



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

SEDE SANTO DOMINGO

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA Y GESTIÓN DE PROYECTOS**

Tesis de grado previa a la obtención del título de
INGENIERO AGROPECUARIO, MENCIÓN EN PRODUCCIÓN PECUARIA

**DIETAS CON VARIEDADES DE PASTOS *Pennisetum sp.* Y LEGUMINOSAS
FORRAJERAS TROPICALES (*Cajanus cajan* y *Centrosema pubescens*) EN UN
PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO OVINO EN EL TRÓPICO
HÚMEDO DEL ECUADOR**

Estudiante:

WASHINGTON EULISES BORJA BORJA

Director

ING. LUIS WILFRIDO GUSQUI VILEMA

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

DICIEMBRE – 2014

DIETAS CON VARIEDADES DE PASTOS *Pennisetum sp.* Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES (*Cajanus cajan* y *Centrosema pubescens*) EN UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO OVINO EN EL TRÓPICO HÚMEDO DEL ECUADOR.

Ing. Luis Wilfrido Gusqui Vilema

DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Dr. Mario Augusto Fernández Morales

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Holger Cristóbal Salcán Guamán

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Wilson Geovanny Rivas Pacheco

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo, Diciembre del 2014.

Autor: WASHINGTON EULISES BORJA BORJA

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**Título de Tesis: DIETAS CON VARIEDADES DE PASTOS *Pennisetum sp.*
Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES
(*Cajanus cajan* y *Centrosema pubescens*) EN UN
PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO OVINO
EN EL TRÓPICO HÚMEDO DEL ECUADOR**

Fecha: DICIEMBRE, 2014

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

Washington Eulises Borja Borja
C.I. 1719612143

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo, de diciembre del 2014.

Dr. Mario Augusto Fernández Morales
COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
UTE, SEDE SANTO DOMINGO

Presente

De mis consideraciones.-

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor: **WASHINGTON EULISES BORJA BORJA**, cuyo tema es: **DIETAS CON VARIETADES DE PASTOS *Pennisetum sp.* Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES (*Cajanus cajan* y *Centrosema pubescens*) EN UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO OVINO EN EL TRÓPICO HÚMEDO DEL ECUADOR**; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Luis Wilfrido Gusqui Vilema

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Es para mí un gran orgullo y considerable satisfacción poder dedicar este trabajo a Dios que gracias a Él puedo realizar con éxito la culminación de mi trabajo y también a las siguientes personas:

A mis padres Beatriz Ildelfonza Borja Salazar y Washington Marcelo Borja Borja, ya que sin su apoyo hubiese sido imposible la realización de este trabajo y porque siempre tuvieron confianza en mí y fueron quienes me inculcaron los valores de honestidad, trabajo, sencillez y disciplina lo cual comprometido en todo lo que hago

A mis hermanos Darwin y Yasmin por su cariño y solidaridad

A mi maravillosa esposa Mary Zambrano y mis hijos Tyrone y Aslhey, por esa sonrisa y cariño limpio que me dan, deseando que tomen lo mejor de mí.

A todas las personas que confiaron y creyeron en mí y que de una u otra forma me apoyaron, dándome fuerzas para superar todos los obstáculos que se presentaron durante el transcurso de la carrera.

WASHINGTON EULISES BORJA BORJA

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias primeramente a Dios por siempre estar conmigo y que me ha brindado las fuerzas para salir adelante en los tropiezos de la elaboración de éste trabajo.

A mis padres Beatriz Borja, Washington Borja y a mis hermanos Yasmin y Darwin por haberme brindado su apoyo, ayuda incondicional durante el transcurso de toda mi carrera y sobre todo en la elaboración de este trabajo.

El mejor de los agradecimientos a mi esposa Mary Zambrano y mis hijos Tyrone y Aslhey, por todo su derroche de amor, cariño y comprensión. Agradezco toda su paciencia, su apoyo incondicional en todas mis decisiones.

Al Ing. Luis Gusqui por haber aceptado ser mi Director de Tesis a sabiendas que es una persona muy ocupada y por qué se le admira por su conocimiento, honestidad como asesor y sobre todo por brindar su gran amistad y al Ing. Rodrigo Saquicela, por todo ese tiempo que dedico en la revisión del trabajo y con apego al método Científico. También agradezco a todas mis compañeros de clases, en especial a mis mejores amigos de la universidad, Jorge Toscano y Julio Ramírez, por haberme brindado su confianza y amistad.

WASHINGTON EULISES BORJA BORJA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada	I
Hoja de sustentación y aprobación del tribunal	II
Hoja de responsabilidad del autor.....	III
Informe de aprobación del director de tesis.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice.....	VII
Resumen.....	XIV
Abstract.....	XV

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Alcance	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Hipótesis	5

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Fundamentos teóricos	8
2.2.1. Aspectos agronómicas	8
2.2.2. Gandul (<i>Cajanus cajan</i>)	8
2.2.3. Centrosema (<i>Centrosema pubescens</i>).....	9

2.2.4. Gramíneas del genero <i>Pennisetum</i>	10
2.2.5. Forrajes en nutrición de rumiantes	11
2.2.6. Utilización de leguminosas.....	12
2.2.7. Valor nutritivo de las leguminosas forrajeras tropicales	13
2.2.8. Limitaciones de energía en forrajes.....	14
2.2.9. Importancia de las leguminosas forrajeras tropicales en la alimentación animal.....	17
2.2.10. Digestibilidad in situ.....	17
2.2.11. Degradación de la proteína.....	18
2.2.12. Porcentajes de inclusión de leguminosas en las dietas de los rumiantes.....	19
2.2.13. Digestibilidad in situ de los forrajes	20

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio del estudio	24
3.2. Condiciones climáticas	24
3.3. Características edáficas.....	25
3.4. Materiales.....	25
3.5. Factor en estudio	26
3.6. Variables a medir	27
3.6.1. Variables independientes.....	27
3.6.2. Variables dependientes.....	27
3.7. Características del área experimental.....	27
3.8. Diseño Experimental.....	28
3.9. Tratamientos	29
3.10. Manejo agronómico del ensayo	30
3.11. Determinación de la digestibilidad In Situ.....	31
3.12. Descripción de variables a medir.....	31
3.12.1. Materia verde (MV).....	31
3.12.2. Digestibilidad In situ de la materia seca (DISMS)	32
3.12.3. Análisis proximal.....	32

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Digestibilidad <i>In situ</i> de la materia seca (DISMS) de gramíneas	35
4.2. Digestibilidad <i>In situ</i> de la materia seca (DISMS) de leguminosas.....	35
4.3. Porcentaje de proteína.....	36
4.4. Porcentaje de fibra cruda	38
4.5. Grasa	39
4.6. Porcentaje de ceniza.....	39
4.7. Elementos no Nitrogenados	40

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	42
5.2. Recomendaciones	43
Bibliografía	44

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo 4. Reporte de análisis de suelos.....	54
Anexo 2. Fotos del experimento.....	64

ANEXO 1

Figura A3.1.	Medias mensuales de precipitación, y temperaturas mínima y máxima de enero a noviembre del año 2013.....	24
Figura A1.1.	Porcentaje de digestibilidad <i>In situ</i> de la materia seca entre variedades de <i>Pennisetum</i>	61

ANEXO 2

Figura A2.1.	Efecto de porcentaje de inclusión sobre la digestibilidad <i>In situ</i> de la materia seca.....	61
--------------	--	----

ANEXO 3

Cuadro A3.4.	Análisis de varianza para grasa.....	59
--------------	--------------------------------------	----

ANEXO 4

Foto A4.1.	Reporte de análisis químico de suelo del sitio experimental.....	54
------------	--	----

ANEXO 5

Cuadro A5.1.	Análisis bromatológico.....	55
Cuadro A5.2.	Resultados de datos analizados para digestibilidad.....	57

ANEXO 6

Cuadro A6.1.	Análisis de varianza para digestibilidad <i>In situ</i> de la materia seca (DISMS).....	58
Cuadro A6.2.	Análisis de varianza para Proteína.....	58
Cuadro A6.3.	Análisis de varianza para Fibra.....	59
Cuadro A6.4.	Análisis de varianza para Ceniza.....	60
Cuadro A6.5.	Análisis de varianza para Elementos no Nitrogenados.....	60

ANEXO 7

FOTOS DEL EXPERIMENTO

Foto A7.1.	Parcelas de centrosema y fréjol gandul.....	64
Foto A7.2.	Pesaje de las muestras planta entera y hojas.....	64
Foto A7.3.	Molienda de muestras para digestibilidad.....	64
Foto A7.4.	Pesaje y sellado de muestras para digestibilidad.....	65
Foto A7.5.	Total de dietas y colocación en cadenas para introducir en vacas canuladas.....	65
Foto A7.6.	Animales canulados para el experimento.....	65
Foto A7.7.	a. Introducción b. Extracción luego de 48 horas c. Lavado de las muestras con residuos d. incubación e. Secado de muestras...	66
Foto A7.7.	a. Introducción b. Extracción luego de 48 horas c. Lavado de las muestras con residuos d. incubación e. Secado de muestras...	66

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.1.	Análisis proximal de los alimentos utilizados en los diferentes ensayos.	9
Tabla 3.1.	Análisis físico químico del suelo del sitio experimental.....	25
Tabla 3.2.	Esquema del análisis de varianza para el modelo 1.....	29
Tabla 3.3.	Tratamientos entre porcentajes de <i>Pennisetum</i> y leguminosas para formar las dietas experimentales.....	30
Tabla 4.1.	Porcentaje de proteína en las mezclas de <i>Pennisetum</i> mas leguminosas forrajeras tropicales.....	37
Tabla 4.2.	Porcentaje de proteína en las mezclas de <i>Pennisetum</i> con diferentes porcentajes de leguminosas forrajeras tropicales.....	37
Tabla 4.3.	Efecto de porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), mezcladas del genero <i>Pennisetum</i> con diferentes tipos de leguminosas forrajeras tropicales.....	38
Tabla 4.4.	Efecto de porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), mezcladas en diferentes porcentajes con variedades de leguminosas forrajeras tropicales.....	62
Tabla 4.5.	Efecto de porcentaje de inclusión sobre la ceniza, mezcladas del genero <i>Pennisetum</i> con diferentes tipos de leguminosas forrajeras tropicales.....	39
Tabla 4.6.	Efecto de porcentaje de inclusión sobre la ceniza, mezcladas del genero <i>Pennisetum</i> con diferentes porcentajes de leguminosas forrajeras tropicales.....	40
Tabla 4.7.	Efecto de porcentaje de inclusión sobre elementos no nitrogenados (ENN), mezcladas del genero <i>Pennisetum</i> con tipos de leguminosas forrajeras tropicales.....	41
Tabla 4.8.	Efecto de porcentaje de inclusión de elementos no Nitrogenados mezcladas con diferentes genero de <i>Pennisetum</i> , mezcladas en diferentes porcentajes con variedades de leguminosas forrajeras tropicales.....	62

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica A1.1.	Comparación de <i>Pennisetum</i>	63
Gráfica A1.2.	Comparación de Leguminosas.....	63
Gráfica A1.3.	Comparación de porcentajes.....	63

RESUMEN

El inadecuado aprovisionamiento de Pastos de buena calidad, para la alimentación del ganado, es uno de los principales factores limitantes en la ganadería. Esta investigación se llevó a cabo con el fin de determinar el valor nutritivo de dietas con cuatro variedades de *Pennisetum*: Pasto Elefante (*P. purpureum*), Camerún (*P. purpureum*), Maralfalfa (*P. violaceum*) y King grass (*P. purpureum*) combinadas con diferentes porcentajes (0%, 10% y 15%) de dos especies de leguminosas forrajeras tropicales tanto hojas como planta entera (*Centrosema pubescens* y *Cajanus cajan*, ECV22) para la alimentación de ovinos de pelo. Se recolecto muestras en la granja experimental “El Oasis” de la Universidad Tecnológica Equinoccial a una edad de rebrote para las variedades de *Pennisetum* de 60 días para leguminosas forrajeras en hojas a los 90 días y en leguminosas forrajeras enteras a los 150 días en época lluviosa: El diseño utilizado fue un DBCA con arreglo factorial (4x4x2+4). Se utilizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% y los modelos de regresión polinomiales con $\alpha = 0,05$ para el diseño indicado. El análisis proximal se realizó en el laboratorio de bromatología y nutrición animal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), la digestibilidad In situ de la materia seca (DISMS) se evaluó en tres vacas Holstein (560±23 kg) con cánula ruminal. Se encontraron diferencias ($P < 0,05$) entre variedades para DISMS con los porcentajes más altos para king grass y camerún con 52,17% y 51,77%. La dieta con 15% de fréjol gandul hojas y planta entera tuvieron porcentajes de PC, FC y C de 10,50%; 47,91% y 12,94% respectivamente, en promedio para todas las variedades de *Pennisetum*. Se encontró que las dietas con el pasto elefante y king grass más el 15% de fréjol gandul hoja y planta entera fueron las mejores en términos de PC, FC, C y DISMS con 11,88%; 49,80%; 56,16% y 11,88%; 47,70%; 59,34% respectivamente para cada variedad. Se puede concluir que en términos de valor nutritivo la dieta del pasto maralfalfa más 15% fréjol gandul hojas y planta entera fue la mejor, sin embargo, las dietas compuestas por king grass con 15% de fréjol gandul hojas y planta entera también pueden ser una opción para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo del Ecuador.

Palabras claves: Digestibilidad, gramíneas, *Pennisetum*, leguminosas, valor nutritivo.

ABSTRACT

Inadequate supply of good quality pasture for livestock feed, is one of the major limiting factors in animal husbandry. This research was conducted to determine the nutritional value of diets with four varieties of *Pennisetum*: Grazing Elephant (*P. purpureum*), Cameroon (*P. purpureum*), Maralfalfa (*P. violaceum*) and King grass (*P. purpureum*) combined with different percentages (0%, 10% and 15%) of two species of tropical legume leaves both as whole plant (*Centrosema pubescens* y *Cajanus cajan*, ECV22) for feeding sheep hair. Samples was collected at the experimental farm "The Oasis" Tech University equator at an age of regrowth for varieties of *Pennisetum* 60 days for forage legumes in leaves at 90 days and legumes entire 150 days in rainy season : The design used was a DBCA factorial arrangement ($4 \times 4 \times 2 + 4$). Analysis of variance and the Tukey test at 5% and polynomial regression models with $\alpha = 0.05$ for the design indicated was used. Proximate analysis was performed in the laboratory of animal nutrition and food science at the Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH), the In situ digestibility of dry matter (DISMS) was evaluated in three Holstein cows (560 ± 23 kg) with ruminal cannula . Differences ($P < 0.05$) between varieties DISMS with the highest percentages for king grass and Cameroon with 52.17% and 51.77% were found. The diet with 15% fréjol gandul leaves and whole plant had percentages PC, FC and C of 10.50%; 47.91% and 12.94% respectively, on average for all varieties of *Pennisetum*. It was found that diets with elephant grass and king grass plus 15% of fréjol gandul leaves and whole plant were the best in terms of CP, CF, C and DISMS with 11.88%; 49.80%; 56.16% and 11.88%; 47.70%; 59.34% respectively for each variety. It can be concluded that in terms of nutritional value maralfalfa grass diet plus 15% fréjol gandul leaves and whole plant was the best, however, diets composed of king grass with 15% fréjol gandul leaves and whole plant can also be a option for feeding ruminants in the humid tropics of Ecuador.

Key words: Digestibility, grasses, *Pennisetum*, legumes, nutritional value.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La producción de los rumiantes debe sustentarse en el empleo de una alimentación con base forrajera; principalmente por dos factores: fisiológico y económico. El funcionamiento adecuado del rumen implica, necesariamente, la presencia de una determinada proporción de fibra en la dieta; y porque además, el abastecimiento más barato de nutrientes procede de los forrajes que de los concentrados, sobre todo para animales que se ha especializado en la utilización de pastos y leguminosas en asociaciones (Díaz, 2004).

