



**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 (*Arachis pintoi* y *Pueraria phaseoloides*) EN UN  
PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO OVINO EN EL TRÓPICO  
HÚMEDO DEL ECUADOR**

**Estudiante**

JORGE FABRICIO TOSCANO JUMBO

**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 (*Arachis pintoii* y *Pueraria phaseoloides*) 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 Cristobal Salcán Guamán

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Wilson Geovanny Rivas Pacheco

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Santo Domingo, Diciembre del 2014.

**Autor: JORGE FABRICIO TOSCANO JUMBO**

**Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**Título de Tesis: DIETAS CON VARIEDADES DE PASTOS *Pennisetum sp.*  
Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES  
(*Arachis pintoi* y *Pueraria phaseoloides*) 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.

---

**Jorge Fabricio Toscano Jumbo**  
**C.I. 1716936511**

**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: **JORGE FABRICIO TOSCANO JUMBO**, cuyo tema es: **DIETAS CON VARIEDADES DE PASTOS *Pennisetum sp.* Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES (*Arachis pintoi* y *Pueraria phaseoloides*) 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

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres Esthela Maruja Balcázar Jumbo y Jorge Alberto Toscano Gálvez por sus apoyos, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos más difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos Katty Toscano y Paúl Toscano por estar siempre presentes, en todos los momentos, alentandome a apoyandome en todo al alcance de ellos para ser un profesional.

Dedico este trabajo a mi amada esposa, Viviana Fernández por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales. A mi adorado hijo Dylan Mateo, a quien siempre cuidaré para verlo hecho persona capaz y que pueda valerse por si mismo.

A mi Abuelita Lucrecia Balcazar y tías Marianela Jumbo, Patricio Cobos, Fredy Villao y Betty Jumbo a quien los quiero mucho, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en todos los momentos. A mis maestros y personas quienes nunca desistieron al enseñarme, brindandome conocimientos para poder triunfar y salir adelante y culminar mi carrera pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

*“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.* **Thomas Chalmers**

**Jorge Fabricio Toscano Jumbo**

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Ofrezco el más profundo agradecimiento a mis padres, Jorge Toscano y Esthela Jumbo, por el amor, la paciencia, la disciplina y sobre todo el ejemplo con el que han sabido educarme. Gracias a ellos he podido cultivar el ideal de justicia en mi corazón, la prudencia, templanza y fortaleza, virtudes todas ellas, que me han permitido alcanzar una meta tras otra y volver realidad mis sueños. Por esto y por mucho más, mi vida a ellos debo.

Esta dedicatoria de tesis es dedicada para el amor de mi vida, mi esposa, Viviana Fernandez y a mi hijo Dylan Mateo, gracias a usted por su paciencia, por su comprensión, por su dedicación, por su fuerza, por su amor y por ser tal y como es, porque la amo. En realidad ella me llena por dentro de muchas fuerzas para conseguir el equilibrio que me permita dar el máximo de mí. Mis palabras sé que no bastan para decirte cuanto te agradezco.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional. De igual manera agradecer a mi profesor de Investigación y de Tesis de Grado, Ing. Luis Gusqui por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito y al Dr. Espinosa por brindarnos toda la confianza en la elaboración de este proyecto al Ing. Rodrigo Saquicela, por todo su apoyo incondicional con la ayuda en la parte estadística y método científico por todo el tiempo dedicado en la revisión del trabajo. A mi compañeros de clases, Juan Chiriboga, Ricardo Legarda, Jefferson Mera, y Marcelo Agualsaca, por todos estos buenos y malos momentos en que han compartido conmigo y por esos buenos consejos dados para así poder realizar y terminar la culminación de mi tesis y por haberme brindado su confianza y amistad.

**JORGE FABRICIO TOSCANO JUMBO**

## 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 .....	3
1.3. Alcance .....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general .....	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6

### CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes.....	7
2.2. Fundamentos teóricos.....	9
2.2.1. Arachis pintoi.....	9
2.2.2. Pueraria phaseoloides .....	10
2.2.3. Gramíneas del género Pennisetum .....	11
2.2.4. Utilización de especies forrajeras en nutrición con rumiantes.....	12
2.2.5. Utilización de las leguminosas.....	12

2.2.6. Valor nutritivo de las leguminosas.....	13
2.2.7. El valor nutritivo de las <i>Brachiarias</i> .....	14
2.2.8. Limitaciones de energía en forrajes.....	16
2.2.9. Importancia de las leguminosas. ....	18
2.2.10. Digestibilidad <i>in situ</i> .....	19
2.2.11. Degradación de la proteína .....	20

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Sitio del estudio.....	22
3.2. Características agro-edafo-climáticas .....	22
3.3. Características edáficas .....	23
3.4. Materiales .....	24
3.4.1. Materiales, instrumentos y recursos .....	24
3.4.2. Materiales para las variables dependientes.....	24
3.4.3. Factores en estudio .....	25
3.5. Variables a medir .....	25
3.5.1. Variables independientes .....	25
3.5.2. Variables dependientes .....	26
3.6. Características del área experimental.....	26
3.7. Diseño experimental.....	27
3.8. Tratamientos: .....	27
3.9. Manejo agronómico del ensayo .....	29
3.10. Determinación de la digestibilidad <i>In situ</i> .....	29
3.11. Descripción de variables a medir. ....	29
3.11.1. Materia verde (MV).....	29
3.11.2. Digestibilidad <i>In situ</i> de la materia seca (DISMS).....	30
3.11.3. Análisis proximal .....	31

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS) de las gramíneas .....	33
4.2.	Digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS) de las leguminosas.....	33
4.3.	Porcentaje de Proteína .....	34
4.4.	Porcentaje de Fibra cruda .....	35
4.5.	Grasa.....	37
4.6.	Porcentaje de Ceniza .....	37
4.7.	Elementos no nitrogenados.....	38

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones.....	40
5.2.	Recomendaciones.....	41
	Bibliografía.....	42

## **ANEXOS**

### **ANEXOS 1**

Cuadro A1. 1. Análisis Bromatológico.....	49
Cuadro A1. 2. Resultados de Datos analizados para Digestibilidad.....	51

### **ANEXOS 2**

Cuadro A2. 1. Análisis de varianza para la Digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS).....	52
Cuadro A2. 2. Analisis de varianza para el Porcentaje de Proteína .....	52
Cuadro A2. 3. Analisis de varianza para el Porcentaje de Fibra cruda.....	53

### **ANEXOS 3**

Cuadro A3. 1. Análisis de varianza para Grasa.....	53
Cuadro A3. 2. Analisis de varianza para de Ceniza.....	54
Cuadro A3. 3. Analisis de varianza para Elementos no nitrogenados.....	54

