duración de 24 horas. Esta muestra posteriormente se lleva a moler.

b. Determinación de cenizas

Se llevó a cabo por medio de incineración seca y consistió en quemar la sustancia orgánica de la muestra en la mufla a una temperatura de 600 ° C, con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO_2, agua, amoníaco y la sustancia inorgánica (sales minerales) se quedó en forma de residuos, la incineración se llevó a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

c. Determinación de la Proteína Bruta

Se sometió a un calentamiento y digestión una muestra con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO_2 y agua, la proteína se descompone con formación de amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio. Este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoniaco sucede solamente en medio básico, luego de la formación de la sal de amoniaco actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCL al 0.1 N.

d. Determinación de Grasa Bruta

Consistió en la extracción de la grasa de la muestra por la acción de dietiletar y determinar así el extracto etéreo, el solvente orgánico que se evaporó constantemente igual su condensación, al pasar a través de la muestra extrae materiales solubles. El extracto se recogió en un beaker y cuando el proceso se completó el éter se destila y se recolectó en otro recipiente y la grasa se completa el éter se destiló y se recolectó en otro recipiente y la grasa cruda que se quedó en el beaker se seca y se pesa.

e. Determinación de la Fibra Bruta

Se basó en la sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancia extraída libre de nitrógeno, la separación de estas sustancias se logró mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las sustancias albuminosas, separan la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo este tratamiento el residuo que quedó es la fibra bruta.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para este trabajo se utilizó un Diseño cuadrado latino (DCL), con cuatro tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. Se utilizaron 4 borregos que se distribuyeron uno en cada jaula metabólica. Los tratamientos evaluados fueron: T1 Maní forrajero 100%; T2: Maní forrajero 50% + King grass morado 50%; T3: Maní forrajero 50% + Marandú 50%; T4: Maní forrajero 50% + King grass verde 50%.

Periodos \ Animales	1	2	3	4
1	A	B	C	D
2	C	A	D	B
3	B	D	A	C
4	D	C	B	A

Animales: 1, 2, 3, 4

Periodos:1, 2, 3, 4

Dieta: A, B, C, D

Gráfico 3. Diseño cuadrado latino

En la investigación se utilizó un diseño de Cuadrado Latino, representado mediante el siguiente modelo matemático:

$Y (ijk) = \mu + a (i) + ß (j) + ð (k) + e (ijk)$

$i = 1, 2,..., t; j = 1, 2,..., t; k = 1, 2,..., t$

Dónde:

Y (ijk) = Medición sobre la unidad experimental situada en la i-ésima fila y en la j-ésima columna, sometida al k-ésimo tratamiento.

µ = Constante común a todas las observaciones,

a (i) = efecto correspondiente a la i-ésima fila, (Periodos)

ß (j) = efecto correspondiente a la j-ésima columna, (Animales)

ð (k) = efecto correspondiente al k-ésimo tratamiento, (T1, T2, T3, T4)

e (ijk) = error residual, aleatorio, normal e independientemente distribuido, con media cero y varianza s^2.

3.5.1. Análisis estadístico y pruebas de significancia

A los resultados obtenidos en campo se les aplicó un análisis de varianza simple, entre factores para las variables seleccionadas y en aquellas que se obtuvo diferencias significativas, se realizó el test de comparación de medias con la prueba de Tukey $P<0,05$, el análisis fue corrido en el paquete estadístico Infostat para Windows versión 1.0 (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, González, y Robledo, 2012).

3.6. FACTORES DE ESTUDIO

3.6.1. Variables dependientes

a) Materia seca, (%)
b) Materia orgánica, (%)
c) Proteína bruta, (%)
d) Fibra bruta, (%)
e) Grasa bruta, (%)
f) Minerales, (%)

3.6.2. Variables independientes

a) T1: maní forrajero 100%
b) T2: maní forrajero 50% + king grass morado 50%
c) T3: maní forrajero 50% + marandú 50%
d) T4: maní forrajero 50% + king grass verde 50%

3.7. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

Talento humano que contribuyó en la presente investigación

Director del Proyecto de Titulación: Ing. Juan Carlos Moyano Tapia MsC.

Autora del Proyecto: Jenny Miguez

Colaboradores: Dayanara Huachamin, Walter Gutiérrez, Fernando Inga y Rafael Licuy.