Las principales limitantes de la producción de todos los sistemas pecuarios, es la falta de conocimientos acerca de la utilización y beneficios con que pueden contribuir las leguminosas en la alimentación de los animales y su correcto manejo agronómico para su establecimiento y el uso en bancos de proteínas o en praderas combinadas con gramíneas, siendo el alimento básico para el ganado, pero presenta limitaciones en cuanto a calidad y cantidad (CIAT, 1992). Por tal motivo la biodiversidad de las plantas forrajeras que se tienen en el Ecuador permite desarrollar programas de manejo de pasturas con diferentes especies de gramíneas y leguminosas.

En un sistema de producción animal la alimentación constituye del 60% al 70% de los gastos totales, por lo que se debe considerar como uno de los factores más importantes en la definición de un sistema rentable y eficiente (Caravaca, 2011). Los forrajes son la fuente de alimentación de los rumiantes (bovinos y ovinos) más barata en las regiones tropicales, donde se estima que el potencial de producción anual de forrajes de corte puede ser de alrededor de 60 t ha⁻¹ de materia seca total, (300 t ha⁻¹ de forraje verde) (Bernal y Espinosa, 2003). Para poder utilizar la producción total de forraje en los trópicos durante la época de lluvias y seca el pastoreo directo es más eficiente, sin embargo, uno de los

problemas es aprovechar el excedente de forraje producido en épocas de lluvias y alimentar a los animales en épocas críticas (sequía o exceso de lluvia).

Sin embargo, la eficiencia de su utilización está sujeta al conocimiento no solo de los requerimientos nutricionales que tienen los animales sino que también de la biología de las plantas forrajeras, el contenido de nutrientes, el consumo y la digestibilidad del material (Lachmann y Febres, 1999).

El valor nutricional de los forrajes es muy importante dado que esto a su vez determina la calidad nutritiva en términos de la eficiencia de la digestión y puede expresarse en términos de proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra. Por ejemplo, El rebrote, crecimiento y producción de hojas son factores importantes para determinar la calidad de una pradera. El aumento de la edad de rebrote provoca cambios significativos en los componentes solubles y estructurales y en la digestibilidad de los pastos, lo que hace que su valor nutritivo disminuya (Van Soest, 1994).

En condiciones tropicales la base de la alimentación animal son las pasturas naturales o cultivadas (Minson, 1990). En el Ecuador, la biodiversidad de plantas forrajeras que se tiene permite desarrollar programas de manejo de pasturas con diferentes especies de gramíneas y leguminosas.

1.2. Justificación

En las regiones tropicales se tiene dos épocas marcadas durante el año, la época de lluvias y la seca, esto ha obligado a los productores a crear estrategias de producción que garanticen la alimentación animal en forma estacional (Araya y Boschini, 2005).

Los principales beneficiarios de los resultados de este proyecto de tesis será el sector agropecuario de la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas y del Ecuador, porque la información recolectada y documentada en la presente investigación será el principal

aporte que servirá como pauta para nuevos estudios que complementen la información sobre la importancia del manejo de las pasturas tropicales con leguminosas.

En la actualidad el sector agropecuario cumple un rol muy importante en la economía y desarrollo, no solo de la zona sino también del país, ante esto es muy necesario que se incrementen las producciones forrajeras, ayudando a mejorar el estado nutricional de los animales.

El valor nutritivo de un forraje debe reflejar su capacidad de satisfacer los requerimientos de un animal para un objetivo de producción particular y la mejor manera de expresarlo es a través de la producción animal obtenida o “respuesta animal” cuando la pastura es ofrecida al animal (Hodgson, J, 1990).

La incorporación de leguminosas a las tecnologías de producción de carne bovina en pastoreo reporta numerosas bondades a favor de la trilogía suelo-planta-animal, como son: mejorar la composición mineral del forraje, garantizar la capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico al suelo elevando la producción y calidad proteica de las gramíneas asociadas y aumento de la productividad foliar, así como la utilización de diferentes estratos vegetales; Se admite que las leguminosas tienen mayor valor nutricional que las gramíneas y la combinación de raciones en gramíneas y leguminosas se ingiere en mayor cantidad por su mejor palatabilidad, que las dietas a base de gramíneas, lo que se traduce en mayor cantidad (Ganancia Media Diaria) de (Peso Vivo), el aumento de la productividad animal y la reducción del uso de concentrados comerciales (Castillo et al.1998. Citado por Días.2008).

Fue factible la ejecución de este proyecto de investigación ya que se se encuentra enmarcada dentro de las líneas de investigación de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y del Centro de Investigación de la UTE, Sede Domingo el cual presto el terreno, las instalaciones de un laboratorio, equipos y recursos informáticos para poder así finalizar con el desarrollo de esta investigación.

1.3. Alcance

El sector agropecuario y las instituciones vinculadas: públicas y privadas, mantienen interés en conocer el potencial de rendimiento de las variedades de pasto de corte como son del género *Pennisetum* en asociación con especies de leguminosas que no son muy cultivadas en Santo Domingo, siendo una región predominantemente en la parte agrícola y ganadera, todos los productores podrían verse beneficiados con los resultados de la presente investigación.

La investigación se desarrolló en la Granja Experimental “El Oasis” de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Sede Santo Domingo. El estudio es parte del proyecto de pastos y forrajes establecido entre la UTE, Santo Domingo en Ecuador con la Universidad de Tamaulipas en México y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

La elaboración de dietas combinadas de pastos del género *Pennisetum* y leguminosas, se generó información que permita identificar la mejor dieta de leguminosas y pastos de corte y determinar cuál fue aprovechamiento máximo en el animal. La investigación desarrollada será una buena contribución a la ciencia y al sector agropecuario de la zona y del país.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar las dietas con cuatro variedades de pasto *Pennisetum sp* y la inclusión de diferentes porcentajes de las leguminosas forrajeras tropicales (*Cajanus cajan* y *Centrosema pubescens*) para la alimentación de ovinos de pelo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el valor nutritivo de cuatro variedades de *Pennisetum sp* sin inclusión de leguminosa para la alimentación de ovinos de pelo.
- Determinar el efecto de la inclusión de porcentajes de leguminosas forrajeras tropicales (*Cajanus cajan* y *Centrosema pubescens*) sobre la “Digestibilidad in situ” de cuatro variedades de pasto *Pennisetum sp* para la alimentación de ovinos de pelo.
- Estimar el valor nutritivo de dietas con cuatro variedades de pasto *Pennisetum sp* combinadas con diferentes porcentajes de inclusión de dos especies de leguminosas para la alimentación de ovinos de pelo.

1.5. Hipótesis

H₀: El porcentaje de leguminosas (*Cajanus cajan* y *Centrosema pubescens*) más cuatro variedades del genero *Pennisetum sp* no influye sobre el valor nutritivo de dietas para la alimentación de ovinos de pelo.

H₁: El porcentaje de leguminosas (*Cajanus cajan* y *Centrosema pubescens*) más cuatro variedades del genero *Pennisetum sp* influye sobre el valor nutritivo de dietas para la alimentación de ovinos de pelo.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Debido a su rapidez de crecimiento y su potencial generativo las gramíneas no solo han servido de alimento al hombre y los animales sino que han traspasado fluctuaciones climáticas y se han diseminado desde las regiones árticas, antárticas y las altas montañas intermedias (Pinto, 2002) hasta las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

El género *Pennisetum* es un grupo vegetal muy utilizado en las regiones tropicales como forraje de corte para la alimentación del ganado, algunas de las variedades más conocidas de este género son, Elefante, King Grass morado, Camerún y Maralfalfa (Rua, 2008). En general las especies forrajeras del género *Pennisetum* presentan rendimientos de hasta 50 t de materia verde (MV) ha⁻¹ corte-1, con una producción anual de 200 a 250 t de MV ha⁻¹ (Cardarelli, 1999), por lo que ante esta producción la mejor opción de utilización es la conservación del material vegetal (ensilaje y henificación), que permita almacenar y disponer de la biomasa para la alimentación animal en las temporadas en que los cultivos reducen su producción, debido a condiciones climáticas (Soldevila et al., 1979).

El conocimiento del valor nutritivo de las plantas forrajeras a ser consumidas por los rumiantes es fundamental para la nutrición animal, no siendo suficiente con los análisis químicos, hay que considerar los efectos de los procesos de digestión, absorción y metabolismo animal (Bondi, 1989). Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo (Church y Pond, 1994) quedando disponibles para el animal (Bondi, 1989).

La digestibilidad depende mayormente de la composición nutritiva de la ración en estudio, siendo a su vez afectada por el hecho de que las heces contienen cantidades importantes de materiales de origen no dietético (Merchen, 1993). Éstas, constituyen una importante vía de excreción de compuestos nitrogenados, grasos, minerales y glúcidos no fibrosos de

origen endógeno (Church y Pond, 1994), encontrándose reportes que indican que no hay secreción de carbohidratos a nivel intestinal (Bondi, 1989). A esto se debe que los coeficientes de digestibilidad determinados por diferentes métodos se denominan “aparentes”. Es difícil cuantificar con exactitud las cantidades de origen endógeno de un determinado elemento presente en las heces, ocasionando la subestimación de su digestibilidad verdadera.

Los valores estimados de digestibilidad aparente de las fracciones correspondientes a proteínas y lípidos, sin incluir los aportes de compuestos endógenos de la misma naturaleza, son siempre menores a los coeficientes de digestibilidad verdadera. Por lo que un dato de gran utilidad al trabajar con rumiantes es que el aporte de nitrógeno endógeno se encuentra alrededor de 0,5g a 0,6g por 100g de materia seca consumida (aproximadamente un 4% de la proteína de la ración), por lo que los coeficientes de digestibilidad aparente en raciones con un contenido de proteína inferior al 4%, son negativos (Bondi, 1989).

Por lo anterior y teniendo en consideración que en el Ecuador el principal sistema de producción animal de las regiones ubicadas en el trópico húmedo es la crianza extensiva de ganado vacuno (INEC, 2012), que el 40% de la tierra de uso agropecuario en el país está cubierta con pasturas cultivadas o naturales, y que de éstas, el 70% se encuentra ubicada en regiones con clima tropical o subtropical y que las condiciones de alta temperatura y humedad de los trópicos hacen difícil la producción de pasturas de buena calidad nutricional para la alimentación de rumiantes (Wadsworth, 1997).

En las condiciones actuales, sería necesario expandir las áreas con pasturas para satisfacer los requerimientos de carne de la población con el consecuente efecto negativo en el ambiente, por lo que una alternativa para cubrir las necesidades de proteína de los animales es la inclusión de leguminosas en la alimentación de los animales con el fin de aportar un forraje de mejor calidad nutritiva lo cual puede ser ofrecido en asociación gramínea-leguminosa o como bancos de proteína. Sin embargo, en el Ecuador no existen estudios científicos realizados en condiciones locales que aporten información concluyente sobre el

valor nutricional de dietas combinadas con pasto de corte y leguminosas que sirva como herramienta para el manejo de las mezclas y su utilización en la nutrición animal.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Aspectos agronómicas

2.2.2. Gandul (*Cajanus cajan*)

Cajanus cajan (L.) Millsp., Syn. C. *Indicus* Spreng. Se le conoce como, gandul, guisante de paloma, chícharo de árbol, Pigeon pea, Red gram, y guandul entre algunos investigadores consideran que su origen es Indú. Sin embargo, existe evidencia de que se estableció en Egipto antes del año 2000 a. C (Kay, 1979). Esta leguminosa arbustiva, leñosa, se considera semipermanente (González y Eguiarte 1996) con una altura promedio 1.32 m (Odongo *et. al.*, 1991) en un rango de 0.6 m a 3.6 m., aunque se reportan árboles de hasta 5 m de altura (Van der Maesen, 1986). Su establecimiento es por semilla depositada directamente al suelo (ICRISAT, 1986).

Valor nutritivo

La planta de fréjol, de árbol gandul tiene un alto valor nutritivo para ganado de carne y leche, ovejas, cabras y cerdos. La semilla provee un alimento excelente para ganado, debido a su alto contenido de proteína cruda de 28% a 36,7% (Morton, 1976).

El rendimiento de forraje varía ampliamente con la variedad o genotipo, las condiciones ecológicas y el manejo agronómico del cultivo. Las variedades perennes altas permiten cortes como forraje y también como abono verde (aportan un 2,6% de N). El rendimiento de forraje en condiciones cercanas a las óptimas puede alcanzar 25 t ha⁻¹ de materia seca sin fertilización y 38 t ha⁻¹ de materia seca con 100 kg de nitrógeno y fósforo ha⁻¹. El rendimiento de grano pueden variar de 1 a 10 t ha⁻¹ (Houérou, 2005).

El forraje el fréjol Gandul es capaz de producir hasta 50 t ha⁻¹, con un alto contenido de proteína (superior al 20%), incluso en época de sequía, presentando en el follaje niveles de P y Mn capaces de cubrir aun los requerimientos nutricionales del ganado (Martínez *et al.*, 2002).

Tabla 2. 1. Análisis proximal de los alimentos utilizados en los diferentes ensayos.

	Chicharro Gandul
MS (%)	93.1
PC (%)	29.4
FC (%)	34.7
Cenizas (%)	6.8

Adaptada de Brown y Chavalimu (1985).

2.2.3. **Centrosema** (*Centrosema pubescens*)

Centrosema es un género de leguminosas nativas de Centro y Sur América que incluye especies con potencial de adaptación a diversos hábitat tales como trópicos secos, zonas tropicales altas, subtrópicos, áreas con mal drenaje o sujetas a inundaciones estacionales, y suelos ácidos de baja fertilidad (Schultze-kraft, 1985).

La mayoría de los estudios con este género han estado dirigidos hacia las sabanas isohipertérmicas bien drenadas (llanos) y ecosistemas de bosques tropicales en Colombia y Venezuela, donde *C. pubescens*, entre otras especies, ha mostrado un considerable potencial forrajero (Grof, B, 1997).

Centrosema pubescens es la única y mejor conocida especie de su género la cual ha sido evaluada ampliamente, está disponible en forma comercial y posee el mayor número de accesiones de germoplasma recolectadas.

Algunos estudios regionales (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1990), han demostrado que muchas accesiones tienen en grado variable, potencial para zonas con suelos ácidos en ambientes húmedos tropicales.

Valor nutritivo

El centrosema puede alcanzar rendimientos entre 12 y 20 t de MS ha⁻¹. En Cuba se han reportado rendimientos de hasta 12 t de MS ha⁻¹, por lo que puede ser usada en pastoreo directo, como banco de proteína o en asociaciones con gramíneas de porte mediano. Contiene entre 11% y 24% de PC, con una DIVMO (Digestibilidad *In vitro* de la materia orgánica) de 54% - 66% (Carballo *et al.*, 2005).

2.2.4. Gramíneas del género *Pennisetum*

Las gramíneas del género *Pennisetum* tienen diferentes especies, variedades y tienen la capacidad de adaptarse a una gran variedad de condiciones edafoclimáticas, en las regiones tropicales (López y Enríquez, 2011). Este género ha sido utilizado en la alimentación animal en corral ya que produce grandes cantidades de materia seca que se incrementan proporcionalmente con la edad de corte. A este respecto Araya y Boschini (2005) en un estudio llevado a cabo en la Meseta central de Costa Rica para comparar el rendimiento y calidad forrajera de los pastos King Grass, Elefante enano y Camerún encontraron que la edad óptima de cosecha es a los 70 días con una producción promedio de 4 a 15 t de MS ha⁻¹ con un porcentaje de proteína de 6% a 13% para las variedades en estudio.

También se explica que las especies del género *Pennisetum*, en su mayoría, presentan rendimientos de 40 t de materia verde (MV)/ha/corte y más de 120 T MV/ha/año con porcentajes de proteína que oscilan entre 6% y 8,5%. Varios autores han encontrado rendimientos de materia seca que oscilan entre 72 y 85 t MS/ha/año (Zúñiga *et al.*, 1967; Vicente-Chandler *et al.*, 1959; Cooper, 1970 y Pereira *et al.*, 1966; citados por Bogdan, 1977). Sin embargo, son sensibles a la baja fertilidad del suelo, por lo que son muy exigentes en fertilización, especialmente nitrógeno (Pizarro, 2001; Fusagri, 1986; Guzmán, 1983).

La interacción entre la capacidad del animal para asimilar los nutrientes y el valor nutritivo de las plantas forrajeras es muy importante porque al utilizar especies de corte para la alimentación animal la productividad dependerá del contenido de proteína, fibra y porcentaje de digestibilidad de la planta (Pérez et al., 2001).