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Promedios de la DISMS de mezcla de leguminosas con variedad del género Brachiaria .....	15
Cuadro 2. Promedios de la Proteína cruda por variedad y nivel de leguminosa por variedad del género Brachiaria .....	15
Cuadro 3. Promedios de la Fibra cruda y nivel de leguminosa por variedad del género Brachiaria. ....	16
Cuadro 4. Promedios de la Ceniza por variedad y nivel de leguminosa por variedad del género Brachiaria.....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Medias mensuales de precipitación, y temperaturas mínima y máxima de enero a noviembre del año 2013. ....	23
Fig. 2. Porcentaje de digestibilidad, In situ de la materia seca entre variedades de Pennisetum. ....	55
Fig. 3. Efecto de porcentaje de inclusión sobre la digestibilidad In situ de la materia seca (DISMS); Te = testigo; Ma = Maní; Pu = Pueraria (Hojas–Planta entera).....	55

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica A1. 1. Comparación de Pennisetum. ....	56
Gráfica A1. 2. Comparación de Leguminosa. ....	56
Gráfica A1. 3. Comparación de porcentajes de inclusión. ....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Análisis físico y químicas del suelo, del sitio experimental. ....	23
Tabla 3.2. Esquema del análisis de varianza para el modelo 1. ....	27
Tabla 3.3. Tratamientos entre porcentajes de Pennisetum y leguminosas para formar las dietas experimentales. ....	28
Tabla 3.4 Efecto de porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), mezcladas en diferentes dosis con variedades de leguminosas.....	56
Tabla 4.1. Concentración de proteína en las mezclas de Pennisetum mas leguminosas forrajeras tropicales.....	35
Tabla 4.2. Concentración de Proteína mezcladas del género Pennisetum con diferentes porcentajes de leguminosas forrajeras. ....	35
Tabla 4.3. Efecto de porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), mezcladas del género de Pennisetum con diferentes tipos de leguminosas. ....	36
Tabla 4.4. Efecto de porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), del género Pennisetum con diferentes dosis de leguminosas. ....	37
Tabla 4.5. Efecto de porcentaje de inclusión sobre la ceniza(C), mezclados del género Pennisetum con diferentes tipos de leguminosas ....	38

Tabla 4.6. Efecto de porcentaje de inclusión sobre Elementos no nitrogenados (ENN), mezclados del género Pennisetum con diferentes tipos de leguminosas. ....	38
Tabla 4.7. Efecto de porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), del género Pennisetum con diferentes dosis de leguminosas. ....	39

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto A4.1. Reporte de análisis químico de suelo del sitio experimental. ....	58
Foto A5.1. Parcelas de mani forrajero y pueraria phaseoloides. ....	59
Foto A5.2. Toma de peso de muestras planta entera y hojas .....	59
Foto A5.3. Molienda de muestras para digestibilidad .....	59
Foto A5.4. Animal canulado y bolsas de dacrón con muestras de dietas experimentales. ....	60
Foto A5.5. a. Introducción de las muestras b. Extracción luego de 48 h c. Lavado de las muestras con residuos d. incubación e. Secado de muestras. ....	60
Foto A5.6. Toma del peso y sellado de muestras para análisis de digestibilidad.....	60
Foto A5.7. Dietas preparadas para introducción y colocación de cadenas para introducir en vacas fistuladas. ....	61
Foto A5.8. Animales fistulados para el ensayo de digestibilidad in situ. ....	61

## RESUMEN

El desconocimiento sobre la información de las pasturas de buena calidad, utilizado para la alimentación animal de los bovinos es uno de los principales factores limitantes en la ganadería moderna. La presente investigación se llevó a cabo con el fin de evaluar el valor nutritivo de dietas con cuatro variedades de *Pennisetum*: Pasto Elefante (*Pennisetum Schumacher*), Camerún (*Pennisetum cameroon*), Maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) y King grass (*Pennisetum purpureum*), al ser combinadas con la inclusión del 0%, 10% y 15% de dos especies de leguminosas rastreras forrajeras tropicales: maní forrajero (*Arachis pintoii*) y kutzú (*Pueraria phaseoloides*) para la alimentación de ovinos de pelo. Las muestras fueron recolectadas en la granja experimental “El oasis” de la Universidad Tecnológica Equinoccial, a una edad de rebrote para las variedades de *Pennisetum* de 60 días y para leguminosas forrajeras tropicales en hojas a los 90 días, y en las leguminosas forrajeras enteras a los 150 días en época lluviosa. El diseño utilizado para la investigación fue un DBCA con arreglo factorial (4x4x2+4), con tres repeticiones. Para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% y los modelos de regresión polinomiales con  $\alpha = 0,05$ . Las variables dependientes evaluadas son digestibilidad in situ de la materia seca, análisis proximal de proteína, fibra cruda, grasa, ceniza y elementos no nitrogenados. Los estudios proximal se realizaron en el laboratorio de bromatología y nutrición animal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) en la ciudad de Riobamba, 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 las variedades de king grass y camerún con 47,49% y 46,53%. La dieta con 15% de maní hoja y planta entera tuvieron porcentajes de P, FC y C, de 16,12%; 47,43% y 12,23% para todas las variedades de *Pennisetum*. Se encontró que las dietas con la variedad de pasto elefante y camerún más la inclusión del 15% de hojas entera obtuvieron los valores más altos para P, FC, C, y DISMS con 17,69%; 46,90%; 13,52% y 55,57%; 15,23% ;49,50%; respectivamente para cada variedad. Se puede concluir que en términos de valor nutritivo la dieta del pasto king grass más 15% de maní hojas y planta entera fue la mejor, sin embargo, las dietas compuestas por camerún, con el 15% de pueraria con hojas y planta entera también pueden ser una opción para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo del Ecuador.