3.7.1. Materiales

a. De campo

- 4 jaulas metabólicas
- 4 ovinos machos (Black Belly)
- Balanza
- Fundas plásticas
- Equipo de limpieza
- Machete
- Material de oficina

b. Equipo de laboratorio

- Reactivos y equipos para la determinación del análisis de humedad, cenizas, proteína bruta, fibra bruta, grasa bruta.
- Balanza analítica
- Computadora
- Materiales de escritorio

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Digestibilidad aparente de materia seca

Los coeficientes de digestibilidad de MS fueron altos y no hubo diferencia significativa (P>0,05) entre tratamientos: T1 (88,44%), T2 (88,7%), T3 (89,53%) y T4 (89,06%), Gráfico 4. Estos resultados son superiores a los reportados por Asqui y Bolivar (2012), quienes obtuvieron un valor de 69,01%, en dietas compuestas por morera en diferentes épocas de corte, y Ordóñez (2012) con maní forrajero muestra un valor de aprovechamiento de (57,97%). Esto pudo deberse al proceso de picado en los forrajes, las variedades y el tiempo de cosecha.

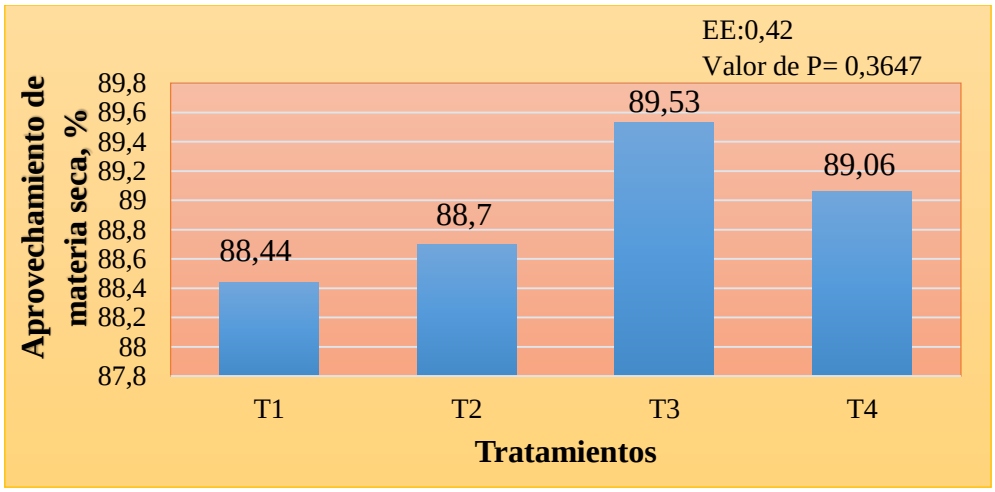


Gráfico 4. Digestibilidad aparente de la Materia seca

Digestibilidad aparente de la materia orgánica

Se pudo observar que los coeficientes de digestibilidad de MO fueron altos y no hubo diferencia significativa (P>0,05) entre tratamientos T1 (89,93%), T2 (89,8%), T3 (90,8%) y T4 (90,28%), Gráfico 5. En un trabajo realizado por Marichal (2012), a base de heno picado; muestran valores de aprovechamiento de 81% de materia orgánica, cifras inferiores a las encontradas en el presente estudio.