La productividad animal en las regiones tropicales en términos generales es baja, debido a factores como la especie y raza, aspectos sanitarios, manejo y nutrición animal, una práctica común para complementar el aporte de nutrientes del forraje y cubrir las necesidades alimenticias de los animales es la utilización de suplementos que permiten mejorar la producción animal y la eficiencia de los sistemas productivos (Sosa et al., 2008).

2.2.5. Forrajes en nutrición de rumiantes

Como todo rumiante, los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, esto quiere decir que las pasturas o forrajes son los alimentos con los que cubren todas sus necesidades clave: mantenimiento, crecimiento, preñez y desarrollo corporal (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM, 2008).

Los pastos constituyen la principal fuente de nutrimentos para la alimentación del ganado bovino en las regiones tropicales. Sin lugar a dudas, el principal atributo de los pastos tropicales es su gran capacidad para producir materia seca, lo que los hace ideales para suministrar proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado bovino especializado en la producción de leche, así como al de doble propósito y de carne. La gran capacidad que tienen los forrajes tropicales para producir biomasa se debe a que son C₄; o sea que sus procesos fotosintéticos son muy eficientes; a que su selección estuvo orientada hacia la producción de materia seca y a que se desarrollan en regiones geográficas donde la irradiación solar y la temperatura ambiente les permite crecer en forma más o menos continua durante todo el año siempre y cuando dispongan de suficiente humedad (Minson 1990; Van Soest 1994).

En la nutrición animal se deben tener en cuenta cuatro aspectos importantes como: los requerimientos del animal, el contenido nutricional de los alimentos, la digestibilidad y la cantidad de alimento consumido por el animal (Mejía 2002).

2.2.6. Utilización de leguminosas

La utilización de leguminosas en los sistemas de producción ganadera representa una importante alternativa para proporcionar compuestos nitrogenados como nitrógeno no proteico y proteínas de sobrepaso a la dieta del animal, mismos que contribuyen a mejorar la digestibilidad del forraje consumido, logrando incrementos considerables en la producción de carne y leche, las leguminosas, además de su capacidad de fijar nitrógeno, presentan un relativo elevado valor nutritivo, mejoran la relación del suelo, por lo que son especies de una gran importancia en los ecosistemas, porque permiten la sustentabilidad de éstos a través del tiempo (Espinoza, 2000).

Las leguminosas tropicales contienen más proteína cruda que las gramíneas y su contenido usualmente varía entre 10% y 25% (Bogdan, 1977).

El gran reto de los productores que practican una ganadería moderna, consiste en incrementar la producción de carne y leche, en forma acelerada y sostenible, de tal manera que permita garantizar la demanda de la población y que además, garantice la conservación de los recursos naturales y del ambiente, al minimizar la compra de insumos químicos, reducir la contaminación y destrucción de los recursos naturales (Giraldo, 1999).

Una ganadería moderna, necesariamente, tiene que ser sinónimo de rentabilidad y competitividad y si bien son muchos los factores envueltos en la empresa ganadera, el factor más importante es el componente de la alimentación animal y dentro de éste, lo relacionado con las gramíneas y leguminosas ya que constituyen la principal fuente de alimentación de los animales. Por esta razón, es importante buscar nuevas alternativas forrajeras, para desarrollar sistemas más productivos y sostenibles de producción animal, en países de América tropical, la investigación en forrajes ha generado y producido

gramíneas y leguminosas con potencial, para aumentar la producción animal en sistemas de pastoreo (Lascano et al. 1996).

Las leguminosas forrajeras presentan una mayor calidad de forraje que las gramíneas debido a una mayor digestibilidad, lo cual se relaciona con un menor contenido de fibra. De hecho la mayor parte de la energía digestible en leguminosas proviene de los constituyentes solubles de la célula, más que de la fibra (Buxton et al; 1996).

2.2.7. Valor nutritivo de las leguminosas forrajeras tropicales

El valor nutritivo de los alimentos es importante en rumiantes. No siendo suficientes los análisis químicos, se deben considerar los procesos de digestión, absorción y metabolismo animal (Rodríguez *et al.*, 2007).

La digestibilidad, estima la proporción de nutrientes en una ración que presumiblemente son absorbidos por el animal.

Esto depende en gran parte, de la composición nutritiva de la ración en estudio, aunque su medición se complica porque las heces tienen cantidades de materiales que no provienen de la dieta (compuestos nitrogenados, lipídicos, minerales y glúcidos no fibrosos de origen endógeno). Por esta razón, los coeficientes de digestibilidad son “aparentes”, sin embargo son de gran utilidad (Lachman *et al.*, 2003).

La capacidad de los pastos de garantizar o no las exigencias nutritivas de los animales para el mantenimiento, crecimiento y reproducción es lo que se conoce como valor nutritivo. En términos generales, el valor nutritivo de las especies forrajeras es la resultante de la ocurrencia de factores intrínsecos de la planta como son la composición química, digestibilidad, factores ambientales, factores propios del animal y la interacción entre las pasturas, el animal y el ambiente (Pirela, 2005).

Las temperaturas altas a que crecen los forrajes tropicales, así como su exposición mayor a enfermedades y depredadores, son responsables de sus niveles altos de lignina y bajos de nitratos, proteína y carbohidratos no fibrosos, cualidades que hacen que sus valores nutricionales sean medios o bajos. Además, los forrajes tropicales fueron seleccionados para que contengan proporciones mayores de estructuras protectoras, lo que les permite tener mayores rendimientos de biomasa y ser más resistentes a las enfermedades. Otra característica de los forrajes tropicales es la gran variabilidad que existe en la calidad nutricional de las diferentes estructuras dentro de una misma planta. Esto indica que los animales que se alimentan con pasturas tropicales deben tener una oferta mayor, para que puedan seleccionar su dieta y así tener niveles buenos de producción. La calidad nutricional de las hojas y de los tallos se reduce más rápidamente con la maduración en los forrajes tropicales, que en los de clima templado (Van Soest, 1994).

2.2.8. Limitaciones de energía en forrajes

Las principales limitantes de la productividad de la ganadería de la zona, es el contenido de energía de la variación en la calidad y disponibilidad de forrajes. Los sistemas de producción se basan en praderas de gramíneas con alto contenido de fibra (más del 60 %) y bajo contenido de proteína (menos del 10 %); asociado a un exceso de forraje durante la época de lluvias y baja disponibilidad en la época seca, existen deficiencias nutricionales y baja productividad en los cultivos forrajeros, hay desconocimiento de técnicas para el manejo y fertilización de leguminosas forrajeras. Estas variaciones resultan en una producción de forraje estacional e insuficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de los animales (Padilla, M, 2012)

Algunos investigadores han informado producciones de 9 a 13 kg de leche por animal por día con forrajes tropicales, mientras que en regiones de clima templado se obtienen producciones de 20 kg. Las limitaciones de energía que tienen los forrajes tropicales se reflejan en la forma de la curva de lactación. Las vacas que consumen pasturas tropicales muestran una caída importante en la producción de leche durante el segundo mes de la lactancia, seguida por una reducción lineal durante el resto de la lactación. Por el contrario, los animales que consumen pasturas de clima templado presentan una curva de lactancia

clásica, con un pico de producción bien definido y una persistencia adecuada (Cowan y Lowe, 1998).

La baja productividad de la ganadería en la región se debe a la combinación de factores genéticos, aspectos sanitarios, prácticas de manejo y nutrición de los animales, la limitada cantidad y calidad de los forrajes disponibles se ha identificado como el factor más limitante en el Ecuador y que valor nutritivo de una especie forrajera depende de la fertilidad del suelo, de las condiciones climáticas, de la edad fisiológica y del manejo al que está sometida. A la medida que la planta madura, la producción de los componentes digestibles, como los carbohidratos solubles, la proteína y los minerales, tienden a bajar su concentración y aumenta la concentración de fibra. Consecuentemente, es esperado el declive de la digestibilidad y del consumo (Benítez, A. 1980).

Además de estas mudanzas en la composición química, existen alteraciones en las características morfológicas de los pastos. En el periodo de crecimiento de los pastos, se acumula material muerto, por lo que crece en proporción de corteza en relación a la cantidad de hoja. Esto resultara en una reducción del valor nutritivo del forraje disponible (Leite y Euclides, 1994).

Estas plantas tienen como atributo principal desde el punto de vista de forraje para el ganado, altos contenidos de proteína de las cuales varían del 14% al 28% y bajos contenidos de fibra menores al 40% lo que permite un mayor consumo voluntario y digestibilidad obteniendo incrementos en los rendimientos productivos de carne y leche hasta de un 50% o más (Lascano y Avila, 1991) lo que en comparación con gramíneas tropicales son superiores. Sus contenidos de proteína tienden a disminuir gradualmente conforme a la edad de la planta.

El contenido de fibra de los forrajes es un buen indicador de la calidad de los mismos. Los forrajes con cantidades menores de fibra por lo general son más digestibles y se consumen en cantidades mayores que los forrajes con cantidades mayores de esta fracción nutricional. Las raciones del ganado lechero requieren de una cantidad mínima de fibra de composición química y características físicas apropiadas para mantener un consumo de

materia seca y energía adecuados, mantener la fermentación ruminal normal, el porcentaje de grasa láctea y contribuir a la prevención de desbalances metabólicos durante el parto (Van Soest, 1994)

Los forrajes se deben analizar en invierno y en verano y una vez que se tenga una idea clara del valor nutricional de los forrajes de una finca, se deben analizar solo aquellos nutrimentos que son indicadores, tales como la proteína cruda y si es posible la digestibilidad ‘*in vitro*’ de la materia seca (Cowan y Lowe, 1998). La comparación de estos parámetros con valores previos de la finca o región sugiere la frecuencia con que se deben analizar las pasturas.

Con respecto al valor nutricional de los pastos y forrajes tropicales, la relación entre la composición química y biológica de los mismos y los requerimientos nutricionales de nuestros hatos de ganado bovino, indica que nuestros pastos y forrajes son de mediano a bajo valor nutricional y los forrajes que crecen en el trópico tienen alrededor de 15 unidades de digestibilidad menos que aquellos que se desarrollan en clima templado, lo que se debe a que tienen una cantidad mayor de pared celular y un contenido menor de carbohidratos de fácil fermentación en el rumen, o sea carbohidratos no fibrosos (CNF). Así mismo, esa pared celular es más lignificada y por lo tanto menos digestible. La poca cantidad de carbohidratos no fibrosos de los pastos tropicales no permite una utilización adecuada de la proteína dietética por parte de los microorganismos del rumen (Van Soest, 1994).

Las leguminosas forrajeras tropicales, cuentan con una gran cantidad de importantes evaluaciones de tipo agronómico; sin embargo, se tiene poca información sobre su valor nutritivo por lo que es necesario conocer el valor nutricional de las leguminosas tropicales para mejorar la eficiencia con la cual el ganado las utiliza (Ara, Montero, col *et al.* 1998).

2.2.9. Importancia de las leguminosas forrajeras tropicales en la alimentación animal

Las leguminosas tropicales tienen amplio potencial, de incrementar la producción pecuaria debido a su contenido de proteína cruda, digestibilidad y consumo voluntario. Estos indicadores son usualmente más altos que los observados por las gramíneas tropicales con similar estado vegetativo (Coates, 1995).

Para poder aprovechar íntegramente las propiedades, de las leguminosas se requiere evaluar su comportamiento agronómico (Cruz *et al.*, 2000) y aspectos nutricionales en diferentes etapas de crecimiento para identificar su punto óptimo de aprovechamiento. Así pues las leguminosas son una opción práctica y económica para mejorar la alimentación del ganado y disminuir los costos de alimentación.

2.2.10. Digestibilidad *in situ*

La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción, el conocimiento de los requerimientos nutritivos nos permitió elaborar raciones de forrajes buscando satisfacer las necesidades de crecimiento, engorde y a medida que las plantas se hacen menos digestibles, los microorganismos del rumen las digieren con mayor lentitud, permaneciendo más tiempo en el aparato digestivo con la consiguiente disminución de la ingestión (Tabaré, 2008).

La degradación de un alimento en rumen se puede valorar con la técnica de cinética de degradación *in situ* que ayuda a obtener el valor de los alimentos para la producción animal, con la finalidad de predecir su valor nutritivo del animal (Orskov *et al.*, 1980).

Para la realización de éste análisis se utiliza la técnica de la bolsa de fibra artificial, la cual se expone a las condiciones ruminales por períodos de tiempo preestablecidos en vacas fistuladas, lo que convierte a esta técnica como una de los mejores métodos disponible para

estimar la degradación ruminal de un ingrediente (Miller y Orskov, 1985), con una aceptable correlación de resultados equivalentes *in vivo* (Huntington y Givens, 1995).

La cinética *in situ* ruminal de un alimento se refiere a la cantidad de un sustrato que puede ser degradada por unidad de tiempo (Ruiz y Ruiz, 1990) a través de la estimación de las tasas de degradación o desaparición de dicha fracción en función del tiempo (McDonald, 1981; Mertens y Ely, 1982), por lo que es posible clasificar a los alimentos en fácilmente digeribles, de digestión lenta o en indigeribles (Mertens, 1993). Estos métodos *in situ* se pueden emplear para estimar la cinética de digestión de fracciones específicas del alimento, tales como la proteína, fibra o cada uno de los componentes de las paredes celulares. Es por todo esto que esta metodología inclusivamente ha sido incorporada a modelos de estimaciones de los consumos voluntarios de los animales (Thuah *et al.*, 1996).

La digestión en rumiantes es un proceso complicado que incorpora interacciones dinámicas entre la ración, la población de la flora microbiana y el animal. Conceptos como digestibilidad o eficiencia de conversión son coeficientes generalmente estáticos e independientes del tiempo por lo cual ambos procesos van a depender del tiempo de retención y de la velocidad con la cual los nutrientes reaccionan en el rumen de cada animal (Mertens, 1993).

2.2.11. Degradación de la proteína

En el caso que se degrada una proteína va a depender de muchos factores por ejemplo su solubilidad (Henderickx y Martin, 1963). Esta degradación está en función del tiempo, lo que se ha podido evidenciar a través de las técnicas *in vitro*, e *in situ*. Por otra parte se puede considerar la degradación de la proteína en el rumen va a estar en función de la actividad de la flora microbiana (McAllan y Smith, 1983).

La proteína que entra al rumen-retículo tiene la posibilidad de ser degradada por bacterias y protozoarios. Los aminoácidos son rápidamente degradados en el rumen, por lo que pocos aminoácidos están disponibles para la absorción o pasaje del rumen-retículo (Villalobos *et al.*, 2000).

La conversión del nitrógeno de la ración a amonio y nitrógeno microbioal puede ser extremadamente importante por la total utilización del nitrógeno por el rumiante. Bajo ciertas condiciones, las cantidades considerables de nitrógeno en la ración pueden ser degradadas a amonio e incorporarse a la proteína microbioal (Crawford *et al.*, 1980). La proteína rápidamente degradable en el líquido ruminal representa la fracción proteica inmediatamente soluble y nitrógeno no proteico. La degradación de la proteína en el rumen influye en el pH y la concentración de nitrógeno amoniacal en el líquido ruminal. Estas variaciones modifican el ambiente ruminal, propiciando cambios en la capacidad de degradación de la proteína dietaría (NRC, 1996).

2.2.12. Porcentajes de inclusión de leguminosas en las dietas de los rumiantes

La inclusión de las leguminosas forrajeras y otras plantas en los sistemas agropecuarios, puede ser una de las estrategias más económicas, rentables y compatibles para la conservación de los recursos naturales (Ibrahim y Mora 2006).

De acuerdo con Sánchez (1995) entre las características más importantes de las leguminosas como fuente alimenticia se pueden mencionar que: 1) Son una fuente importante de proteína de buena calidad, dado que poseen una amplia gama de aminoácidos esenciales que las hacen superiores a las gramíneas tropicales, 2) Presentan una concentración de nitrógeno en las hojas, superior al de las gramíneas, 3) Sus contenidos de proteína tienden a disminuir más gradualmente que en las gramíneas, en lo referente con la edad de la planta y 4) Son plantas ricas en calcio y presenta bajos niveles de fibra, en comparación con las gramíneas tropicales.