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

## ABSTRACT

The lack of information of good quality pasture, used for animal alimentación of cattle is one of the major limiting factors in modern farming. This research was conducted to evaluate the nutritional value of diets with four varieties of Pennisetum: Elephant Grass (*Pennisetum purpureum*), Cameroons (*Pennisetum purpureum*), Maralfalfa (*Pennisetum violaceum*) and King grass (*Pennisetum purpureum*), the be combined with different inclusion identified in (0%, 10% and 15%) of two species of tropical forage creeping legumes: Peanut forage (*Arachis pintoii*) and kudzu (*Pueraria phaseoloides*) for feeding sheep hair. Samples were collected from the experimental farm "Oasis" University Technology Equator, at an age of regrowth for varieties of Pennisetum 60 days and tropical forage legumes in leaves at 90 days, and whole legumes to 150 days in the rainy season. The research design used was RCBD factorial ( $4 \times 4 \times 2 + 4$ ), with three replications. Analysis of variance and Tukey's test at 5% and polynomial regression models with  $\alpha = 0.05$  was used to compare treatment means. The dependent variables are evaluated in situ dry matter, proximal analysis of protein, crude fiber, fat, ash and digestible non-nitrogenous elements. The proximate analysis were performed in the laboratory of animal nutrition and food science at the Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH) in the city of Riobamba, the In situ digestibility of dry matter (DISMS) was evaluated in three Holstein cows ( $560 \pm 23$  kg) with ruminal cannula. Differences ( $P < 0.05$ ) between varieties with the highest DISMS for varieties of king grass and Cameroons with 47.49% and 46.53% percentages were found. The diet with 15% peanut leaf and whole plant had percentages of P, FC and C, 16.12%; 47.43% and 12.23% for all varieties of Pennisetum. It was found that diets with a variety of elephant grass and Camerum more inclusion of 15% of whole leaves had the highest for P, FC, C, and 17.69% DISMS with values; 46.90%; 13.52% and 55.57%; 15.23% 49.50%; respectively for each variety. It can be concluded that in terms of nutritional value diet king grass pasture plus 15% peanut leaves and whole plant was the best, however, diets composed Cameroons, with 15% of Pueraria with leaves and whole plant can also be be an option for feeding ruminants in the humid tropics of Ecuador.

Keywords: digestibility, grasses, legumes, nutritional value.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

Las principales limitantes de la producción de 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. 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. 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 & Araujo, 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).

La presencia de variados tipos y calidades de forrajes permite a los animales variar su dieta y de esta manera poder balancear su dieta de acuerdo a sus requerimientos y potencial, que se puede reflejar en mayor nivel de producción. Esta posibilidad de seleccionar la dieta adecuada no existe en los monocultivos de gramíneas (Provenza, 1996).

El término "ecología nutricional" se sugiere para referirse a este esfuerzo de proporcionar el tipo o la variedad de forraje y/o alimento que permita al animal en cuestión variar por sí mismo su dieta respondiendo a estímulos metabólicos de retroalimentación. Los follajes proporcionan nitrógeno y otros nutrientes necesarios para el adecuado funcionamiento ruminal en dietas basadas en forrajes de baja calidad; son una fuente excelente de energía digestible; y pueden proporcionar proteína sobrepasante necesaria para asegurar una respuesta productiva (en ganancia de peso o en aumento de producción de leche) en los animales alimentados con forrajes (Leng, 1998).

Una de las alternativas para mejorar la calidad de las pasturas tropicales es la introducción de leguminosas persistentes y compatibles con gramíneas. Las leguminosas se caracterizan por fijar N aprovechable por las gramíneas asociadas y por mantener su calidad a través del tiempo, especialmente proteína cruda (PC), durante la época seca cuando más las consumen los animales (Bóhnertét, et al., 1986).

Por el contrario, las gramíneas tropicales presentan contenidos de (PC) inferiores al 7% durante la época seca o cuando el suministro de N es deficiente, lo cual afecta el consumo voluntario y consecuentemente la producción animal (CIAT, 1984). Se reconoce, sin embargo, que algunas leguminosas tropicales poseen taninos y alcaloides que afectan en forma negativa el consumo y digestibilidad de diferentes fracciones nutritivas (Lascano, 1983).

La alimentación de los rumiantes en regiones tropicales se basa en el uso de los recursos forrajeros, que se caracterizan por marcadas fluctuaciones estacionales en cantidad y calidad (Lascano, 1991).

Esto se debe a que durante la estación seca es imposible la renovación de las praderas, y los remanentes pierden rápidamente su valor nutricional, debido al proceso fisiológico de lignificación, lo que causa una disminución en el consumo de forraje, y con ello se enfatiza la pérdida de peso en los animales (Minson, 1990).

En este sentido, señalan que con la utilización de forrajeras tropicales difícilmente se cumplen los requerimientos de los animales principalmente durante el crecimiento y lactación, obteniéndose índices productivos y reproductivos bajos (Combella, et al., 1999).

Una forma de contrarrestar la falta de calidad de las gramíneas es la suplementación en base a la utilización de concentrados, los que hoy en día tienen un elevado costo económico, particularmente aquellos que poseen alto contenido proteínico; además de que biológicamente no es justificable su utilización en animales con capacidad para realizar un uso eficiente de los forrajes (Cáceres et al., 1996), haciéndose necesario establecer alternativas que permitan el aporte de nutrientes a bajo costo.

## **1.2. Justificación**

La presente investigación contribuirá con información necesaria acerca de los rendimientos en materia seca y la proteína de las leguminosas que ofrecen ambas especies para mejorar la calidad nutricional de las pasturas, de las especies forrajeras rastreras y la producción animal. Además de la conveniencia académica y de investigación mencionadas anteriormente, esta investigación es conveniente porque generará información para vincular a la universidad con la sociedad, particularmente con los productores agropecuarios de la región del trópico húmedo.

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 sobre la importancia del manejo de las pasturas tropicales con leguminosas en donde el impacto de la información recolectada a la vez la misma puede extenderse positivamente a otros ámbitos de la población, generando mayores y mejores fuentes de trabajo, propiciando la articulación de la producción agrícola con otros sectores (técnicos, educativos, económicos).

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, garantía de capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico al suelo que eleva la producción y calidad proteica de las gramíneas asociadas y aumento de la productividad foliar, así como la utilización de diferentes estratos vegetales (Castillo, et al., 1998).

Se admite que las leguminosas tienen mayor valor alimenticio que las gramíneas y las raciones que combinan 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 (Espinosa y Wiggins, 2003).

Es factible la realización de este proyecto de investigación ya que se cuenta con el terreno que es propiedad de la universidad, también con las instalaciones de un laboratorio cercano de las parcelas experimentales, con equipos apropiados para la medición de variables y el debido procesamiento de las muestras de gramíneas, leguminosas y los recursos informáticos y literatura accesible a través de los diferentes medios de búsqueda.

La información por desarrollarse permitirá determinar la edad y el tiempo óptimo de corte en la acumulación de biomasa en las cuatro variedades en los pastos de corte del género *Pennisetum* y el mayor contenido de proteína que aportarán las leguminosas forrajeras rastreras en las épocas de lluvia en el trópico húmedo. Esto permitirá decidir que variedades de pasto y leguminosas son las de mayor producción y aportación en la región y cuáles son las más recomendables a cultivar dependiendo de las edades de corte.

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.