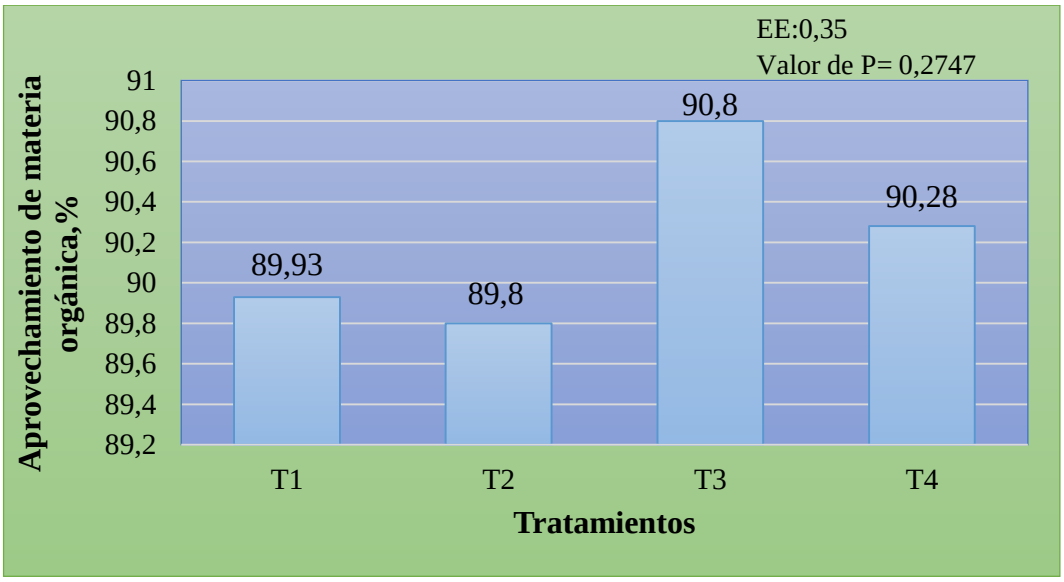


Grafico 5. Digestibilidad aparente de la Materia orgánica

Digestibilidad aparente de la proteína bruta

En los coeficientes de digestibilidad de PB fueron altos y no hubo diferencia significativa (P>0,05) entre los tratamientos T1 (88,44%), T2 (88,7%), T3 (89,53%) y T4 (89,06%), Gráfico 6. Estos resultados son superiores a los reportados por, Ordóñez (2012), quien obtuvo un valor de 75,14%, en dietas compuestas por maní forrajero. Los forrajes presentaron altos valores lo que podía estar relacionado con la edad de los forrajes, pues a medida que aumenta la edad se incrementa la cantidad de fibra y esto hace que la proteína sea baja.

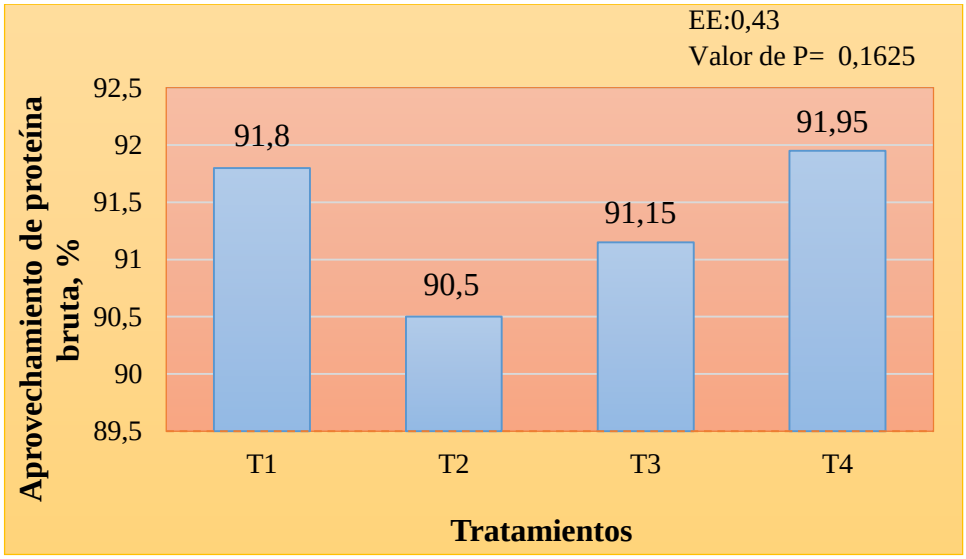
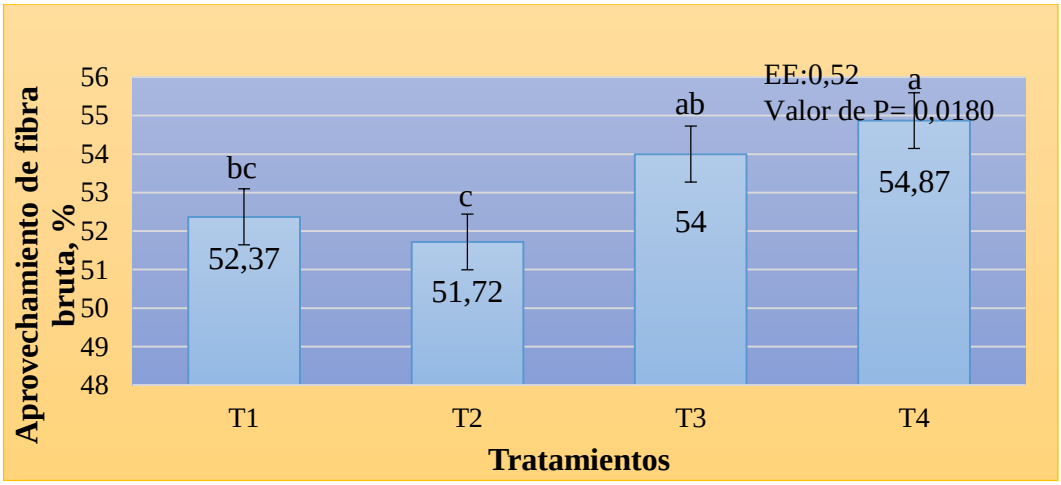