La incorporación de leguminosas a las tecnologías de producción de carne bovina en pastoreo reporta numerosas bondades a favor de la trilogía suelo-planta - animal, como son: en el suelo, mejora la composición mineral, garantía de capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, en la planta, eleva la producción y calidad proteica de las gramíneas asociadas y la productividad aérea y en el animal, contribuyen a la productividad al incrementar la biomasa comestible, el consumo voluntario, la digestibilidad del forraje y la incorporación de vitaminas A, B, C y D en la dieta de los animales (Díaz, 2012).

A nivel de sistema de producción las leguminosas al combinarse con las gramíneas favorecen la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la reducción del uso de concentrados comerciales (Cino, 2010).

2.2.13. Digestibilidad in situ de los forrajes

La calidad de un pasto se define con base en el rendimiento del animal, el cual está determinado por la cantidad de nutrientes ingeridos (consumo), su digestibilidad y la eficiencia con que se usan estos nutrientes. El valor nutricional puede ser expresado en términos de la digestibilidad, el consumo y la eficiencia con que los nutrientes son utilizados por el animal (Carulla *et al.*, 2004).

Los compuestos nitrogenados más importantes de las gramíneas se encuentran en forma de proteína. La degradación ruminal de los compuestos nitrogenados de las gramíneas suele ser elevado en forrajes inmaduros aunque descienden a medida que los forrajes maduran. El contenido de nitrógeno no proteico varía con el estado fisiológico de las plantas, cuanto más favorables son las condiciones para el crecimiento, mayor es el contenido en nitrógeno no proteico y en nitrógeno total. Las leguminosas, desde el punto de vista nutritivo, son superiores en contenido de nitrógeno, y en minerales (calcio y magnesio, principalmente) que las gramíneas. Presentan un menor contenido de pared celular (pero más lignificada) cuando se las compara, en etapas de madurez equivalentes, con las gramíneas. El principal azúcar es la sacarosa, no contienen fructanos pero sí se encuentra almidón (contenidos de hasta 5% en base seca en las hojas secas de trébol rojo). Las leguminosas también son más ricas en pectinas (polisacárido rico en ácido galacturónico que se encuentra principalmente

en la laminilla media de las paredes celulares de las plantas) que las gramíneas (Church, 1984).

La digestibilidad de las hojas puede variar de 18% a 84 % con una media de 54%. Esta variación es causada por factores genéticos, ambientales, nutricionales y estado fenológico de la planta. El rango de variación y el valor promedio es diferente para gramíneas y leguminosas. Dentro de las gramíneas, las digestibilidades de las láminas varían entre 41 y 81 % donde los menores valores los presentan las gramíneas tropicales. El rango de valores de digestibilidad de la hoja de las leguminosas es de 55 a 82 % con una media de 71 % (Norton, 1981 citado por Hacker, 1981).

La variación en la digestibilidad de los tallos también es causada por los mismos factores que se mencionaron para la fracción hoja y en términos generales la digestibilidad de los tallos de las leguminosas es menor que la digestibilidad de los tallos de las gramíneas. Las diferencias en valor nutritivo entre las gramíneas y leguminosas se relacionan con su composición química, con el nivel de consumo y con la utilización de los nutrientes a nivel digestivo y metabólico. En general, las leguminosas presentan mayores tasas de consumo y mayor consumo voluntario diario, explicado fundamentalmente por las tasas de degradación y de pasaje. Las diferencias en tasa y nivel de consumo también están asociadas a diferencias físicas de resistencia a la ruptura, distribución espacial de hojas y tallos, etc., factores que pesan a favor de las leguminosas (Barry, 2001).

Pasto maralfalfa

El pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), es una gramínea forrajera de origen africano, que ha mostrado una excelente adaptación a las condiciones de suelo y clima del trópico bajo latinoamericano. Su alta capacidad fotosintética, favorecida por las altas temperaturas, predominantes en el trópico, le permite producir altas cantidades de biomasa. Sin embargo, esta biomasa por lo general es de baja calidad y resulta afectada aún más, por las altas temperaturas ambientales que aceleran la tasa de maduración del forraje, lo que resulta el aumento significativo en el contenido de fibra y la lignificación de las paredes celulares además de la disminución de la digestibilidad (Wilson, 1982).

La PB disminuyó con la edad y el contenido de MS; mientras que para los contenidos de FAD y LAD, no se encontraron diferencias significativas entre los cultivares de Elefantes. Al igual que otras especies tropicales, en el pasto Elefante el valor nutritivo y la composición química se ve influenciada por el estado de madurez, disminuyendo el contenido de proteína e incrementando los niveles de fibra. Comportamiento similar han sido reportado en *Pennisetum* sp (FAO, 1982) y otras especies como *B. humidicola* (Vergara-López y Araujo-Febres, 2006), en donde los contenidos de proteína disminuyen a medida que avanza la edad del pastizal. La composición química presentó el pasto *Pennisetum* sp, concentraciones promedios de proteína de 16 % y en fibras (FND, FAD y LAD) de 53,4; 36,1 y 4,38 %; valores alcanzado por (Cáceres y Santana,1988), (Brow *et al.* 1988).

Pasto King grass

La degradabilidad de la MS (%) del ensilaje de Pasto King grass presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las tres edades de rebrote. Dentro de las primeras 6 horas se dio un alto porcentaje de digestión coincidiendo con Wekley *et al.* (1983) quienes manifiestan que las diferencias más grandes en desaparición de los materiales ocurren durante las primeras horas de incubación. Finalmente a las 72 horas la edad de rebrote de 30 días fue superior alcanzando niveles de 60.22% de digestión de MS en relación a 40 (54.92 %) y 50 (53.10%), que fueron inferiores con la observación que entre ambos valores no existió diferencia estadística, (Avellaneda *et al.* 2008) afirman que la digestibilidad de la MS disminuye con el aumento de la edad de la planta, (Chacón y Vargas, 2009) en un estudio de digestibilidad de *Pennisetum purpureum* reportaron valores de 58.65% MS en 60 días de corte y una digestibilidad del 55,33%.

Pasto Elefante

Existen muchas variedades e híbridos, entre los más destacados por su adaptabilidad y rendimiento están los pastos elefante genotipo: Mineirovar, Merkeri, Merker, Merkeron, Camerún, Taiwán, Cubano (Guzmán, 1996). Es uno de los cultivos más productivos, con registros de rendimiento de hasta 85 t ha⁻¹ año⁻¹ de MS en el Caribe. Con buen manejo se

reportan valores de $50 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, y dependiendo de la fertilización, 20 a $30 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de MS. La fracción de tallos se incrementa a mayores intervalos de corte (Moran, 2005).

No obstante, existen gramíneas tropicales altamente digestible tales como el cultivar Mott de *Pennisetum purpureum*, una forma enana del pasto elefante, donde se han registrado ganancias de peso de hasta 1 kg/animal/día (Willians y Hanna, 1995). La mayor digestibilidad de las hojas y tallos parece deberse a una digestión más rápida de las células más fácilmente digeribles y no de una mayor digestión de los tejidos rígidos, engrosados y de las estructuras lignificadas (Akin *et al.*, 1991).

Pasto Camerún

El pasto Elefante morado presenta una muy buena producción en época de sequía, y en el total anual puede rendir de 70 a 80 t ha^{-1} de MS, con intervalos de corte de 40 a 60 d (Arias, 2012).

Antes de los años setenta los ganaderos utilizaban varios cultivares de pasto gigante como Candelaria, Merker y Taiwán. Luego apareció el King grass, introducido desde Panamá, con una excelente productividad pero muy pubescente, lo que afectaba especialmente a los pequeños productores que acarreaban el pasto al hombro. En los últimos años han ingresado a los sistemas ganaderos dos cultivares promisorios: Camerún y Maralfalfa. El primero, con gran palatabilidad por el alto contenido de azúcares y, el segundo, con alta productividad. Es importante conocer la edad a la que se debe hacer el corte del pasto Camerún, porque un régimen intensivo de corte podría eliminar las cepas. Las plantas forrajeras que crecen erectas, con la mayor parte del área foliar en el estrato superior, como los pastos de corte, dependen casi completamente de las reservas de carbohidratos no estructurales para el rebrote, ya que la mayor parte del área foliar es removida durante el corte (Bernal y Espinoza 2003).

CAPÍTULO III

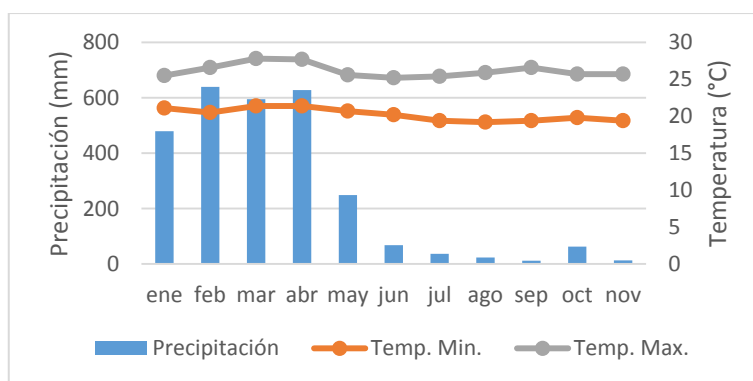
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio del estudio

La presente investigación se realizó desde Octubre de 2013 hasta marzo de 2014 en la granja experimental. “El Oasis” propiedad de la Universidad Tecnológica Equinoccial, localizada en el km 4, margen izquierdo de la carretera a San Jacinto del Búa, Cantón Santo Domingo, a $0^{\circ} 13' 29''$ de latitud sur, $79^{\circ} 15' 83''$ de longitud oeste a 416 msnm. La digestibilidad in situ se realizará en el centro experimental Tunshi, ubicado en la parroquia Licto del cantón Riobamba, perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), localizada en las coordenadas $1^{\circ} 38' 3''$ de latitud sur y $78^{\circ} 39'$ longitud oeste.

3.2. Condiciones climáticas

El clima prevalente es trópico húmedo y se caracteriza por tener una temperatura media anual de $23,5^{\circ}\text{C}$ y precipitaciones anuales de 2600 mm a 6400 mm durante los seis primeros meses del año que luego dan paso a una época seca que se acentúa a medida que pasan los meses. La heliofanía fue de 2 a 4 h d^{-1} . Los valores se indican en la siguiente figura 3.1.



Dirección General de Aviación Civil, 2013

Fig. 3.1. Medias mensuales de precipitación, y temperaturas mínima y máxima de enero a noviembre del año 2013.

3.3. Características edáficas

El tipo de suelo en este experimento es un Andisol y sus características nutricionales se indican en el Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Análisis físico y químico del suelo del sitio experimental.

pH	M.O.	NH ₄	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	%	----- ppm -----		----- cmol/100g -----			-----ppm-----				
5,9	2,2	41.0	6,5	0,3	8,3	2,9	1,9	5.6	42.0	2,8	0,3
Arena	Limo	Arcilla	Clase textural								
----- % -----											
65	28	8	Franco arenoso								

Laboratorio de Química. Universidad Tecnológica Equinoccial. Sede Santo Domingo.

3.4. Materiales

3.4.1. Materiales, instrumentos y recursos

- Cinta métrica
- Balanza con trípode para medición del peso fresco en el campo
- Balanza digital para medición del peso de la sub-muestra para determinar materia verde y seca
- Tijeras para separar los tallos de las hojas
- Bolsas de papel para recibir las sub-muestra para secado en estufa
- Podadoras
- Marcadores permanentes
- Umbráculo
- Estufa de aire reforzado
- Bandejas de secado
- Cámara de Fotos
- Computadora

3.4.2. Materiales para las variables dependientes:

Para el análisis de digestibilidad se requirió de tres vacas fistuladas y la materia seca de los pastos de corte de King grass, Maralfalfa, Camerún y Elefante; y las leguminosas Fréjol Gandul y Centrosema. Para el análisis de proteína, fibra, ceniza, grasa y elementos no nitrogenados se requirió un laboratorio de análisis bromatológico y otros materiales como:

- Tres cadenas de 0.30 cm
- Bolsas de nailon
- Balanza digital
- Molino
- Tijeras de cortar
- Estufa
- Desecador
- Lavadora
- Vacas fistuladas

3.5. Factor en estudio

Los factores en estudio fueron cuatro genotipos de *Pennisetum*, dos especies de leguminosas, y dos porcentajes de inclusión de las leguminosas cabe mencionar que los factores en estudio fueron los siguientes:

Factor A: Variedades de *Pennisetum*

a1: Elefante

a2: Camerún

a3: Maralfalfa

a4: King grass

Factor B: Tipos de leguminosas

b1: Centrosema entera

b2: Centrosema hoja

b3: Frejol Gandul entera

b4: Frejol Gandul hojas

Factor C: Porcentajes de leguminosas

c1: 10%

c2: 15%

3.6. Variables a medir

3.6.1. Variables independientes

- Variedades de Pastos.
- Porcentaje de Leguminosas.

3.6.2. Variables dependientes

Digestibilidad *In situ* de la materia seca

Análisis proximal:

- Materia seca
- Ceniza
- Extracto etéreo
- Proteína cruda
- Fibra

3.7. Características del área experimental

El área total del experimento para la recolección de muestras fue de 581,4 m² que contiene un total de 6 parcelas de 50 m² c/u con un total de 90 plantas en leguminosas y para las muestras de *Pennisetum* cabe mencionar que se recolectó de un experimento alterno.

Se procedió a muestrear tres plantas al azar de cada parcela para medir las variables dependientes establecidas que se analizó a los 15, 30, 45, 60, 90, 105, 120, 135, 150 días de edad de la cual se obtuvo las muestras para la parte de digestibilidad.

En el área del experimento de digestibilidad se usó tres vacas Holstein fistuladas con un promedio de peso del (560 ± 23) kg con cánula ruminal en la cual se colocaron las dietas realizadas para esta investigación.

La unidad experimental para esta investigación fue de 3 gr de una mezcla entre pasto de corte y leguminosas de acuerdo a los tratamientos como se detalla en la Tabla 3.2. Las bolsas fueron colocadas en vacas fistuladas para analizar la digestibilidad in situ y así determinar cuál fue la mejor dieta.

3.8. Diseño Experimental

Para evaluar el porcentaje de DISMS se distribuyeron las muestras en tres vacas Holstein con un peso promedio de 560 ± 23 kg. Se elaboró un diseño de bloques completo al azar con arreglo factorial $(4 \times 4 \times 2 + 4)$ con tres repeticiones, en el cual se utilizó cuatro genotipos de pasto de corte y dos especies de leguminosas en planta entera y hojas las cuales se determinaron dos porcentajes de leguminosa en la dietas con cuatro testigos que son los pastos de corte lo que da un total de 108 unidades experimentales (tabla 3.2).

Tabla 3.2 Esquema del análisis de varianza para el modelo 1.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	107
Repeticiones	2
Pastos de corte (A)	3
Presentación de leguminosas (B)	3
A x B	9
Dosis de leguminosa (C)	1
A x C	3
B x C	3
A x B x C	9
Adicionales	3
Factores vs. Adicionales	1
Error experimental	70

3.9. Tratamientos

Los tratamientos para la digestibilidad in situ se ejecutaron en estructura factorial excepto los adicionales. Se probaron treinta y seis tratamientos con genotipos del tipo *Pennisetum* Maralfalfa, Camerum, King Grass, Elefante con leguminosas *Cajanus cajan* y *Centrosema pubescens* en porcentajes de 10% y 15% con cuatro tratamientos testigos para las variedades de *Pennisetum*. Para así encontrar el punto óptimo de corte de las leguminosas y los diferentes *Pennisetum* que se evaluaron el punto que se cruzan la materia seca de los pastos de corte y las proteínas de las leguminosas obtenida las mismas por regresión y correlación.

Tabla 3.3 Tratamientos entre porcentajes de *Pennisetum* y leguminosa para formar las dietas experimentales.