La aplicación de esquemas de establecimiento entre asociaciones con leguminosas forrajeras y manejo de pasturas tropicales de corte en la zona de Santo Domingo hará más eficiente la producción logrando más rendimiento por unidad de superficie y haciendo más eficiente el uso de insumos. El buen manejo de estos cultivos promueve la conservación ambiental y la sostenibilidad en la producción.

### **1.3. Alcance**

Con la realización de esta investigación se quiere dar a conocer el porcentaje de digestibilidad de los genotipos de *Pennisetum*, mediante la técnica de digestibilidad *In Situ* ya que este análisis es uno de los más complejos y nos permite demostrar que edad de rebrote es la mejor opción entre los cuatro genotipos dentro de las épocas a indagar (invierno) y mejorar así la alimentación de los animales y la eficiencia de producción del sistema.

Este proyecto de 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, en convenio 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 cual fue el máximo aprovechamiento 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 leguminosas forrajeras tropicales (*Arachis pintoi* y *Pueraria phaseoloides*) 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 (*Arachis pintoi* y *Pueraria phaseoloides*) 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 (*Arachis pintoi* y *Pueraria phaseoloides*) 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 (*Arachis pintoi* y *Pueraria phaseoloides*) 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

En los sistemas de producción extensivos e intensivos que se encuentran en las regiones tropicales y subtropicales las gramíneas constituyen el principal y más económico alimento de los rumiantes (vacunos y ovejas) que son fuente principal de proteína animal para la población humana (Rearte, 2002; Cuadrado, et al., 2003; Zárate, et al., 2012).

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 una investigación efectuada en Costa Rica, se comparó el potencial de rendimiento y el contenido de MS de cinco genotipos de pasto de corte (Taiwán, King Grass, Gigante, Elefante enano y Camerún) a distintas edades de corte (70 a 140 d con intervalos de 14 d). A los 70 d se alcanzó la mayor producción con los pastos King Grass y Gigante (7,3 t ha<sup>-1</sup> de MS), seguidos por los pastos Taiwán, Camerún y Elefante enano (4,6 t ha<sup>-1</sup> de MS). Sin embargo, la mayor relación hoja-tallo correspondió a Elefante enano, King grass y Camerún (1,38), que superó a Taiwán y Gigante (0,77). La producción de MS aumentó con la edad de corte de los pastos (Araya y Boschini, 2005).

En Ecuador se evaluó el potencial forrajero del pasto Maralfalfa con una dosis de fertilización de nitrógeno (60, 90 y 120 kg N ha<sup>-1</sup>), fósforo (60, 90 y 120 kg P ha<sup>-1</sup>) y una base estándar de potasio (30 kg K ha<sup>-1</sup>). Con las dosis de 90, 120 y 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K, respectivamente, se obtuvieron las mayores alturas de planta, de 133,2; 173,5 y 212,7 cm junto con los mayores rendimientos de forraje verde (MV), de 38,0; 55,3 y 108,8 t ha<sup>-1</sup> a los 75, 105 y 135 d, respectivamente. Se definió la edad óptima de corte a los 75 d, por la mejor relación de cantidad (184,9 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de MV) y calidad (16,7 % de MS y 15,3 % de proteína cruda) del pasto (Cruz, 2008).

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

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 en donde el 40% de la tierra es de uso agropecuario en el país y se está cubierta con pasturas cultivadas o naturales, y que de éstas, el 70% se encuentra ubicada en regiones con clima tropical o subtropical (INEC, 2011) 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).

Debido a que las gramíneas tropicales tienen bajo valor nutritivo, una estrategia de manejo es incluir leguminosas en las dietas de los animales o asociar las gramíneas con las leguminosas en las pasturas para el consumo directo en pastoreo. Lo anterior, es porque las leguminosas tienen mayor valor nutritivo que las gramíneas y las raciones que combinan gramíneas y leguminosas se ingieren en mayor cantidad y con más avidez por los animales, que las dietas con solo gramíneas, lo que se refleja en una mayor ganancia de peso media diaria en los animales que las consumen (Días, 2010). A este respecto algunas investigaciones han reportado que las especies de leguminosas arbóreas y arbustivas utilizadas como suplemento en dietas para rumiantes mejoran el valor nutritivo de las pasturas, incrementan el consumo voluntario, reducen el estrés nutricional de los animales y tienen la capacidad de incrementar la relación proteína/energía de las dietas (Galindo, 2005).

## **2.2. Fundamentos teóricos**

### **2.2.1. Arachis pintoi**

Es originaria de Brasil y tienen atributos como persistencia, respuesta a la carga animal, calidad nutricional, aporte de proteína degradable y sobrepasante, fijación de nitrógeno, utilización como cobertura, recuperación de suelos degradados y mejora del comportamiento productivo de animales (Rojas-Bourillón, 2005).

La inclusión del *Arachis pintoi* en la dieta del ganado, ha favorecido la respuesta animal tanto en crecimiento como en producción de leche. En trabajos donde se usó como monocultivo, demostró bajar en un 50% la cantidad de concentrado durante la fase de post-destete (Rojas-Bourillón et al., 1999). Sus producciones de materia seca como se evidencia en algunas regiones de Costa Rica, pueden ser de 6.6 y 7.1 t MS/ ha<sup>-1</sup> (Cab et al., 2008).

También existen limitaciones en su utilización lo son falta de capacitación de los productores en asociación con gramíneas, incompatible con períodos cortos de recuperación de la pastura acompañante, requerimiento adicional de grandes cantidades de energía en la dieta, cuidado a la altura de corte o pastoreo (Rojas-Bourillón., 2005).

Esta leguminosa cuenta con taninos condensados que pueden variar con período de corte. Por ejemplo, (Moreno et al., 1990) mencionan que pueden encontrar cantidades de taninos condensados de 74.1 g kg<sup>-1</sup> MS a corte de 6 meses de establecidas y 85.8 g kg<sup>-1</sup> MS a cortes efectuados a 28 días.

### **Valor nutritivo**

El cultivar porvenir es de alta calidad forrajera dado el alto consumo animal y los buenos contenidos de proteína y digestibilidad. El nivel de proteína cruda en las hojas oscila entre 17% y 20% dependiendo de la edad de la planta; la digestibilidad varía entre 67% y 71% ya que es ligeramente superior a la encontrada en el maní mejorador (Quan et al, 1996; CIAT, 1995).

#### **2.2.2. Pueraria phaseoloides.**

El Kudzú tiene un alto valor nutritivo, en términos de proteína, digestibilidad, contenido de minerales; el consumo animal en algunos casos requiere de acostumbramiento. La aceptación es alta especialmente en época seca; mejora las condiciones físicas y químicas del suelo por la cantidad de hojas depositadas y por el nitrógeno fijado. La producción de

MS está entre 5 y 6 t/ha/año. Los altos contenidos de proteína y calcio se manifiestan en la producción animal. El potencial de producción animal de gramíneas asociadas con pueraria es de 400 a 700 g/animal/día. Como abono verde el kudzú tiene una descomposición rápida y aporta el equivalente de 50 – 100 kg de N/ha<sup>-1</sup>/año, (Miller, et., al 2006).