Gráfico 6. Digestibilidad aparente de la Proteína bruta

Digestibilidad aparente de la Fibra bruta

Los coeficientes de digestibilidad de FB presentaron diferencias significativas (P<0,05), entre tratamientos, el mejor valor presento T4 (54,87%), seguido por T3 (54%) y T1 (52,37%), y finalmente T2 (51,72%), Gráfico 7. En trabajos realizados sobre la digestibilidad de forrajes en cabras Brown, Salim, Chavalimu, y Fitzhugh (1988) y Van y Ledin (2001), han determinado valores de digestibilidad aparente para el king grass 59% para la fibra. De acuerdo al coeficiente de digestibilidad de la fibra bruta que se detalla, el T4 no difiere del T3, sin embargo, hubo diferencia entre el T1 y T2. Esta diferencia se le puede atribuir al proceso de lignificación que se produce en la estructura de la planta por consiguiente a mayor maduración menor el coeficiente de digestibilidad. Los valores obtenidos en la fibra muestran que la edad de los pastos fueron óptimos ya que presentaron buenos coeficientes de digestibilidad; esto pudo deberse a una buena calidad de fibra y mayor FDN.

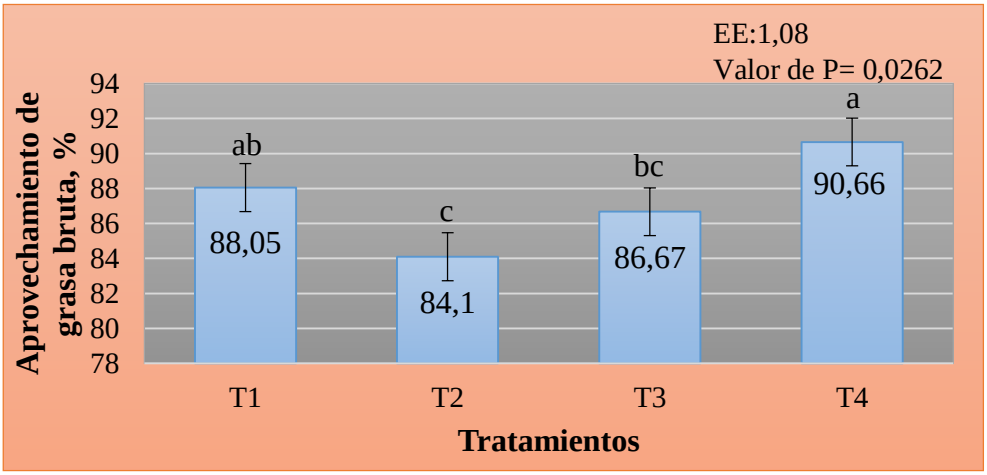


abc, letras distintas difieren significativamente P<0,05

Gráfico 7. Digestibilidad aparente de la Fibra bruta

Digestibilidad aparente de Grasa bruta

Con respecto a los coeficientes de digestibilidad de grasa bruta mostraron diferencias significativas (P<0,05), entre los tratamientos, el mejor valor lo obtuvo el T4 (90,66%), seguido por T1 (88,05%) y T3 (86,67%), y finalmente T2 (84,1%), Gráfico 8. De acuerdo a los coeficientes de digestibilidad aparente de la grasa bruta, el T4 no difiere del T1, sin embargo, hubo diferencia entre el T2 y T3. Esto ocurre por efectos de lignificación de la estructura química de la planta. Estudios realizados por Ordóñez (2012), muestran valores superiores 96,99% en dietas elaboradas por maní forrajero en la etapa de floración. Los altos valores de grasa en la investigación se debe a que un mayor ratio entre ácidos grasos insaturados (NS) y ácidos grasos saturados (S) significa una mejor digestibilidad de la grasa.



abc, letras distintas difieren significativamente P<0,05

Gráfico 8. Digestibilidad aparente de Grasa bruta

Digestibilidad aparente de Minerales

Los coeficientes de digestibilidad de minerales fueron altos y no hubo diferencia significativa (P>0,05) entre tratamientos T1 (23,91%), T2 (19,86%), T3 (23,38%) y T4 (21,44%), Gráfico 9. Existe un mejor aprovechamiento de minerales en el T1 (23,91). La absorción de los minerales depende de factores ligados al animal como son la edad, el estado fisiológico, estado sanitario, estado nutricional, además de los factores ligados al alimento, nivel en la dieta y de las interacciones mencionan Galaz y Josafat (2010), además la disponibilidad de los forrajes en el trópico presenta buenos niveles de concentración en minerales en la etapa de engorde.