Clave	Dieta			Clave	Dieta		
	Pennisetum %	Leguminosa %	Parte Vegetal Entera/ Hoja		Pennisetum %	Leguminosa %	Parte Vegetal Entera/ Hoja
T1	100 Ele	Testigo Ele		T19	100 Mara	Testigo Mara	
T2	90 Ele	10 Cen	Entera	T20	90 Mara	10 Cen	Entera
T3	85 Ele	15 Cen	Entera	T21	85 Mara	15 Cen	Entera
T4	90 Ele	10 Cen	Hoja	T22	90 Mara	10 Cen	Hoja
T5	85 Ele	15 Cen	Hoja	T23	85 Mara	15 Cen	Hoja
T6	90 Ele	10 Gan	Entera	T24	90 Mara	10 Gan	Entera
T7	85 Ele	15 Gan	Entera	T25	85 Mara	15 Gan	Entera
T8	90 Ele	10 Gan	Hoja	T26	90 Mara	10 Gan	Hoja
T9	85 Ele	15 Gan	Hoja	T27	85 Mara	15 Gan	Hoja
T10	100 Cam	Testigo Cam		T28	100 King	Testigo King	
T11	90 Cam	10 Cen	Entera	T29	90 King	10 Cen	Entera
T12	85 Cam	15 Cen	Entera	T30	85 King	15 Cen	Entera
T13	90 Cam	10 Cen	Hoja	T31	90 King	10 Cen	Hoja
T14	85 Cam	15 Cen	Hoja	T32	85 King	15 Cen	Hoja
T15	90 Cam	10 Gan	Entera	T33	90 King	10 Gan	Entera
T16	85 Cam	15 Gan	Entera	T34	85 King	15 Gan	Entera
T17	90 Cam	10 Gan	Hoja	T35	90 King	10 Gan	Hoja
T18	85 Cam	15 Gan	Hoja	T36	85 King	15 Gan	Hoja

† Ele= Elefante *Pennisetum purpureum* II; Cam = Camerún *Pennisetum purpureum*; Mara = Maralfalfa *Pennisetum violaceum*; King = King grass *Pennisetum purpureum*

‡ Ce = *Centrosema pubescens*; Ga = *Cajanus cajan* (ECV22)

3.10. Manejo agronómico del ensayo

Los ensayos utilizados para la recolección de las leguminosas se encontraron establecidas una edad de un año.

a) Corte de igualación

Se realizó un corte de homogenización, para frejol gandul a una altura de 0,60 cm y para centrosema a una altura de 0,10 cm, los cortes serán efectuados con la ayuda de una podadora. Se procedió a curar las heridas dejadas por los cortes con pasta cúprica, con el fin de evitar infecciones posteriores.

b) Control de malezas

El control de malezas durante el desarrollo de las leguminosas, se realizó chapias cada 15 días y glifosato (5 mL^{-1}) con la ayuda de una bomba de mochila con pantalla para evitar el contacto con las leguminosas esto se lo aplico en forma mensual para los caminos y manualmente en forma mensual para cada una de las parcelas en estudio.

3.11. Determinación de la digestibilidad In Situ

Para determinar la digestibilidad ruminal se recolectó el follaje de dos especies de leguminosas forrajeras y cuatro variedades de *Pennisetum*. Se utilizaron animales fistulados a nivel del rumen, en el cual se usó la técnica de la bolsa de nailon por medio de esta se deposita una muestra seca finamente molida de 3 gr.

3.12. Descripción de variables a medir

3.12.1. Materia verde (MV)

Se realizaron 10 cortes de cada leguminosa, cada 15 días a partir del corte de igualación, (edades de 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 y 150 días), para determinar la acumulación de biomasa y la edad óptima de corte para evaluar el su debido rendimiento.

Se muestrearon las tres plantas representativas de cada parcela experimental, la cual se procedían a tomar su peso en una balanza de campo con la finalidad de determinar la cantidad de materia verde producida. Luego se procedió a tomar dos submuestras del material cosechado tanto planta entera como solo hojas, separándolas en tallos y hojas, tomando en cuenta el cálculo del rendimiento total de pasto y su proporción de MS, para calcular el rendimiento en t ha^{-1} de las fracciones de leguminosas.

3.12.2. Digestibilidad *In situ* de la materia seca (DISMS)

Se usó bolsa de fibra artificial, las cuales fueron colocadas en el rumen de los animales fistulados durante 48 horas para una posterior digestión química con pepsina en el laboratorio luego se incubo en solución de ácido clorhídrico pepsina al 0,2% por 48 horas, con movimientos cada media hora de ahí se ingresó las muestras en la lavadora automática durante 50 minutos en centrifugado lento después se procedió a colocar las bolsas en la estufa a 65 °C por 48 horas de ahí enfriamos en el desecador por media hora y se pesó en la balanza analítica y al final se utilizó el residuo de cada bolsa y la colocamos en crisoles de porcelana tarados, se pesa de nuevo y se seca en la estufa a 105 °C por 24 horas, después se coloca en la mufla a 550 °C por 4 horas, pasan al desecador por media hora y se procedió a pesar las cenizas y se calcula para estimar la digestibilidad

Cálculos

$$\text{DISMS} = \frac{\text{Ms inicial} - \text{Ms residual}}{\text{Ms inicial}} \times 100$$

DISMS = Digestibilidad *In situ* de la materia seca.

MS= Materia seca

3.12.3. Análisis proximal

Materia seca (MS)

Para calcular la materia seca se colocó la muestra de materia verde en fundas de papel etiquetadas de acuerdo al tratamiento y repetición la cual se secó en una estufa a 65 °C por tres días hasta obtener un peso constante en t ha⁻¹.

$$\% \text{ Materia Seca} = \frac{(\text{Peso crisol} + \text{muestra seca}) - (\text{Peso crisol})}{(\text{Peso crisol} + \text{Muestra}) - (\text{Peso crisol})} \times 100\%$$

Ceniza (C)

Se pesó 5 gr de la muestra luego de la cual se la incinero a una temperatura de a 550 °C por 4 horas para quemar todo el material orgánico presente en la muestra luego se procedió a retirar la muestra con el crisol y colocarlos en el desecador por media hora de ahí se procedió a tomar el pesó el crisol con la muestra para registrar su peso.

Cálculo y expresión de resultados:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(PC) - (P)}{(P + M) - (P)} \times 100 \%$$

Dónde:

PC= Peso del crisol con ceniza

P= Peso del crisol

C= Ceniza

M= Muestra

$$\% \text{ Ceniza BS} = \frac{100\% \text{ ceniza}}{\text{MS} \%}$$

Materia orgánica

% Materia orgánica= 100 - % cenizas

Para la obtención de proteína, fibra, grasa, y elementos no nitrogenados se procedió a realizar y enviar muestras de cada tratamiento con su repetición al laboratorio AGROLAB, ya que se contaba con presupuesto establecido en el proyecto, por las circunstancias que no se tenía los reactivos para su debida ejecución.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Digestibilidad *In situ* de la materia seca (DISMS) de gramíneas

En la variable DISMS no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las variedades de *Pennisetum* utilizadas en las dietas. Las variedades de king grass y camerún fueron las que obtuvieron valores más altos con el 52,17% y 51,77% respectivamente seguidos de maralfalfa y elefante con 51,60% y 50,15%. Como se observa en el anexo 1, se puede apreciar el valor nutritivo expresado en porcentaje de la DISMS es diferencial entre las variedades de *Pennisetum* a los 60 días de edad de rebrote en época lluviosa como lo determina en un ensayo sobre digestibilidad realizado por León - Meléndez et al (2000) en el que se utilizó king grass y demostraron que las hojas siempre fueron superiores a los tallos con promedio de 59.49% y 55.65%.

Como también en una investigación realizada por Valenciaga et al. (2001), donde presentó una degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca para hojas, tallos y planta completa del king grass de 59.70%, 38.19% y 50.14% respectivamente.

4.2. Digestibilidad *In situ* de la materia seca (DISMS) de leguminosas

En el factor DISMS en las leguminosas utilizadas en el porcentaje de inclusión no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) para las variable como se puede observar en el anexo 2, se observa que el valor más alto de DISMS fue para el tratamiento del 15% de fréjol gandul hojas con 52,96% seguida del 15% de centrosema hojas con 52,63%, testigo con 50,03 %, 10% fréjol gandul hojas 52,49%, 10% centrosema hojas 51,16%, por último el tratamiento del 10% de fréjol gandul y centrosema entera 50,61% – 50,31% y al 15% de fréjol gandul y centrosema entera 50,15% – 51,07% lo que concuerda con el ensayo realizado por Balseca, 2013 quien determina que los factores de porcentajes de inclusión no se observaron diferencias significativas $P > 0,05$ para la variable DISMS, ya que el valor más alto de DISMS fue para 10% de centrosema 65,65% seguida del 10 % de fréjol

gandul 62,48%, testigo 61,45%, 15% centrosema 61,12% y 15% fréjol gandul 61,12% a los 150 días de corte de la leguminosa.

En una investigación realizada por INIAP, 1991 se comprobó que centrosema tiene una digestibilidad de la MS que va del 41,8% a 47,7% y para el fréjol gandul posee una digestibilidad del 64%.

4.3. Porcentaje de proteína

En la investigación realizada en el porcentaje de proteína se observaron diferencias significativas en la concentración de proteína debido a la interacción ($P < 0,05$) de los genotipos de *Pennisetum* y variedades de leguminosas forrajeras tropicales.

En la dieta obtenida con la mezcla de hojas de fréjol gandul con los genotipos King grass y elefante se obtuvo la mayor concentración de proteína con una media de 10,50%, seguido de la mezcla del genotipo camerún más las hojas de centrosema con 10,07% y además la maralfalfa sin leguminosas forrajeras obtuvo el 9,95% de proteína (Tabla 4.1). Lo que concuerda con Balseca, 2013 quien determina que el valor más alto es cuando se adicionó el 15% fréjol gandul 9,9% en las dietas, sin embargo el testigo, 10% centrosema, 15% centrosema y 10 % fréjol gandul fueron similares en el porcentaje de PC (7,4%; 7,8%; 8,3% y 8,7% respectivamente), cuando el corte fue realizado a los 150 días en la época seca.

En una investigación realizada se muestran las variables nutricionales evaluadas y la relación hoja: tallo promedio en los dos años de evaluación en los diversos tratamientos, observándose que el contenido de proteína $P < 0,01$ fue más elevado en los tratamientos asociados, a pesar de las dosis elevadas de nitrógeno aplicado al tratamiento testigo. A través de este ensayo, se demuestra nuevamente que el pasto king grass es de bajo valor proteico (Senra, 1990), y sólo con la aplicación de fertilización nitrogenada o asociado el king grass puede obtener valores aceptables de proteína como se explica que el Kg fertilizado, Kg + fréjol alado, Kg + sirato de agua, Kg + *C. macrocarpum*, Kg + *C. pubescens* obteniendo valores de (8,7 b; 9,1 b; 9,7 ab; 9,8 ab; 10,5 a).

Tabla 4.1. Porcentaje de proteína en las mezclas de *Pennisetum* mas leguminosas forrajeras tropicales.

Pasto	Leguminosas				
	Centrosema (entera)	Centrosema (hojas)	Gandul (entera)	Gandul (hojas)	Sin leguminosa
Camerún	8,52 c-g	10,07 ab	7,55 fg	9,11 a-e	8,76 b-f
Elefante	9,76 abc	7,96 d-g	8,75 b-f	10,49 a	9,55 abc
King grass	9,17 a-d	8,59 b-f	8,65 b-f	10,50 a	9,43 a-d
Maralfalfa	7,00 g	7,95 d-g	7,60 efg	8,89 b-f	9,95 abc

En el porcentaje de *Pennisetum* en proteína se observaron diferencias significativas en la concentración de proteína debido a la interacción ($P < 0,05$) de los genotipos de *Pennisetum* y porcentaje de leguminosas forrajeras tropicales.

En la dieta obtenida con el porcentaje del 15% se obtuvo como mejor al king grass y elefante 10,03% - 10,00%, seguido del porcentaje del 0% el cual se obtuvo maralfalfa con 9,95% y en el porcentaje del 10% se logró obtener los valores más bajos que fueron de camerún y elefante 9,19%; 8,47% (Tabla 4.2.)

Tabla 4.2. Porcentaje de proteína en las mezclas de *Pennisetum* con diferentes porcentajes de leguminosas forrajeras tropicales

Dosis	<i>Pennisetum</i>			
	Camerún	Elefante	King grass	Maralfalfa
0%	8,76 abc	9,55 ab	9,43 ab	9,95 a
10%	9,19 bc	8,47 bc	8,43 bc	7,46 c
15%	9,43 ab	10,00 a	10,03 a	8,27 bc

4.4. Porcentaje de fibra cruda

Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el porcentaje de FC. Según los resultados en las dietas de fibra del género *Pennisetum* con diferentes tipos de leguminosas se observó que el valor más alto es cuando se mezcla maralfalfa con fréjol gandul entera 47,91% en las dietas elefante con centrosema hojas y fréjol gandul entera obtuvo 46,92% – 45,57% seguido de camerún con fréjol gandul entera y centrosema entera, king grass con fréjol gandul hojas y centrosema hojas fueron similares el porcentaje de fibra cruda 44,13%; 43,25%; 42,27%; 41,27% (Tabla 4.3). Lo que concuerda en el ensayo realizado por Balseca 2013 nos indica que las dietas con 10% centrosema, 15% centrosema, 10% fréjol gandul y 15% fréjol gandul obtuvieron valores de porcentaje de FC de 44,48%; 44,13%; 44,58% respectivamente.

Tabla 4.3. Efecto de porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), mezcladas del género *Pennisetum* con diferentes tipos de leguminosas forrajeras tropicales

Variedad	Leguminosas				Sin leguminosa
	Centrosema (entera)	Centrosema (hojas)	Gandul (entera)	Gandul (hojas)	
Camerún	43,25 a-d	43,12 a-d	44,13 a-d	42,69 a-d	41,63 bcd
Elefante	41,79 bcd	46,92 ab	45,57 abc	41,62 bcd	39,67 cd
King grass	40,11 cd	41,27 bcd	40,15 cd	42,27 a-d	41,26 bcd
Maralfalfa	44,65 abc	38,33 d	47,91 a	45,00 abc	45,53 abc

En la concentración de las dietas de fibra cruda mezcladas con variedades de leguminosas no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$). En la tabla 4.4. Se observa que las dietas con el 10% y el 15% de leguminosas tienen valores semejantes.

4.5. Grasa

Para la variable grasa no se observaron diferencias significativas entre las dietas, porcentajes, variedades de leguminosas y genotipos de *Pennisetum* como se puede observar en el anexo 3. Demuestra que ningún valor está bajo el valor ($P < 0,05$), ya que todas tienen valores muy semejantes respectivamente.

4.6. Porcentaje de ceniza

En el porcentaje de ceniza se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$). Según los resultados obtenidos de las dietas se observó que el valor más alto es cuando se mezcla el testigo camerún 12,94% y en las dietas compuestas de camerún con fréjol gandul hojas se obtuvo 12,10% seguido de la mezcla entre elefante con centrosema hojas y fréjol gandul hojas 11,78%; 11,68%. De igual forma se encontró que el valor más bajo de ceniza fue para king grass con centrosema entera y centrosema hojas y maralfalfa con centrosema hojas y testigo del mismo, los valores fueron de 11,52%; 11,32%; 11,22%; 11,58%, como se observa en la (Tabla 4.5). Lo que concuerda en el ensayo realizado por Balseca, 2013 nos indica verificar el porcentaje de ceniza fue más alto en aquellas dietas compuestas solo por gramíneas 9,4% y similar al porcentaje de ceniza de la dieta *Brachiaria* más 15% de fréjol gandul 9,2%.

Tabla 4.5. Efecto de porcentaje de inclusión sobre la ceniza, mezcladas del genero *Pennisetum* con diferentes tipos de leguminosas forrajeras tropicales

Variedad	Leguminosas				
	Centrosema (entera)	Centrosema (hojas)	Gandul (entera)	Gandul (hojas)	Sin leguminosa
Camerún	11,25 abc	11,54 abc	11,80 abc	12,10 ab	12,94 a
Elefante	10,75 bc	11,78 abc	09,95 c	10,02 c	11,68 abc
King grass	11,52 abc	11,32 abc	10,82 bc	11,21 abc	10,75 bc
Maralfalfa	10,86 bc	11,22 abc	10,87 bc	10,19 c	11,58 abc

Para la concentración de ceniza mezclados de género *Pennisetum* con diferentes porcentajes de leguminosas se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$). El porcentaje del 0% de camerún obtuvo el valor más alto 12,94%, seguido del porcentaje del 15% en camerún y king grass se observó valores de 12,05%; 11,19% y el porcentaje del 10% en camerún y king grass obtuvo los valores 11,29%; 11,24% (Tabla 4.6).