### **Valor nutritivo**

Su aporte proteico se establece entre un 18% - 20%, lo que demuestra que su aporte es relativamente bajo, y la digestibilidad se establece entre un 60% - 70% por lo que su utilización se establece en la cobertura, pastoreo, abono verde, banco de proteína (CIAT, 2002).

### **2.2.3. Gramíneas del género *Pennisetum***

Dentro de las variedades de pastos las gramíneas del género *Pennisetum* tienen diferentes especies la cual poseen capacidad de adaptarse a una gran variedad de condiciones edafoclimáticas, en las regiones tropicales 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 (López G.I. y Enríquez, 2011).

A este respecto 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 t a 15 t de MS ha<sup>-1</sup> con un porcentaje de proteína de 6% a 13% para las variedades en estudio (Araya y Boschini, 2005).

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).

#### **2.2.4. Utilización de especies forrajeras en nutrición con rumiantes.**

Desde el punto de vista productivo, las leguminosas forrajeras cumplen un papel resaltante ya que además de ser una alternativa como fuente de proteína para la producción animal, aportan beneficio al sustrato tomando el nitrógeno libre y fijándolo al suelo. 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).

Las asociaciones con gramíneas, se puede definir la asociación como la interrelación armónica y equilibrada entre dos o más especies, siendo en este caso gramíneas y leguminosas. Con estas asociaciones se pretende introducir en el subsistema pastizal un componente mejorador de la dieta animal, sobre todo en las épocas críticas. Respecto a las introducidas, muy pocas han logrado superar las evaluaciones para ser reconocidas como cultivares comerciales que puedan persistir y producir bajo condiciones ambientales y sistemas de manejo predominantes en el trópico. 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).

#### **2.2.5. Utilización de las 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. 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, V. L. A, 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. 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).

#### **2.2.6. Valor nutritivo de las leguminosas**

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. Ésta 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., 2009).

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).

En relación al valor nutricional, los pastos tropicales están en desventaja con relación a los de clima templado. 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).

#### **2.2.7. El valor nutritivo de las *Brachiarias***

Las *Brachiarias* son plantas forrajeras ampliamente conocidas y utilizadas en América tropical ya que poseen excelentes cualidades forrajeras que les permiten mejorar sustancialmente los índices productivos de los sistemas de producción (Faría, 2006).

Las *Brachiarias* tienen características favorables para adaptarse y producir en las más difíciles condiciones ambientales y en los más variados sistemas de explotación o manejo. Hay una amplia cantidad de variedades o genotipos de *Brachiarias* que pueden tolerar mejor el pastoreo, diferentes niveles de humedad ambiental y del suelo, niveles de acidez y/o salinidad y con un valor nutritivo aceptable si les compara con las leguminosas

(Chávez, 2008). Entre las diferentes especies y variedades de *Brachiaria*, se han reportado aquellas que tienen tallos erectos, procumbentes y decumbentes estoloníferos (Machado, 1998) lo que les permite adaptarse a diferentes ambientes.

En un estudio realizado por Balseca 2013, en el Trópico Húmedo del Ecuador se obtuvieron los siguientes resultados al incluir porcentajes de 0% - 10% y 15% de mezclas entre *Braquiarias* y leguminosas forrajeras.

**Cuadro 1.** Promedios de la DISMS de mezcla de leguminosas con variedad del género *Brachiaria*.

Variedad	Centrosema			Gandul		
	Testigo	10%	15%	Testigo	10%	15%
	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Decumbens	63,7	62,9	61,7	63,7	64,1	63,0
Marandú	62,1	73,3	66,7	62,1	61,8	60,4
Mulato II	62,7	64,8	58,7	62,7	63,5	61,9
Piatá	62,0	64,8	58,5	62,0	59,8	59,1
Xaraés	56,8	62,6	60,1	56,8	63,3	60,7

Adaptado de: Balseca, 2013.

**Cuadro 2.** Promedios de la Proteína cruda por variedad y nivel de leguminosa por variedad del género *Brachiaria*.

Variedad	Centrosema			Gandul		
	Testigo	10%	15%	Testigo	10%	15%
	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Decumbens	8,2	8,4	9,9	8,2	9,3	10,7
Marandú	7,5	8,4	7,5	7,5	7,9	10,7
Mulato II	7	7,4	8,2	7	8,6	9,4
Piatá	7,1	7,5	8,4	7,1	7,4	8,5
Xaraés	7,2	7,5	9,6	7,2	8,1	10,1

Adaptado de: Balseca, 2013.

**Cuadro 3.** Promedios de la Fibra cruda y nivel de leguminosa por variedad del género *Brachiaria*.

Variedad	Centrosema			Gandul		
	Testigo	10%	15%	Testigo	10%	15%
	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Decumbens	40,4	45,7	43,2	40,4	46,0	41,9
Marandú	37,9	42,3	43,8	37,9	45,5	44,3
Mulato II	41,1	48,9	47,9	41,1	46,8	46,5
Piatá	42,2	45,1	43,8	42,2	43,3	42,5
Xaraés	40,1	40,4	42,0	40,1	41,4	42,9

Adaptado de: Balseca, 2013.

**Cuadro 4.** Promedios de la Ceniza por variedad y nivel de leguminosa por variedad del género *Brachiaria*.

Variedad	Centrosema			Gandul		
	Testigo	10%	15%	Testigo	10%	15%
	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Decumbens	9,4	9,1	9,6	9,4	9,5	9,4
Marandú	9,6	9,7	9,5	9,6	9,2	9,4
Mulato II	10,3	9,5	9,3	10,3	9,6	9,4
Piatá	8,5	7,8	8,2	8,5	8,4	8,5
Xaraés	9,3	8	8,7	9,3	8,2	9,1

Adaptado de: Balseca, 2013.

### 2.2.8. Limitaciones de energía en forrajes

Por lo general el contenido de energía de los forrajes es la principal limitante para la producción de leche en los sistemas de producción de leche que se basan en el pastoreo intensivo. Algunos investigadores han informado producciones de 9 kg 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 linear 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).

El 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. 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 G. G. y Euclides, V. P. 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 lo que en comparación con gramíneas tropicales son superiores.

Sus contenidos de proteína tienden a disminuir gradualmente conforme a la edad de la planta (Lascano y Avila, 1991).

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. La comparación de estos parámetros con valores previos de la finca o región sugiere la frecuencia con que se deben analizar las pasturas (Cowan y Lowe, 1998).