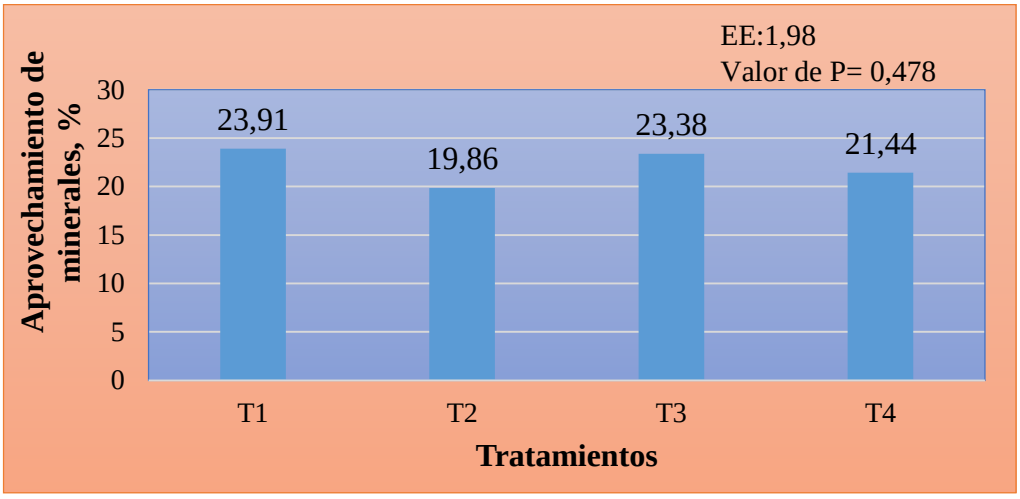


Gráfico 9. Digestibilidad aparente de minerales

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

1. Las dietas empleadas presentaron altos índices de aprovechamiento para la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB) y minerales.
2. Los mejores coeficientes de digestibilidad aparente fueron: fibra bruta (FB) 54,87% y grasa bruta (Gb) 90,62%, en el T4 (maní forrajero + king grass verde).

5.2. RECOMENDACIONES

- Continuar los estudios de digestibilidad en dietas a base de leguminosas y gramíneas, en la fase de engorde de los ovinos.

CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

Arias, J. (2012). Comportamiento agronómico y valor nutricional de tres variedades de pastos pennisetum para corte en la zona de Pichilingue Provincia de Los Ríos. Babahoyo: UTB, 2012, (1), pp30.

Asqui, L., y Bolivar, J. (2012). Calidad Nutritiva, Energía Metabolizable y Energía Neta de Lactancia de la Morera (Morus sp) Según Estado Fenológico en Ovinos. pp15.

Bourrillon, A. (2007). Ventajas y limitaciones para el uso de maní forrajero perenne (Arachis pintoi) en la ganadería tropical. XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Barquisimeto, 88-99.

Brown, D., Salim, M., Chavalimu, E., y Fitzhugh, H. (1988). Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of Pennisetum purpureum and Cajanus cajan foliage as utilized by lactating goats. Small. Rumin. Res. 1, 59-65.

Burgos, J., Crespo, Y., Quintana, Y., y Vallejos, M. (2016). Digestibilidad “In vivo” por ovinos Pelibuey a partir de dietas. Revista Electrónica de Veterinaria, 17(4), 1-12.

Caicedo, E., y Cunuhay, J. (2007). Uso del maní forrajero (Arachis pintoi L.), caña de azúcar (Sacharumm officinarum), mar-alfalfa (Pennisetum violaceum) en la alimentación de terneros Gir-Holando en base a los requerimientos nutricionales diarios. pp145.

Calvillo, A., Hernández, M., Ramos, R., y Monjaras, R. (2018). Características variedades y usos del pasto elefante (pennisetum purpureum schumach. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", 1-55.

Castellaro, G., Orellana, C., y Escanilla, J. (2015). Manual básico de nutrición y alimentación de ganado ovino. Facultad de Ciencias Agronómicas- Universidad de Chile, 56.

Cuesta, P., Rincón, A., Pérez, R., Lascano, C., y Ferguson, J. (1992). Maní forrajero perenne (Arachis pintoi Krapovickas y Gregory): Una alternativa para ganaderos y agricultores. Instituto Colombiano Agropecuario, 1-26.

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., y Robledo, C. (2012). InfoStat. versión 2012 [Windows]; Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, Available: <htt://www.infostat.com.ar/>. pp25.

Espinal, C., Martínez Covaleda, H., y Amézquita, J. (2006). La cadena de ovinos y caprinos en Colombia. pp90.

Euclides, V., Cardoso, E., Macedo, M., y Oliveira, M. (2000). Consumo voluntário de Brachiaria decumbens cv. Basilisk e Brachiaria brizantha cv. Marandu sob pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia, 29(6), 2200-2208.

FAO. (2011). Perfiles por país del recurso pastura/forraje. [Online]. Retrieved from http://www.fao.org. pp10.