Tabla 4.6. Efecto de porcentaje de inclusión sobre la ceniza, mezclas del género *Pennisetum* con diferentes porcentajes de leguminosas forrajeras tropicales.

Dosis	<i>Pennisetum</i>			
	Camerún	Elefante	King grass	Maralfalfa
0%	12,94 a	11,68 ab	10,75 b	11,58 ab
10%	11,29 ab	10,75 b	11,24 ab	10,83 b
15%	12,05 ab	10,50 b	11,19 b	10,74 b

4.7. Elementos no Nitrogenados

En la mezcla del género *Pennisetum* con variedades de leguminosas se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$), por tal motivo se destacó que el valor más alto fue de la dieta compuesta por maralfalfa con centrosema hojas 39,80% seguido del king grass con fréjol gandul y centrosema planta entera 37,90% - 36,56% también se observó que el porcentaje de elefante sin leguminosas y con fréjol gandul hojas 36,28% - 35,41% (Tabla 4.7.).

Tabla 4.7. Efecto de porcentaje de inclusión sobre elementos no nitrogenados (ENN), mezcladas del genero *Pennisetum* con tipos de leguminosas forrajeras tropicales

	Leguminosas				
	Centrosema (entera)	Centrosema (hojas)	Gandul (entera)	Gandul (hojas)	Sin leguminosa
Camerún	34,49 abc	32,54 bc	34,06 abc	33,61 abc	33,93 abc
Elefante	34,96 abc	30,85 c	32,84 bc	35,41 abc	36,28 abc
King grass	36,56 abc	36,05 abc	37,90 ab	33,48 abc	35,59 abc
Maralfalfa	34,87 abc	39,80 a	30,93 c	33,19 abc	30,25 c

En la concentración de las dietas de elementos no nitrogenados se observaron diferentes porcentajes con variedades de leguminosas en las cuales no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$), (Tabla 4.8).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó que los genotipos de King grass (*Pennisetum purpureum*) y Camerún (*Pennisetum purpureum*) fueron las que demostraron ser mejores que las demás en estudio.
- El porcentaje de inclusión de 15% de fréjol gandul y centrosema (hojas y planta entera) aportó significativamente a mejorar la calidad de las dietas compuestas por diferentes variedades de *Pennisetum sp.*
- En términos de valor nutritivo la dieta de King grass (*Pennisetum purpureum*) más 15% fréjol gandul hojas fue la mejor, sin embargo las dietas compuestas por Camerún (*Pennisetum purpureum*) combinadas con 15% de centrosema hojas podría ser una buena alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo del Ecuador.

5.2. Recomendaciones

- Es importante mencionar que este tipo de investigaciones no se ha reportado información para las regiones tropicales del Ecuador por lo que se sugiere continuar evaluando dietas con diferentes porcentajes de inclusión de leguminosas ya que con los resultados se pueden generar planes de manejo para establecer praderas de *Pennisetum* en asociación con leguminosas o bancos de proteína para la alimentación animal ya que esta puede ser una de las estrategias más económicas, rentables y compatibles al sector agropecuario.
- Basándose en la información obtenida en este estudio, la recomendación general para los productores y técnicos es que la dieta de King grass (*Pennisetum purpureum*) más 15% fréjol gandul hojas debe utilizarse ya que es el punto en el cual se logra el mayor DISMS con altos contenidos de proteína, fibra, ceniza y grasa.
- La edad de corte, época del año y especie forrajera (gramínea o leguminosa) son factores que afectan el valor nutritivo del forraje consumido por lo que se sugiere un estudio con estos factores controlados para evaluar su efecto en combinaciones de gramíneas y leguminosas.

BIBLIOGRAFÍA

- Araya, M., y Boschini, C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*. Universidad de Costa Rica, 16, (1), 37-43. Consultado 3 de diciembre del 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43716106>.
- Ara, Montero, col, M. De La Torre, y C. Reyes. 1998. Investigación en IVITA-Pucallpa. En Taller Internacional sobre actividades de TROPILECHE. 24-26 de Febrero de 1998. Atenas, Costa Rica con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13(3):2-10.
- 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. Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador.
- Akin, D.E., Rigsby, L.L., Hanna, W.W. and Gates, R.N. 1991. Structure and digestibility of tissue and brown midrib pearl millet (*Pennisetum glaucum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 56: 523- 528.
- Avellaneda, J.; Guerrero, F.; Quintana, G., Murillo R.; Montañez O.; Espinoza, I.; Samir Zambrano, S.; Romero, D.; Vanegas, J.; Pinargote, E. 2008. Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. *Revista Ciencia y Tecnología*. 1:87-94.
- Balseca D. 2013. Valor nutritivo de dietas con braquiarias y leguminosas Forrajeras tropicales en un programa de mejoramiento Genético ovino en el trópico húmedo del Ecuador. Tesis de grado previo a la obtención del título de: Ingeniera agropecuaria, mención en producción pecuaria.
- Barry, T. 2001. Forage feeding value energy and protein requirements in grazing sheep and cattle.
- Benítez, A. 1980, *Pastos y Forrajes*, Editorial Universitaria, Quito-Ecuador, 356p.
- Bernal, J., y Espinosa, J. 2003. *Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos*. IPNI, 1-93.

- Bogdan, A. 1977. Tropical Pasture and Fooder Plants (Grasses and Legumes). Tropical Agriculture Series, Longman Group Limited, London, pp. 475.
- Bondi, A. 1989. Nutrición Animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 546 p.
- Brown, D. L. y Chavalimu, E. 1985. Effects of ensiling or drying on five forages species in western Kenya: Zea Mays (Maize stover), Pennisetum purpureum (Pakistan napier grass), Pennisetum sp. (Bana grass), Impomea batata (S. Weet potatap vines) and Cajanus cajan (Pigeon pea leaves). Animal Feed Science and Technology. 13:1-61.
- Brow, D., M. Salim, E. Chavalimu. and H. Fitzhugh. 1988. Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. Small Ruminant Research. 1: 59-65.
- Buxton, D, R. Mertens and D, S, Fisher. 1996. Forage quality and ruminant utilization. *In*: Coolseason grasses. Agronomy monograph. American Society of Agronomy. Crop Sciences Society of America. Madison, WI, pp: 229-266.
- Cáceres, C. y H. Santana. 1988. Influencia de la edad de cosecha sobre valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos de tres gramíneas forrajeras. Pastos y Forrajes. 11: 183-189.
- Carballo, D., M. Matus, M. Betancourt, y C. Ruíz. 2005. Manejo de Pasto I, pp. 1-169. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Caravaca, F. 2011. Introducción a la Alimentación y Racionamiento Animal. EUITA. Sevilla. Consultado 29 de Noviembre del 2013. Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf.
- Carulla, J., E. Cárdenas, N. Sánchez, y C. Riveros. 2004. Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona Andina Colombiana, pp. 1-16. Universidad Nacional de Colombia.
- Cardarelli, A. 1999. Pastos y forrajes. Primera ed. Centro Internazionate Crocevia, Quito, Ecuador.

- Ciat (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1990. *Centrosema: Biology, agronomy, and Utilization*. Schultze-Kraft, R. and R. Clemens (tech. eds.) CIAT, Cali, Colombia. 1245 pp.
- Ciat (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1992. *Pastos para el tropical* Publicación Lowlands. CIAT No. 211. CIAT, Cali, pp238 Colombia.
- Cino, D., y A. Díaz. 2010. Leguminosas herbáceas para la preceba bovina en pastoreo: indicadores económicos y financieros. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 44(1):9-12.
- Coates, D.B. 1995. Tropical legumes for large ruminants, Cap 8 in: *Tropical Legumes in animal nutrition*. D'Mello, J. P. F. □ Devendra, C. (editors) CAB International, Oxon England 191-230 pp.
- Cowan, R. T., and K. F. Lowe. 1998. Tropical and Subtropical Grass Management and Quality. In: Cherney, J. H., and D. J. R. Cherney (eds). *Grass for Dairy Cattle*. CABI Publishing. Oxford. Reino Unido Pp. 101-135.
- Crawford, R. J. Hoover, W. H. and Junkins, L. L.. 1980. Effects of solids and liquid flows on Fermentation in continuous Cultures. II. Nitrogen Partition and Efficiency of Microbial Synthesis. *Journal of Animal Science*, 51(4):975
- Cruz, C.V. Fernández, R.M. Solano, V.J. y Ruiz, C.E. 2000. Comportamiento Agronómico de *Stylosanthes humilis* y *Stylosanthes hamanta* En condiciones de Trópico subhúmedo. *Técnica Pecuaria en México*. INIFAP-Produce 38 (1) 43-49 pp.
- Chacón, P. y Vargas, C. 2009. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote. *Agronomía Mesoamericana* 20(2):399- 408.
- Church, D. C., 1984. *Alimentos y alimentación del ganado*. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S. R. L. Uruguay.
- Church, D. C. y W. G. Pond. 1994. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México. pp 438
- Dias A, 2008. *Producción de carne bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas*. Tesis doctoral en Ciencias Veterinarias. Consultado 29 de Diciembre del 2013 Disponible en: <http://www.ica.edu.cu/biblioteca/Tesis/aslam.pdf>.

- Díaz R, 2004. Tesis Cáscara de *Cajanus cajan* en la dieta de vacas lecheras en producción Lambayeque Perú.
- Díaz, A., P. Martín, E. Castillo, y J. Hernández. 2012. Suplementación de añajos Charolais de Cuba en pastoreo de asociación múltiple de leguminosas herbáceas y gramíneas tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46(3):249-252.
- Espinoza, F. 2000. Las leguminosas forrajeras: más de 50 años de estudios en Venezuela ¿y entonces...?. *Revista Carabobo Pecuaria*, 148:11-13.
- Fao. 1982. Piensos tropicales: Resúmenes informativos sobre Pienso y Valores Nutritivos. Ed. FAO. Roma Italia. p 550.
- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM, 2008. Manual de alimentación en Bovinos.
- Fundación Servicio para el Agricultor (FUSAGRI). 1986. Pastos. Serie Petróleo y Agricultura, N° 10, pp 112.
- Giraldo, V. L. A. 1999. Potencial de la arbórea Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.
- González, A. y Eguiarte V.J.A. 1996. El Gandul o Chicharo de árbol es productor de grano y de forraje *Revista México Ganadero*. (411): 28-31.
- Grof, B.; Flores, A.; Mendoza, P.; Pizarro, A. 1997. Experiencia regional con Centrosema: norte de América del Sur. In R. Shultze-Kraft, R. Clements, y G. Keller-Grein (eds.), *Centrosema: Biología, Agronomía y Utilización*. CIAT, Cali, Colombia. 455-488.
- Guzmán P., J. E. 1983. La planificación pecuaria en Venezuela. Dirección de Información y Relaciones Públicas de la Gobernación del Dto. Federal, Caracas, Venezuela. pp. 234.
- Guzmán, E. 1996. Pastos y forrajes: producción y aprovechamiento (3ra ed.). Caracas, Venezuela: Espasande.
- Hacker, J. B. 1981. Nutritional Limits to Animal Production. Proc. Int Symp. St. Lucia, Queensland, Australia. CAB, UK.

- Henderickx, H. and Martín, J. 1963. C.r. Rech. Inst. Encour. Rech. scient. Ind. Agric, 110.
- Hodgson, J., 1990. Grazing management. Science into Practice. Longman Handbooks in Agriculture. Longman Group Limited, Hong Kong.
- Huntington, J.A. and Givens D.I. 1995. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. Nutr. Abst.Rev. (Series B); 65 (2): 63-93.
- Houérou, L. 2005. *Cajanus cajan* (L.). Mil sp. Grassland and pasture crops Grassland Index, Plant Production and Protection Division (AGP), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Ibrahim, M., J. Mora, y M. Rosales. 2006. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales, pp. 10-22 Memorias de una conferencia electrónica realizada entre septiembre y diciembre del 2001. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Icrisat, 1986. Annual Report, 1985. Patancheru. India.
- Inec (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2012. Visualizador de estadísticas Agropecuarias del Ecuador ESPAC para el año 2010. El documento fue consultado el 20 de Abril del 2014. Disponible en: http://www.inec.gov.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=75
- Iniap 1991. Programa de Ganadería Bovina y Pastos. E.E. Napo Payamino.
- Kay, E.D. 1979. Legumbres alimenticias. Zaragoza, España. Editorial Acriba, S.A. 328-331 pp.
- Lachmann, M., y F. Araujo. 1999. La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes, pp. 1-21. Universidad de Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracaibo, Venezuela.
- Lachmann, M., O. Araujo Febres, y J. Vergara López. 2003. Evaluación de la lignina detergente ácido como marcador para la determinación de la digestibilidad. Revista Científica, FCV-LUZ. 13(6): 484-489.

- Lascano, C. E. y P. Avila. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13(3):2-10.
- Lascano, C. E., Ávila, P. y Ramírez, G. 1996 Aspectos metodológicos en la evaluación de pasturas en fincas con ganado de doble propósito. *Pasturas Tropicales* 18 (3): 65-70.
- Leite, G., y V.P.B. Euclides. 1994. Utilização de pastagens de *Brachiaria spp.* In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 11., 1994, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luis de Queiroz". p.267-297.
- León-Meléndez, J., G. Ibarra-Giraudy & O. Iglesias-Cruz. 2000. *Pennisetum purpureum* cv. CRA-265 en condiciones de secano. Parámetros agronómicos y valor nutritivo. *Rev. prod. anim.* 12: 17-20
- López, I., Enríquez, J. F. 2011. Paquete Tecnológico Zacate *Pennisetum purpureum* Establecimiento y producción. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur – Sureste de México Trópico Húmedo. Campo Experimental “La Posta” Veracruz, 1-.7. El documento fue consultado el 20 de Abril del 2014. Disponible en: https://www.google.com.ec/?gws_rd=cr&ei=chlkUq3KL5Tg8wSe34AQ#q=Paquete+Tecnol%C3%B3gico+Zacate+Pennisetum+purpureum+Establecimiento+y+producci%C3%B3n&safe=off
- Martínez, R. 2002. Caracterización nutricional del Gandul (*Cajanus cajan*), basado en sus componentes químicos, desaparición *In situ* y cinética digestiva. Tesis de Grado, Universidad de Colima, México.
- McDonald. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*96: 251-252
- McAllan, A.B. and Smith, R.H. 1983. Estimation of flows of organic matter and nitrogen components in postruminal digesta and effects of level of dietary intake and physical form of protein supplement on such estimates. *Br J. Nutr* 49:119.
- Merchen, N. R. 1993. Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. En: D. C. Church (Ed.). *El rumiante, fisiología digestiva y nutrición*. Tomo I. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 191 - 223.
- Mertens, D.R. y Ely, L.O. 1982. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization a dynamic model evaluation. *J. Anim.Sci.* 54: 895-905.