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. 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. 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 (Van Soest, 1994).

### **2.2.9. Importancia de las leguminosas.**

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 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 (Cruz et al., 2000).

#### **2.2.10. Digestibilidad *In situ***

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 (Mc Donald, 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 (Mertens, 1993). 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**

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 dietaria (NRC, 1996).

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 microbiano 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 microbiana (Crawford et al., 1980). La proteína rápidamente degradable en el líquido ruminal representa la fracción proteica inmediatamente soluble y nitrógeno no proteico.

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).

## CAPÍTULO III

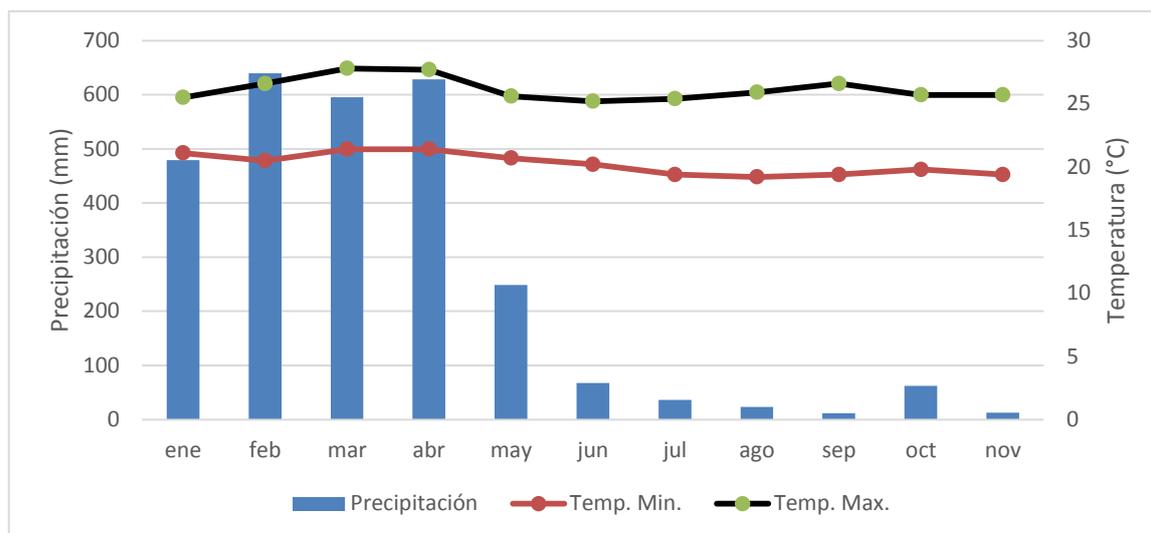
### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Sitio del estudio

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el período comprendido entre Octubre 2013 hasta marzo del 2014, se efectuó este experimento con las muestras tomadas de las cuatro variedades de pasto de corte y dos leguminosas forrajeras tropicales rastreras fueron recolectadas en la granja experimental. “El Oasis” es de propiedad de la Universidad Tecnológica Equinoccial, localizada en el km 4 ½, margen izquierdo de la carretera a San Jacinto del Búa, Cantón Santo Domingo, a 0° 13' 29" de latitud sur, 79° 15' 83" de longitud oeste a 416 msnm. La digestibilidad in situ se realizó 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° 38' 3" de latitud sur y 78° 39' longitud oeste.

#### 3.2. Características agro-edafo-climáticas

El clima prevalente es trópico húmedo y se caracteriza por tener una temperatura media anual de 23,5°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<sup>-1</sup>. Los valores se indican en la siguiente figura 1. (Dirección General de Aviación Civil, 2013).



**Fig. 1.** Medias mensuales de precipitación, y temperaturas mínima y máxima de enero a noviembre del año 2013.

### 3.3. Características edáficas

El análisis de suelo se realizó en el laboratorio de Química de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Sede Santo Domingo. El tipo de suelo en este experimento es Andisol y sus características nutricionales se indican en la tabla 3.1, según la Soil Taxonomy (USDA, 2010).

Tabla 3. 1. Análisis físico y químicas del suelo, del sitio experimental.

pH	M.O.	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	%	----- ppm	-----	-----	cmol/100g	-----	-----	-----	-----	-----	-----
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								

Fuente: 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 la medición del peso fresco en campo.
- Balanza digital para la 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 la sub-muestra para el secado en estufa.
- Podadoras
- Marcadores permanentes
- Umbráculo
- Estufa de aire reforzado
- Bandejas de secado
- Cámara de fotos
- Computadoras
- Machetes
- Marco metálico de 0.50 m<sup>2</sup> para tomar las muestras aleatoriamente.
- Fundas Xiploc para guardar las muestras en materia seca

#### 3.4.2. Materiales para las variables dependientes

Para la realización del análisis de digestibilidad se requirió de tres vacas fistuladas a nivel del rumén, y la materia seca de los pastos de corte del género pennisetum, king grass, maralfalfa, camerún y elefante; y las leguminosas forrajeras rastreras maní forrajero y pueraria. Para el análisis de proteína, fibra, ceniza, grasa y elementos no nitrogenados se utilizó un laboratorio para determinar los análisis bromatológicos y otros materiales y equipos como son:

- Molino
- Balanza digital
- Bolsas de nailon
- Tres cadenas de 0.30 cm
- Piola natural
- Estufa

- Desecador
- Lavadora
- Vacas fistuladas.

### 3.4.3. Factores en estudio

**Factor A:** Variedades de *Pennisetum*.

- a1:** Elefante
- a2:** Camerún
- a3:** Maralfalfa
- a4:** King grass

**Factor B:** Tipos de leguminosas forrajeras tropicales

- b1:** Maní (entera)
- b2:** Mani (hojas)
- b3:** Pueraria (entera)
- b4:** Pueraria (hojas)

**Factor C:** Porcentajes de participación de leguminosas

- c1:** 10 %
- c2:** 15%

## 3.5. Variables a medir

### 3.5.1. Variables independientes

- Cuatro variedades de pasto de corte *pennisetum* (Elefante, Camerún, Maralfalfa y

King Grass)

- Leguminosas forrajeras (*Arachis pintoi* y *Pueraria phaseoloides*).
- Vacas con fistulas ruminal.

### 3.5.2. Variables dependientes

Digestibilidad *In situ* de la materia seca

Análisis proximal:

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

### 3.6. Características del área experimental

El área total del experimento para la recolección de las muestras fue de 581,4 m<sup>2</sup> que contiene un total de seis parcelas de 50 m<sup>2</sup> c/u con un total de 200 plantas en leguminosas y cabe recalcar que para las muestras de los pastos *Pennisetum* se recolectó de un experimento alterno que ya se encontraba establecido.