Ferguson, J., Cardozo, C., y Sánchez, M. (1992). Avances y perspectivas en la producción de semilla de Arachis pintoi. 14, 9.

Figueredo, L., y Iser del Toro, M. (2005). Los ovinos. Una producción de bajos insumos. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 6(9), 19.

Galaz, C., y Josafat, A. (2010). Macrominerales y minerales traza, suplementación e interacción en la nutrición de rumiantes en pastoreo en el tropico. 1. Retrieved from https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/minerales-en-rumiantes-t28619.htm. pp32.

González, R., Anzúlez, A., Vera, Z., y Riera, B. (1997). Manual de pastos tropicales para la amazonía ecuatoriana. In (pp. 34): Napo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Napo Payamino, Programa de incremento de la producción forrajera.

González, R., Torres, G., y Arece, J. (2011). Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto Taiwán (Pennisetum purpureum) suplementados con diversas fuentes de proteína. Avances en Investigación Agropecuaria, 15(3), 3-20.

Grijalva, O., y Ramos, R. (2011). Pasturas para Sistemas Silvopastoriles: Alternativas para el desarrollo sostenible de la ganadería en la Amazonía Baja del Ecuador. 28.

Guevara, P. (2001). Bromatología. Tesis. ESPOCH,Riobamba. pp145.

Gutiérrez, R., y Tejada, I. (1992). Digestibilidad aparente de la pulpa deshidratada de limón comparación de métodos para estimarla. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 30(1), 13-22.

INEC. (2009). Instituto nacional de estadística y censos. Encuesta de superficie y producción agropecuaria, 8.

Lachmann, M., y Febres, O. (1999). La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. Universidad de Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracaibo-Venezuela, 21.

López, A. (2007). Ganancia de peso de corderos de la raza Pelibuey a 6 mese alimentados a base de subproductos de la Región de Comalcalco, Tabasco; México. 1-57.

Marichal, M. (2012). Digestión de nutrientes. 1. Retrieved from http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/MATERIAL%202012/Teo.Digestion%20y%20Digestibilidad..pdf. pp45.

Martínez, F. (2015). Respuesta productiva y características de la canal y la carne de tres genotipos de ovinos de pelo suplementados con dos niveles de aceite de soya en la dieta. Universidad Autónoma del Estado de México, 1-103.

Mejía, J., Solano, R., Cuan, M., y Murillo, L. (2006). Evaluación productiva y análisis microeconómico del maní forrajero perenne (Arachis pintoi) en un sistema de levante-ceba de porcinos en confinamiento. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 19(3), 259-269.

Mendives, J. (2007). Importancia de los ovinos tropicales intoducidos al pais: Características productivas y reproductivas. 310-314.

Moyano, J., López, J., y Marini, P. (2017). Crecimiento pre-destete del ovino F1 Blackbelly x pelibuey en condiciones de pastoreo libre en la amazonía ecuatoriana. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 28(4), 1078-1083.

Ordóñez, R. (2012). Determinación de la digestibilidad aparente del maní forrajero (arachis pintoi), en cobayos en el cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe. Retrieved fromhttp://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5409/1/TESIS%20RAMIRO%20ORDO%C3%91EZ%20%E2%80%9CDETERMINACI%C3%93N%20DE%20LA%20DIGESTIBILIDAD.pdf (1). pp 50.

Osorio, E., Giraldo, J., y Narváez, W. (2012). Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina. vet. zootec, 6(1), 87-97.

Panaifo, J. (2014). Captura de carbono y eficiencia fotosintética del pasto Brachiaria brizantha cv (marandu) a la 3°, 6°, 9° y 12° semana en Zungarococha-Iquitos. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-Facultad de Agronomía, 1-57.

Parra, J., y Gómez, A. (2009). Importancia de la utilización de diferentes tecnicas de digestibilidad en la nutricion y formulacion porcina. Revista MVZ Córdoba, 14(1), 1633-1641.

Ramírez, A., Gonzáles, J., Andrade, V., y Torres, V. (2016). Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallinas camperas (Gallus domesticus) en la Amazonia Ecuatoriana. REDVET - Revista electrónica de Veterinaria, 12, 17.

Relling, A., y Mattioli, G. (2003). Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Argentina: Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP, 72.

Rengifo, E. (2013). Efecto de cinco (5) dosis de abono orgánico foliar (Biol.), sobre las características agronómicas del pasto brachiaria (Brachiaria brizantha) cv. marandu en el Fundo Zungarococha. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-Facultad de Agronomía, 1-66.

Rincón, C. (1999). Maní forrajero (Arachis pintoi), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. In (pp. 2-8): Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA.