- Mertens, D.R. 1993. Forage Cell Wall Structure and Digestibility ASA-CSSA- SSA.Art. Kinetics Cell Wall Digestión and Pasaje in Ruminants. Segne. Rd. Wadison, WI 53711. USA 535-558 pp
- Mejía, J. 2002. Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. Acta Universitaria 12(3):56-63.
- Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, Inc. New York. 483p.
- Miller, E.L. and Orskov, E.R.1985. Degradability of protein and its prediction. IDF Bulletin 196:69-78.
- Moran, J. 2005. Growing quality forages. En, Tropical dairy farming: Feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics. Australia: Landlinks Press.
- Morton, J. 1976. The pigeon pea (*Cajanus cajan* Millsp.), a high-protein, tropical legume. HortSciencie 11:11-19.
- NRC. 1996. National Research Council. The Nutrient Requeriments of Beef Cattle. Seventh revised edition. National Academy Press, Washington, D.C., U.S.A.
- Odongo, J.C.W, Sharma, M.M. Ong, C.K. Sing, L. and Saxema, K.B. 1991. (ICRISAT Center) Evaluation of Pigeonpea Hybrids, Their Parents, and Other Orskov, E.R. Hovell F.D. Deb and Mould, F. 1980. Tue Use the Nylon Bag Technique for the Evaluation of Feedstuffs Tropical Animal Production 5: 195- 231.
- Orskov, E.R. Hovell F.D. Deb and Mould, F. 1980. Tue Use the Nylon Bag Technique for the Evaluation of Feedstuffs Tropical Animal Production 5: 195- 231.
- Padilla, M, 2012. Tesis Respuesta de la leguminosa forrajera Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) a la fertilización química y orgánica en la zona de La Carolina, provincia de Imbabura.
- Pérez, J., Alarcón, B., Mendoza, G. D., *et al.* 2001. Efecto de un banco de proteína de kudzu en la ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella africana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, 39(001) 39-52. Consultado 13 de Enero del 2014. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61339104>

- Pinto, P. 2002. Las gramíneas en Colombia. *Revista Académica Colombia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Bogotá – Colombia, 26 (98), 59-68. Consultado 20 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_26/98/59-68.pdf
- Pirela, M.F. 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Manual de ganadería doble propósito. <http://avpa.vc/doc pdf s/libroson line/Manual de ganadería/sección 3/articulo 6.pdf>. Consulta: 20 de octubre del 2012.
- Pizarro, E. 2001. Grasses and legumes for tropical zones. *In*: Tejos, R., C. Zambrano, L. Mancilla y W. García. 2001. VII Seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal, pp. 151-170.
- Rua, M.F. 2008. Pastos de corte para el trópico [Online]. Consultado el 19 de Octubre del 2013. Disponible en Engormix: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/articulos/pastos-corte-tropico-t2047/p0.htm>
- Rodríguez, N, E. O. Simoes, R. Guimaraes-Junior. 2007. Uso de Indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20:4.
- Ruiz, M.E. y Ruiz, A. 1990. Nutrición de rumiantes: Guía metodológica de investigación. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 89- 117 pp.
- Sánchez, A. 1995. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina. FONAIAP 50:1-3.
- Senra, A. 1990. Uso en la producción animal. *In*: Herrera, R. (Ed). King grass. Plantación, establecimiento y manejo en Cuba. EDICA, Cuba, pp. 193 – 226.
- Soldevila, M., Vélez, J., Menéndez, A., y Jiménez, D. 1979. Manejo y utilización de los forrajes en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas, Estación Experimental Agrícola, Rio Piedras, Puerto Rico, 1-34. Consultado 12 de octubre del 2013. Disponible en: <http://136.145.83.33:8000/jspui/bitstream/10476/878/1/Publicacion%20125.pdf>

- Sosa, E. E., Cabrera, E., Pérez, D., Ortega, L. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias México. Técnica Pecuaria en México, 46(4), 413-426. Consultado 23 de diciembre del 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61346406>
- Schultze-Kraft, R.; Keller-Grein, G.; Belal-Cazar, J.; Benavides, G. 1985. *Centrosema macrocarpum* Benth, a promising tropical forage legume for acid soils. Proceedings of the XV International Grassland Congress, Kyoto. Science Council of Japan and Japanese Society of Grassland Science, Japan. 152- 154.
- Tabaré, B. 2008. Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes, pp. 1-13. Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- Tuah, A. K. Okai, D.B. Orskov, E.R. 1996. In Sacco Dry Matter Degradability and In Vitro Gas Production Characteristics Of Some Ghanain Feeds. Livestock Research for Rural Development. 8 (1) 1.
- Van der Maesen, L.J.G. 1986. *Cajanus* DC and *Atylosia* W.R.A. (Leguminosae) Agric. Univ. of Wageningen Papers 85-4
- Valenciaga, D., B. Chongo & O. La O. 2001. Characterization of *Pennisetum purpureum* CUBA CT-115 clone. Chemical composition and rumen DM degradability. Cub. J. of Agric. Sci. 35(4):325-329.
- Van Soest, J. P. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, N. Y. U. S. A. 476p.
- Vergara-López J. y O. Araujo-Febres. 2006. Producción, composición química y degradabilidad ruminal in situ de *Brachieria humidicola* (RENDLE) SCHWEICK en bosque seco tropical. Rev. Fac. Agron. LUZ. Vol. XVI, N° 3:239-248.
- Villalobos, G.C. González, V. R. Ortega, S. J. A. 2000. Técnicas para estimar la degradación de proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en los rumiantes en pastoreo. Técnica Pecuaria México. 38 (2):121-126 pp.
- Wadsworth, J. 1997. Análisis de sistemas de producción animal Tomo 1: Las bases conceptuales (Vol. 1). Roma: FAO.

- Wekley, D. C.; Stern, M. D.; Satter, L. D. 1983. Factors affecting disappearance of feedstuffs from bags suspended in the rumen. *Journal of Animal Science*. 56:493-499.
- Wilson, J. R. 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. En: J. B. Hacker (ed.), *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*: Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK. p 111.
- Williams, M.J. and Hanna, W.W. 1995. Performance and nutritive quality of dwarf and semi-dwarf elephant grass genotypes in the south-eastern USA. *Tropical Grasslands* 25: 73-84.


ANEXO 4

Reporte de análisis de suelos

N° LAB.		DATOS		pH		ds/m		%		ppm															
4426		LOTER#1		5,96		MeAc		2,24		NH4		P		S		Fe		Cu		Zn		Mn		B	
								B		A		B		M		A		A		B		B		M	

R1		R2		R3		R4		R5		meq/100 g															
Fe/Mn		Ca/Mg		Ca/K		Mg/K		Ca+Mg/K		K		Ca		Mg		Na		Al+H		Al		Σ Bases		C.I.C.E	
15,00		2,59		23,44		9,06		32,50		0,32		7,50		2,90								10,72			
M		M		M		M		M		M		M		A								M			

METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES		INTERPRETACION	
pH: Suelo: Agua 1:2.5		Olsen Modificado		Elementos:	
N,P,B,S: Colorimetría		N,P,K,Ca,Mg,Fe,Cu,Mn,Zn		pH:	
K,Ca,Mg,Fe,Cu, Mn,Zn: Absorción Atómica		Fosfato de Calcio		B = Bajo	
C.E: Conductímetro		Monobásico B, S		M = Medio	
M.O: Titulación Welkley Black				A = Alto	
				O = Optimo	
				Ac. = Acido	
				Me.Ac. = Medianamente Acido	
				L.Ac. = Ligeramente Acido	
				P. N. = Practicamente Neutro	


 ING. ELSA BURBANO C.
 LABORATORIO DE QUIMICA



 UTE
 ECUADOR
 LABORATORIO DE QUIMICA
 CAMPUS ARTURO RUIZ MORA

Foto A4.1. Reporte de análisis químico de suelo del sitio experimental.

ANEXO 5

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Cuadro A5.1. Análisis Bromatológico

				Proteína (%)			Fibra (%)			Grasa (%)			Cenizas (%)			ENN (%)		
Tra	Pasto de corte	Leguminosa	% Leguminosa	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3
1	Elefante	Cen(entera)	10	8.92	10.01	8.75	39.20	40.60	37.10	2.48	2.64	2.70	10.33	10.71	10.63	39.07	36.04	40.82
2	Elefante	Cen(entera)	15	9.38	10.63	10.84	41.90	44.70	47.26	2.93	3.01	2.67	10.81	11.27	10.75	34.98	30.39	28.48
3	Elefante	Cen (hojas)	10	7.05	6.88	7.50	46.80	46.50	46.40	2.40	2.37	2.24	11.00	12.60	11.55	32.75	31.65	32.31
4	Elefante	Cen (hojas)	15	8.17	9.38	8.75	48.40	47.70	45.70	2.98	2.10	2.95	11.68	11.80	12.02	28.77	29.02	30.58
5	Elefante	Gan (entera)	10	8.38	8.13	7.50	42.90	45.40	47.30	2.33	2.83	2.39	10.27	10.02	9.840	36.12	33.62	32.97
6	Elefante	Gan (entera)	15	9.13	9.38	10.00	46.30	49.80	41.70	3.01	3.92	2.84	9.27	9.59	10.73	32.29	27.31	34.73
7	Elefante	Gan (hojas)	10	9.38	9.38	9.80	43.40	40.20	43.60	2.22	2.52	2.81	10.63	11.71	9.71	34.37	36.19	34.08
8	Elefante	Gan (hojas)	15	11.88	11.88	10.63	39.70	43.40	39.40	2.70	2.13	2.40	9.00	9.75	9.32	36.72	32.84	38.25
9	Camerún	Cen(entera)	10	8.63	7.50	7.88	39.80	42.10	46.40	2.84	2.54	2.03	10.11	12.05	10.95	38.62	35.81	32.74
10	Camerún	Cen(entera)	15	9.38	9.62	8.13	43.30	44.20	43.70	2.65	2.40	2.43	11.05	12.15	11.2	33.62	31.63	34.54
11	Camerún	Cen (hojas)	10	10.0	10.0	9.13	44.10	43.00	45.60	2.56	2.95	2.54	12.18	10.59	11.84	31.16	33.46	30.89
12	Camerún	Cen (hojas)	15	10.6	10.0	10.69	44.60	38.70	42.70	2.90	2.61	2.84	12.53	11.16	10.93	29.34	37.53	32.84
13	Camerún	Gan (entera)	10	6.88	6.88	6.25	44.20	41.20	44.40	2.88	2.08	2.59	11.32	11.13	10.94	34.72	38.71	35.82
14	Camerún	Gan (entera)	15	8.75	9.01	7.50	42.70	45.50	46.80	2.41	2.12	2.70	13.86	12.77	10.76	32.28	30.6	32.24
15	Camerún	Gan (hojas)	10	8.13	8.13	8.90	44.05	43.20	41.40	2.06	2.80	2.55	11.21	11.95	11.24	34.55	33.92	35.91

16	Camerún	Gan (hojas)	15	9.63	10.0	9.88	42.00	39.30	46.20	2.29	2.31	2.92	13.13	12.28	12.80	32.95	36.11	28.2
17	Maralfalfa	Cen(entera)	10	7.13	6.25	6.25	45.9	46.2	41.6	2.25	2.49	2.80	9.83	10.39	11.44	34.89	34.67	37.91
18	Maralfalfa	Cen(entera)	15	7.88	7.63	6.88	44.1	43.8	46.3	2.79	2.66	2.72	11.25	10.67	11.55	33.98	35.24	32.55
19	Maralfalfa	Cen (hojas)	10	7.50	7.80	7.50	39.10	37.70	36.10	2.92	2.90	2.71	11.75	11.28	11.28	38.73	40.32	42.41
20	Maralfalfa	Cen (hojas)	15	8.50	7.90	8.50	40.90	37.10	39.10	2.64	2.77	2.28	11.25	10.68	11.05	36.71	41.55	39.07
21	Maralfalfa	Gan (entera)	10	7.60	7.00	7.63	47.28	46.00	47.00	2.98	2.51	2.68	10.85	10.17	11.69	31.29	34.32	31
22	Maralfalfa	Gan (entera)	15	7.50	7.88	8.01	49.90	48.20	49.10	2.48	2.68	2.78	10.76	10.33	11.39	29.36	30.91	28.72
23	Maralfalfa	Gan (hojas)	10	8.13	8.38	8.30	46.80	46.90	49.60	2.60	2.58	2.99	10.4	10.56	10.28	32.07	31.58	28.83
24	Maralfalfa	Gan (hojas)	15	9.38	9.88	9.25	44.50	42.20	40.00	2.78	2.66	2.80	9.92	9.86	10.14	33.42	35.4	37.81
25	King grass	Cen(entera)	10	8.75	8.88	8.50	41.20	38.95	42.50	2.79	2.18	3.17	11.04	11.59	11.76	36.22	38.4	34.07
26	King grass	Cen(entera)	15	9.50	9.88	9.50	38.80	38.50	40.70	2.96	2.49	2.33	12.22	11.56	10.92	36.52	37.57	36.55
27	King grass	Cen (hojas)	10	7.50	7.50	8.13	42.70	38.60	40.60	2.46	2.94	2.79	10.56	11.49	11.36	36.78	39.47	37.12
28	King grass	Cen (hojas)	15	10.00	10.25	8.15	42.20	43.50	40.00	2.83	2.78	2.90	11.14	11.64	11.71	33.83	31.83	37.24
29	King grass	Gan (entera)	10	8.75	7.25	7.25	41.70	39.30	41.20	2.40	2.50	2.65	10.57	11.15	11.50	36.58	39.8	37.4
30	King grass	Gan (entera)	15	9.38	9.42	9.85	42.60	37.40	38.69	2.62	2.51	2.22	10.80	10.64	10.25	34.60	40.03	38.99
31	King grass	Gan (hojas)	10	9.38	9.88	9.38	45.70	41.20	41.40	2.68	2.25	2.59	10.72	10.92	12.17	31.52	35.75	34.46
32	King grass	Gan (hojas)	15	11.88	11.25	11.25	42.90	40.50	41.90	2.48	2.44	2.85	11.22	11.09	11.11	31.52	34.72	32.89
33	Elefante	Sin leguminosa	0	9.63	9.88	9.13	38.30	39.50	41.20	2.68	2.82	2.98	11.97	10.48	12.60	37.42	37.32	34.09
34	Camerún	Sin leguminosa	0	9.38	8.42	8.49	41.70	40.70	42.50	2.78	2.95	2.48	13.38	12.46	12.98	32.76	35.47	33.55
35	Maralfalfa	Sin leguminosa	0	10.76	9.90	9.20	44.20	47.40	45.00	2.68	2.78	2.59	11.90	11.04	11.79	30.46	28.88	31.42
36	King grass	Sin leguminosa	0	8.71	9.95	9.64	39.20	41.80	42.79	2.67	3.24	2.98	10.36	10.53	11.37	39.06	34.48	33.22

Cuadro A5.2. Resultados de datos analizados para digestibilidad

Tra	Pasto de corte	Leg	(%) Leg	Digest	Proteína (%)	Fibra (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)	ENN (%)
1	Elefante	Cen (entera)	10	49.18	8.92	39.20	2.48	10.33	39.07
2	Elefante	Cen (entera)	15	50.11	9.38	41.90	2.93	10.81	34.98
3	Elefante	Centr (hojas)	10	48.50	7.05	46.80	2.40	11.00	32.75
4	Elefante	Centr (hojas)	15	50.88	8.17	48.40	2.98	11.68	28.77
5	Elefante	Gan (entera)	10	46.82	8.38	42.90	2.33	10.27	36.12
6	Elefante	Gan (entera)	15	45.94	9.13	46.30	3.01	9.27	32.29
7	Elefante	Gan (hojas)	10	51.98	9.38	43.40	2.22	10.63	34.37
8	Elefante	Gan (hojas)	15	49.04	11.88	39.70	2.70	9.00	36.72
9	Camerún	Cen (entera)	10	48.44	8.63	39.80	2.84	10.11	38.62
10	Camerún	Cen (entera)	15	50.50	9.38	43.30	2.65	11.05	33.62
11	Camerún	Cen (hojas)	10	51.27	10.0	44.10	2.56	12.18	31.16
12	Camerún	Cen (hojas)	15	51.37	10.6	44.60	2.90	12.53	29.34
13	Camerún	Gan (entera)	10	46.87	6.88	44.20	2.88	11.32	34.72
14	Camerún	Gan (entera)	15	48.71	8.75	42.70	2.41	13.86	32.28
15	Camerún	Gan (hojas)	10	51.69	8.13	44.05	2.06	11.21	34.55
16	Camerún	Gan (hojas)	15	52.43	9.63	42.00	2.29	13.13	32.95
17	Maralfalfa	Cen (entera)	10	48.59	7.13	45.9	2.25	9.83	34.89
18	Maralfalfa	Cen (entera)	15	50.70	7.88	44.1	2.79	11.25	33.98
19	Maralfalfa	Centr (hojas)	10	48.98	7.50	39.10	2.92	11.75	38.73
20	Maralfalfa	Centr (hojas)	15	50.10	8.50	40.90	2.64	11.25	36.71
21	Maralfalfa	Gan (entera)	10	49.44	7.60	47.28	2.98	10.85	31.29
22	Maralfalfa	Gan (entera)	15	48.00	7.50	49.90	2.48	10.76	29.36
23	Maralfalfa	Gan (hojas)	10	52.83	8.13	46.80	2.60	10.4	32.07
24	Maralfalfa	Gan (hojas)	15	54.02	9.38	44.50	2.78	9.92	33.42
25	King grass	Cen (entera)	10	49.43	8.75	41.20	2.79	11.04	36.22
26	King grass	Cen (entera)	15	50.93	9.50	38.80	2.96	12.22	36.52
27	King grass	Cen (hojas)	10	49.80	7.50	42.70	2.46	10.56	36.78
28	King grass	Cen (hojas)	15	48.56	10.00	42.20	2.83	11.14	33.83
29	King grass	Gan (entera)	10	51.66	8.75	41.70	2.40	10.57	36.58
30	King grass	Gan (entera)	15	48.85	9.38	42.60	2.62	10.80	34.60
31	King grass	Gan (hojas)	10	48.04	9.38	45.70	2.68	10.72	31.52
32	King grass	Gan (hojas)	15	48.54	11.88	42.90	2.48	11.22	31.52
33	Elefante	Sin leguminosa	0	45.48	9.63	38.30	2.68	11.97	37.42
34	Camerún	Sin leguminosa	0	49.25	9.38	41.70	2.78	13.38	32.76
35	Maralfalfa	Sin leguminosa	0	53.01	10.76	44.20	2.68	11.90	30.46
36	King grass	Sin leguminosa	0	50.26	8.71	39.20	2.67	10.36	39.06