Se procedió a muestrear con un marco metálico de 0.50 m<sup>2</sup> por tres veces al azar de cada parcela para medir las variables dependientes establecidas que se efectuaron para el análisis a los 15, 30, 45, 60, 90, 105, 120, 135, 150 días de edad, con un total de 10 cortes, de la cual se obtuvieron las muestras en materia seca para la parte de digestibilidad.

En el área del ensayo de digestibilidad se usó tres vacas Holstein fistuladas con un promedio de peso de (560±23 kg) con cánula ruminal en la cual se introdujeron las dietas

realizadas para esta investigación. La unidad experimental para esta investigación fue de una proporción de 3 gr de una mezcla entre pastos de corte y leguminosas forrajeras de acuerdo a los tratamientos como se detallan en la tabla 3.2. Las bolsas fueron colocadas en vacas con canula ruminal para analizar la digestibilidad y así determinar cual fue la mejor dieta alimenticia.

### 3.7. Diseño experimental.

Para determinar el porcentaje de DISMS se distribuyeron las muestras en tres vacas Holstein con un peso promedio de  $(560 \pm 23)$  kg). Se elaboró un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial  $(4 \times 4 \times 2 + 4)$  con tres repeticiones, en el cual se utilizó cuatro genotipos de pastos de corte y dos especies de leguminosas en planta entera y hojas las cuales se determinaron dos porcentajes de leguminosas en las 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

### 3.8. Tratamientos:

Los tratamientos para la digestibilidad *In situ* se elaboraron bajo una estructura factorial excepto los adicionales. Se probaron treinta y seis tratamientos con genotipos del tipo

*Pennisetum*, Maralfalfa, Camerún, King grass, Elefante, con las leguminosas *Arachis pintoii* y *Pueraria phaseoloides*, con dosis de leguminosas de 10% y 15%, con cuatro tratamientos testigos para las variedades de *Pennisetum*, para poder encontrar el punto óptimo de edad de corte de las leguminosas y los diferentes pastos de corte *Pennisetum* que se evaluaron en el punto que se cruzan la materia seca de los pastos de corte y la proteína de las leguminosas forrajeras.

**Tabla 3. 3.** Tratamientos entre porcentajes de *Pennisetum* y leguminosas 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 Man	Entera	T20	90 Mara	10 Man	Entera
T3	85 Ele	15 Man	Entera	T21	85 Mara	15 Man	Entera
T4	90 Ele	10 Man	Hoja	T22	90 Mara	10 Man	Hoja
T5	85 Ele	15 Man	Hoja	T23	85 Mara	15 Man	Hoja
T6	90 Ele	10 Pue	Entera	T24	90 Mara	10 Pue	Entera
T7	85 Ele	15 Pue	Entera	T25	85 Mara	15 Pue	Entera
T8	90 Ele	10 Pue	Hoja	T26	90 Mara	10 Pue	Hoja
T9	85 Ele	15 Pue	Hoja	T27	85 Mara	15 Pue	Hoja
T10	100 Cam	Testigo Cam		T28	100 King	Testigo King	
T11	90 Cam	10 Man	Entera	T29	90 King	10 Man	Entera
T12	85 Cam	15 Man	Entera	T30	85 King	15 Man	Entera
T13	90 Cam	10 Man	Hoja	T31	90 King	10 Man	Hoja
T14	85 Cam	15 Man	Hoja	T32	85 King	15 Man	Hoja
T15	90 Cam	10 Pue	Entera	T33	90 King	10 Pue	Entera
T16	85 Cam	15 Pue	Entera	T34	85 King	15 Pue	Entera
T17	90 Cam	10 Pue	Hoja	T35	90 King	10 Pue	Hoja
T18	85 Cam	15 Pue	Hoja	T36	85 King	15 Pue	Hoja

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

‡ Man = *Arachis pintoii*; Maní forrajero Pue = *Pueraria phaseoloides* (ECV22); *Pueraria*.

### **3.9. Manejo agronómico del ensayo**

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

#### **a) Cortes de Igualación**

Se realizó un corte de homogenización, de todas las parcelas en general, tanto para el maní forrajero como para la pueraría, se realizó a una altura de 0,10 cm, de la cobertura vegetal para las leguminosas, los cortes fueron realizados con una tijera de podar, previamente desinfectada para evitar cualquier proliferación de hongos en el cultivo.

#### **b) Control de Malezas**

Para el control de malezas se realizó un control manual dos veces al mes en el interior de las parcelas con la ayuda de una motoguadaña se realizó una chapia baja en los linderos y caminos de las parcelas mensualmente, se efectuó un control químico con glifosato utilizando una dosis de 5 ml<sup>-1</sup> de agua.

### **3.10. Determinación de la digestibilidad In situ**

Para la determinación de la digestibilidad ruminal se procedió a recolectar 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 en base seca finamente molida con un peso de 3 gr.

### **3.11. Descripción de variables a medir.**

#### **3.11.1. Materia verde (MV)**

Se realizarón 10 frecuencias de cortes para cada leguminosa, cada 15 días a partir del corte

de igualación, (edad de 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 días), para determinar la acumulación de biomasa y la edad óptima de corte para evaluar el rendimiento.

Se muestrearon con la ayuda de un marco metálico de 0,50 m<sup>2</sup>, tres veces al azar de cada parcela, procurando de que las muestras tomadas seas destructivas para no volver a ser evaluadas en el mismo lugar de experimento, para ello se dibuja un plano del sitio en donde se va a evaluar los cortes, la cual se procedá a tomar el peso de la muestra en materia verde, con la ayuda de una balanza digital de campo, con la finalidad de determinar la cantidad de forraje producido. Luego se procedió a tomar dos submuestras del material cosechado tanto para planta entera como solo hojas, separandolas en tallos y hojas, tomando en cuenta el cálculo de rendimiento total de pasto y su proporción de materia seca (MS), para calcular el rendimiento en t ha<sup>-1</sup> de las fracciones de leguminosas.

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

Para determinar se utilizó bolsa de fibra de nylon artificial, cuyo tamaño fue de 5 x 5 mm con un poro promedio de 50 micras, para evitar la salida de forraje.