Rojas, S., Gonzáles, H., Escalante, L., Orozco, A., y Holguín, C. (2015). Digestibilidad in vivo en borregos. efecto de la relación forraje-concentrado en la dieta y del grupo racial. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 17, 1-34.

Sánchez, C. (2003). Cría y mejoramiento del ganado ovino. Revista Granja y negocios, 134.

Sandoval, B., Valencia, E., Rodríguez, A., y Randel, P. (2009). Voluntary intake and digestibility of guineagrass (Panicum maximum, Jacq.)-clitoria (Clitoria ternatea L Dne.) hay and rhodesgrass (Chloris gayana, Kunth) cv. Callide hay fed to sheep. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 93(1-2), 41-50.

Tergas, L. (1984). El potencial del pasto King grass como gramínea forrajera seleccionada para América Tropical. Programa para el Desarrollo de Capacidad Científica en Investigación para la Producción de Pastos Trópicales. CIAT, 1-30.

Tuquinga, J. (2015). Evaluación de harina de Arachis pintoi y su efecto en la alimentación de conejos desde el destete hasta el inicio de la vida reproductiva. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Retrieved from http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/5228/1/TESIS%20FINAL-LUIS%20TUQUINGA.pdf pp 25.

Valdez, R. (2008). Raza ovina Black Belly. Tesis. Universidad Autónoma Agrara Antonio, 1-56.

Van, N., y Ledin, I. (2001). Performance of growing goats fed Gliricidia Maculata. Small. Rumin. Res. . 39, 113-119.

CAPÍTULO VII

7. ANEXOS

Figura 1. Recolección de los pastos y forraje

Figura 2. Área de picado para los pastos

Figura 3. Se utilizó una balanza manual de gancho para el pesaje de los tratamientos