ANEXO 6

Análisis de varianza

Cuadro A6.1. Análisis de varianza para digestibilidad *In situ* de la materia seca de (DISMS)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	385,91	37	10,43	3,16	<0,0001
Tratamientos	254,99	35	7,29	2,21	0,00
Leguminosa	105,85	4	26,46	8,02	0,00
Dosis	7,52	1	7,52	2,28	0,14
Dosis*Leguminosa	11,49	3	3,83	1,16	0,33
Pasto	61,24	3	20,41	6,18	0,00
Pasto*Leguminosa	38,95	12	3,25	0,98	0,47
Pasto*Dosis	9,09	3	3,03	0,92	0,44
Pasto*Leguminosa*Dosis	20,84	9	2,32	0,70	0,70
Rep	130,92	2	65,46	19,84	<0,0001
Error	230,93	70	3,3		
Total	616,84	107			

Cuadro A6.2. Análisis de varianza para Proteína

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	150,17	35	4,29	16,50	0,00
Total	170,08	107			
Pasto (A)	30,16	3	10,05	38,65	0,00
Leguminosa (B)	33,53	3	11,18	43,00	0,00
Pasto*Leguminosa (A*B)	34,36	9	3,82	14,69	0,00
Dosis ©	40,21	1	40,21	154,65	0,00
Pasto*Dosis	2,31	3	0,77	2,96	0,04
Dosis*Leguminosa (C*B)	1,36	3	0,45	1,73	0,17
Pasto*Leguminosa*Dosis	1,69	9	0,19	0,73	0,68
Testigos vs Factores	4,36	1	4,36	16,77	0,00
Rep	1,45	2	0,73	2,81	0,07
Error	18,46	70	0,26		

Cuadro A6.3. Análisis de varianza para Fibra

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	796.58	35	22.76	5.59	0.00
Total	1090.78	107			
Pasto (A)	148.53	3	49.51	12.16	0.00
Leguminosa (B)	65.49	3	21.83	5.36	0.00
Pasto*Leguminosa(A*B)	382.34	9	42.48	10.44	0.00
Dosis ©	0.21	1	0.21	0.1	0.82
Pasto*Dosis	14.51	3	4.84	1.19	0.32
Dosis*Leguminosa(C*B)	42.41	3	14.14	3.47	0.02
Pasto*Leguminosa*Dosis	76.09	9	8.45	2.08	0.04
Testigos vs Factores	11.19	1	11.19	2.75	0.10
Rep	8.99	2	4.5	1.11	0.34
Error	285.2	70	4.07		

ANEXO 3**Cuadro A3.4.** Análisis de varianza para grasa.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	3,51	35	0,1	1,25	0,2119
Total	8,93	107			
Pasto (A)	0,27	3	0,09	1,13	0,34
Leguminosa (B)	0,18	3	0,06	0,75	0,53
Pasto*Leguminosa(A*B)	1,18	9	0,13	1,63	0,13
Dosis ©	0,13	1	0,13	1,6	0,21
Pasto*Dosis	0,45	3	0,15	1,88	0,15
Dosis*Leguminosa(C*B)	0,04	3	0,01	0,13	0,94
Pasto*Leguminosa*Dosis	0,78	9	0,09	1,13	0,36
Testigos vs Factores	0,34	1	0,34	4,25	0,043
Rep	0,03	2	0,01	0,13	0,88
Error	5,39	70	0,08		

Cuadro A6.4. Análisis de varianza para Ceniza.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	58.18	35	1.66	4.256	0.00
Total	85.96	107			
Pasto (A)	15.95	3	5.32	13.64	0.00
Leguminosa (B)	5.63	3	1.88	4.82	0.04
Pasto*Leguminosa(A*B)	14.5	9	1.61	4.13	0.00
Dosis ©	0.21	1	0.21	0.5	0.47
Pasto*Dosis	3.68	3	1.23	3.15	0.03
Dosis*Leguminosa(C*B)	0.93	3	0.31	0.79	0.50
Pasto*Leguminosa*Dosis	5.24	9	0.58	1.49	0.17
Testigos vs Factores	4.72	1	4.72	12.10	0.00
Rep	0.21	2	0.11	0.28	0.76
Error	27.56	70	0.39		

Cuadro A6.5. Análisis de varianza para Elementos no Nitrogenados.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	801.9	35	22.91	4.75	0.00
Total	1147.49	107			
Pasto (A)	94.09	3	31.36	6.51	0.00
Leguminosa (B)	30.45	3	10.15	2.11	0.11
Pasto*Leguminosa(A*B)	378.58	9	42.06	8.73	0.00
Dosis ©	58.03	1	58.03	12.0	0.00
Pasto*Dosis	25.49	3	8.5	1.76	0.16
Dosis*Leguminosa(C*B)	43.19	3	14.4	2.99	0.04
Pasto*Leguminosa*Dosis	104.6	9	11.62	2.41	0.02
Testigos vs Factores	2.25	1	2.25	0.47	0.49
Rep	7.84	2	3.92	0.81	0.45
Error	337.74	70	4.82		

Figura A1.1. Porcentaje de digestibilidad *In situ* de la materia seca entre variedades de *Pennisetum*.

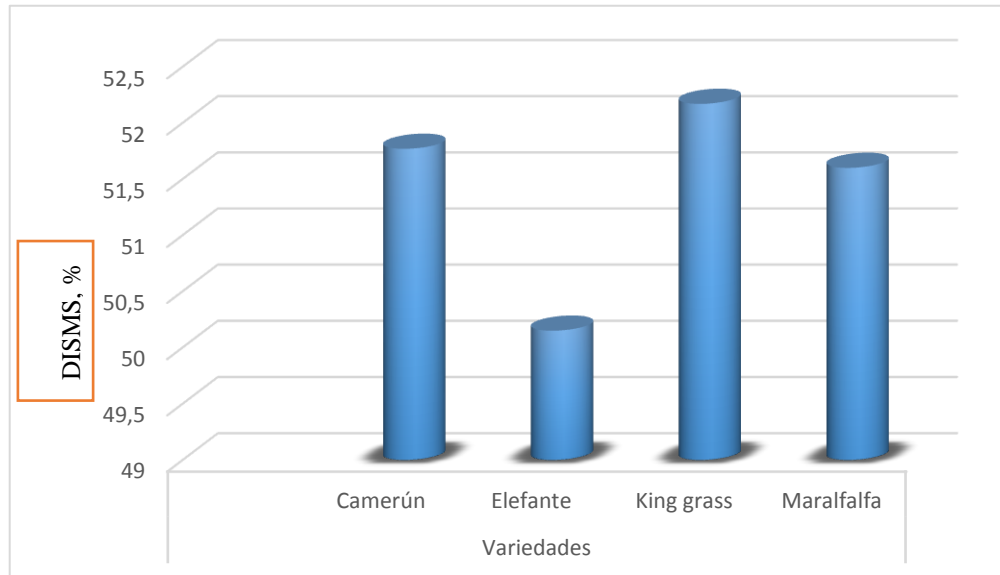


Figura A2.1. Efecto de porcentaje de inclusión sobre la digestibilidad *In situ* de la materia seca (DISMS); Te = testigo; Ce = Centrosema; Ga = Gandul (Hojas-Planta entera).

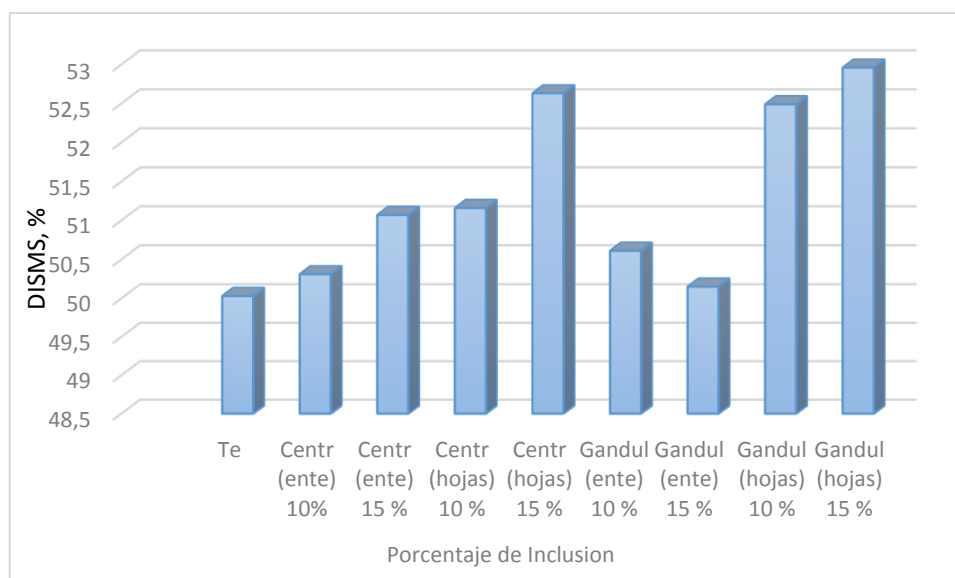
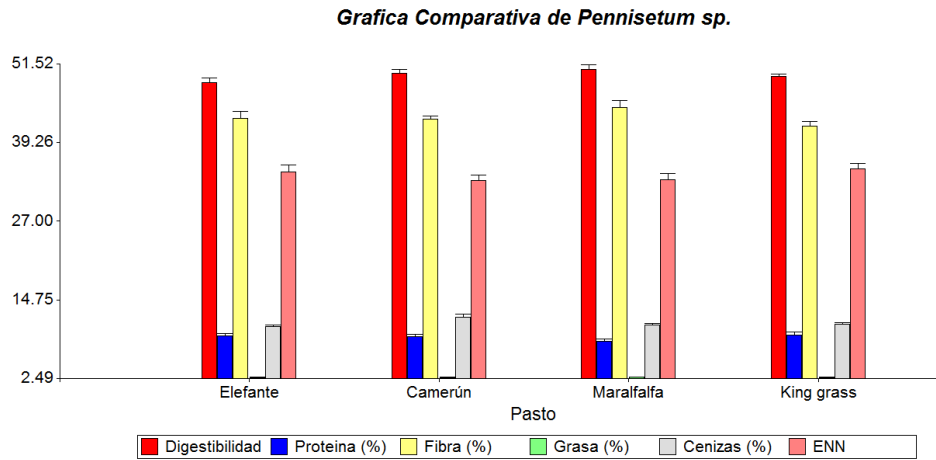


Tabla 4.4. Efecto de porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), mezcladas en diferentes porcentajes con variedades de leguminosas forrajeras tropicales

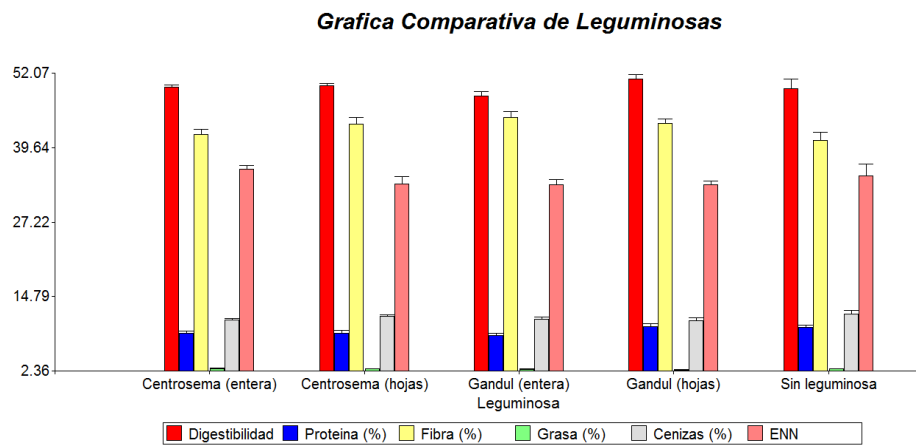
Dosis	Leguminosas			
	Centrosema (entera)	Centrosema (hojas)	Gandul (entera)	Gandul (hojas)
10%	41,80 a	42,27 a	43,99 a	43,95 a
15%	43,11 a	42,55 a	44,89 a	41,83 a

Tabla 4.8. Efecto de porcentaje de inclusión de Elementos no Nitrogenados mezcladas con diferentes genero de *Pennisetum*, mezcladas en diferentes porcentajes con variedades de leguminosas forrajeras tropicales

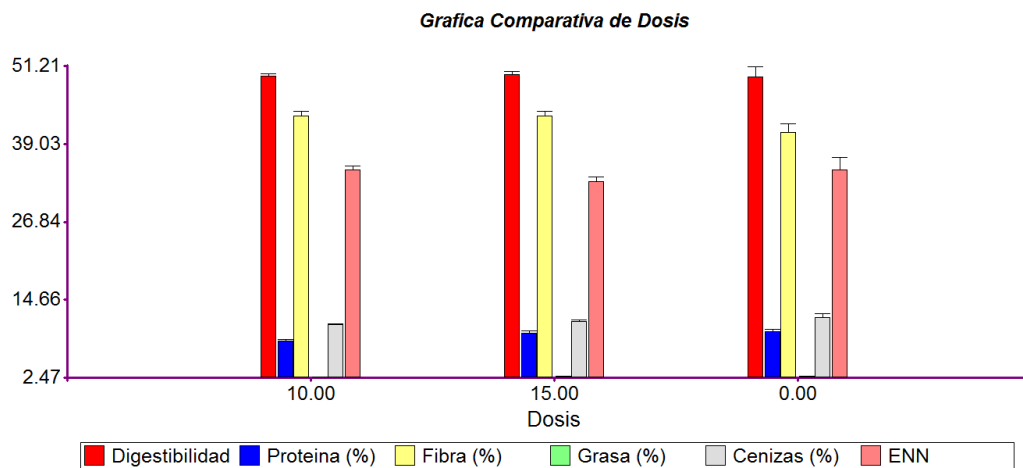
Dosis	<i>Pennisetum</i>			
	Camerún	Elefante	King grass	Maralfalfa
0%	33,93 ab	36,28 ab	35,59 ab	30,25 b
10%	34,69 ab	35,00 ab	36,46 a	34,84 ab
15%	32,66 ab	32,03 ab	35,52 ab	34,56 ab

Gráfica A1.1. Comparación de *Pennisetum*

Gráfica A1.2. Comparación de Leguminosas



Gráfica A1.3. Comparación de porcentajes



ANEXO 7

FOTOS



Foto A7.1. Parcelas de centrosema y fréjol gandul.



Foto A7.2. Pesaje de las muestras planta entera y hojas.



Foto A7.3 Molienda de muestras para digestibilidad



Foto A7.4. Pesaje y sellado de muestras para digestibilidad



Foto A7.5. Total de dietas y colocación en cadenas para introducir en vacas canuladas.



Foto A7.6. Animales canulados para el experimento.



Foto A7.7. a. Introducción b. Extracción luego de 48 horas c. Lavado de las muestras con residuos d. incubación e. Secado de muestras.