Figura 4. Suministración de las diferentes dietas a los animales

Figura 5. Colación de bolsas recolectoras elaboradas con sacos

Figura 6. Recolección de las heces fecales

Figura 7. Pesaje de las heces recolectadas para la investigación

Figura 8. Almacenamiento de las heces para llevar a laboratorio

Figura 9. Secado de las heces en la mufla hasta obtener el peso constante

Figura 10. Secado y triturado de las heces recolectadas

Figura 11. Calcinamiento de las muestras para ceniza

Figura 12. Muestras calcinadas

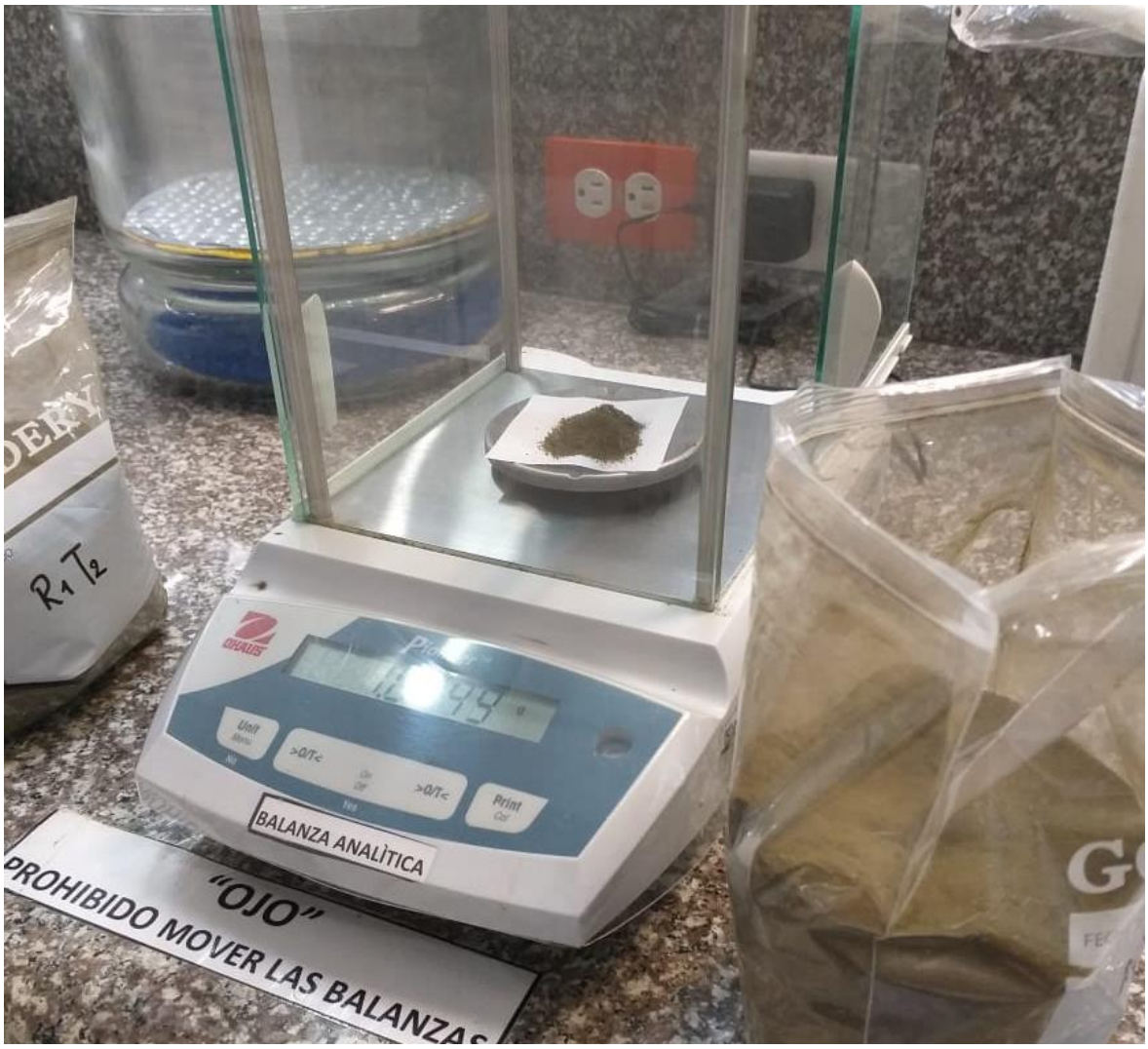


Figura 13. Pesaje de las muestras para proteína

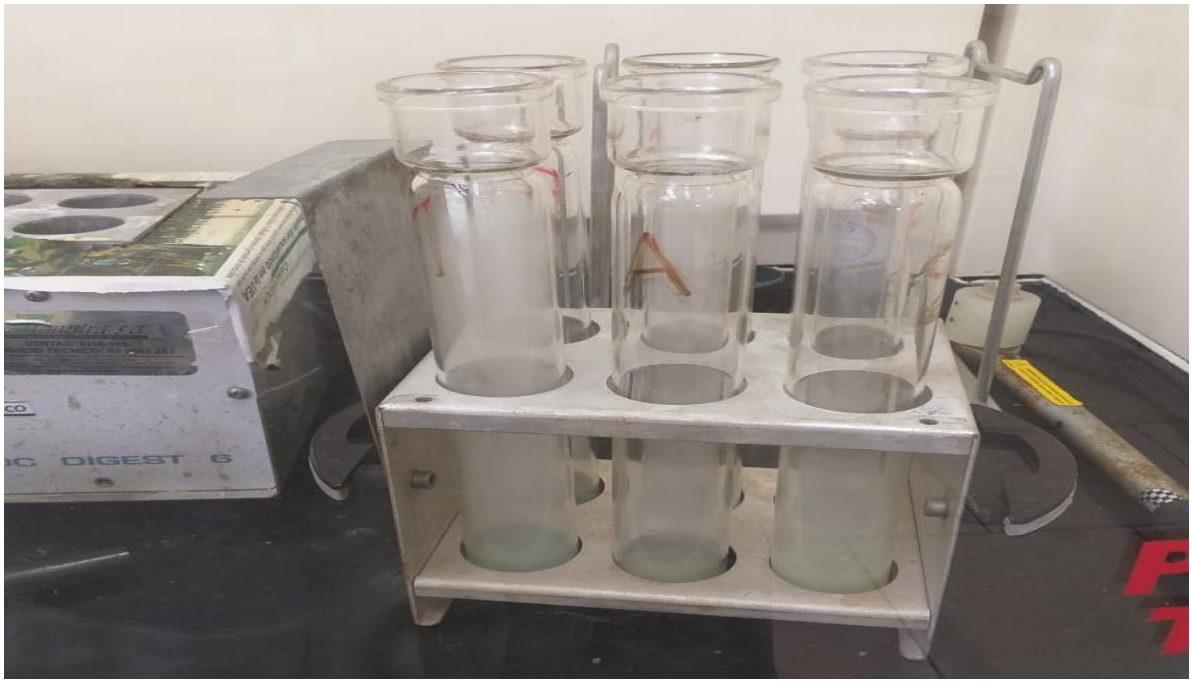


Figura 14. Digestor de proteína

Figura 15. Colocación de muestras en la mufla

Figura 16. Colocación de las muestras de fibra en la desecadora

Figura 17. Análisis de fibra

Figura 18. Análisis de humedad de las muestras

Figura 19. Determinación de grasa extractor GOLDFISCH

Figura 20. Determinación de fibra de todas las muestras