Estas bolsas se secaron previamente a 60 °C por 24 horas para llevar a peso constante y en cada una se colocaron 3 gr de materia seca, mediante una combinación para las dietas de pasto de corte *Pennisetum* y leguminosas forrajeras, las cuales fueron colocadas en el rumen de los animales fistulados durante 48 horas, para una posterior digestión química con pepsina preparado en el laboratorio, luego se incubó en una solución de ácido clorhídrico pepsina al 0,2% por 48 horas, dando pequeños movimientos circulares cada media hora, después de esto se ingresaron las muestras en la lavadora automática durante 50 minutos en centrifugado lento, en donde se procedió a enjuagar las bolsas con agua por cuatro veces y luego se colocaron las bolsas en la estufa a 65 °C, por 48 horas, después se dejó enfriar en el desecador por media hora y se tomó el peso en la balanza analítica, y al final se utilizó el residuo de cada bolsa y la colocamos en crisoles de porcelana tarados, se pesan de nuevo y se secan en la estufa al 105 °C por 24 horas, y se coloca en la mufla a 550 °C por 4 horas, trasladándose las muestras al desecador y se procedio a pesar las

cenizas y se calcula para la estimación de 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

### **3.11.3. Análisis proximal**

#### **Materia seca (MS)**

Para calcular la materia seca se colocó la muestra de materia verde en fundas de papel identificadas 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  $t \text{ ha}^{-1}$ .

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

#### **Ceniza**

Se determinó pesando 5 gr de la muestra luego se procedió a incinerar la muestra a una temperatura de 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 peso del crisol con la muestra, para obtener su peso.

**Cálculo y expresión de los 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

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

**Materia orgánica**

$$\% \text{ Materia orgánica} = 100 - \% \text{ cenizas}$$

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

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS) de las gramíneas

En la variable DISMS no se observaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las variedades de *Pennisetum* utilizadas en las dietas. Las variedades King grass y Camerún fueron las que obtuvieron valores más altos con el 47,49% y 46,53% respectivamente seguidos del elefante y maralfalfa con 46,20% y 46,13%. Como se observa en el anexo 1, se puede expresar el valor nutritivo expresado en porcentajes 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 ensayos sobre digestibilidad realizado por (Machado, et al., 1979) quienes mencionan que la calidad del forraje también se considera aceptable en términos de digestibilidad in vitro (55% - 59%), digestibilidad in vivo (64% - 72% g/kg P.V.0.75) (Giraldo, et al., 2007) y (Valenciaga, et al., 2001), indican que la degradabilidad ruminal de la materia seca para hojas, tallos y planta entera en los *Pennisetum* de 59,70%, 38,19% y 50,14% respectivamente.

#### 4.2. Digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS) de las leguminosas

En el factor DISMS en las leguminosas utilizadas en el porcentaje de inclusión no se observaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para la variables como se pueden estimar en el anexo 2, se observa claramente que el valor más alto de DISMS fue para el tratamiento con la inclusión del 10% de pueraria hojas con 48,29%, seguida del 15% de maní hojas con 48,27%, testigo con 46,13%, 10% maní entera con 47,75%, 15% pueraria entera con 47,19%, por último el tratamiento del 10% de maní y pueraria entera con 46,10% y 41,25% el 15%, de maní y pueraria hojas con 47,58% y 46,76%, lo que concuerda con el ensayo realizado por (Perez, et al., 2000), quien reporto una DISMS superior al 70% y por otro lado (Duchi 2003), reporta valores de DISMS, superiores al 70% y 74%, respectivamente, estos valores pueden deberse a diferentes factores como relación entre tallos y hojas, el efecto animal o preferentemente la depresión del consumo animal.

En una investigación realizada por el Instituto autónomo de investigaciones agropecuarias (INIAP, et al., 1991), se determinó que el maní forrajero tiene una digestibilidad de la MS que va desde 53% a 59,3% y para la pueraria va desde 57,50% a 65% (Acosta, et al., 1995).

### **4.3. Porcentaje de Proteína**

En la investigación realizada en el porcentaje de proteína se observaron diferencias significativas en la concentración 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 y planta entera de pueraria con el genotipo camerúm se obtuvo la mayor concentración de proteína con una media de 16,12% seguido de la mezcla del genotipo elefante y king grass con las hojas de maní con 14,52% y además la maralfalfa con pueraria entera obtuvo el valor de 13,59% de proteína (tabla 4.1.). Lo que concuerda con un ensayo realizado por (INIAP, et al., 1991), quienes mencionan que las hojas del *Arachis pintoii* tiene un contenido de proteína cruda que va desde 19,30% a 20,20% descendiendo a medida que aumenta la madurez de la planta.

En otro ensayo nos muestran que 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 y sólo con la aplicación de fertilización nitrogenada o asociado el king grass puede obtener valores aceptables de proteína, (Senra, et al., 1990).

**Tabla 4. 1.** Porcentaje de proteína obtenido al mezclar pastos del género *Pennisetum* con leguminosas forrajeras tropicales.

Pennisetum	Leguminosas				
	Maní forrajero (entera)	Maní forrajero (hojas)	Pueraria (entera)	Pueraria (hojas)	Sin leguminosa
Camerún	12,40 c-g	12,50b-gx	16,06 ax	16,17 axx	11,18 fgx
Elefante	13,37 b-f	14,86 abx	13,39 bf	13,98 a-d	11,25 efg
King grass	12,29 c-g	14,19 abc	11,93 cg	12,06 cgx	11,72 d-g
Maralfalfa	11,76 d-g	10,51 gxx	13,59 be	11,31 efg	10,87 gxx

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

En la dieta obtenida con el porcentaje del 15% se obtuvo el mejor promedio al elefante y camerún con 14,65% y 14,60%, seguido del porcentaje del 10% en el cual se obtuvo al camerún y elefante con 13,96% y 13,15%, y en la inclusión al 0% se logró obtener los valores mas bajos que fueron de camerún y maralfalfa con 11,18% y 10,78% respectivamente. (tabla 4.2.)

**Tabla 4. 2.** Porcentaje de Proteína obtenido al mezclar pastos del género *Pennisetum* con diferentes porcentajes de inclusión de leguminosas forrajeras.

Porcentaje	Pennisetum			
	Camerún	Elefante	King grass	Maralfalfa
0%	11,18 de	11,25 de	11,72 de	10,78 e
10%	13,96 abc	13,15 a-d	12,31 cde	12,43 b-e
15%	14,60 ab	14,65 a	12,92 a-e	11,15 de

#### 4.4. Porcentaje de Fibra cruda

Se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el porcentaje de FC. Según los resultados de las dietas de fibra del género *Pennisetum* con diferentes tipos de leguminosas se observó que el valor mas alto es cuando se mezclan las variedades de pasto king grass

con pueraria entera 47,43% en las dietas maralfalfa con maní hojas y planta entera se obtuvo 46,15% y 46,08% seguido del elefante con maní planta entera y pueraria hojas y king grass con pueraria hojas fueron similares el porcentaje de fibra cruda con 45,35%, 42,97%, 41,10%, 36,83% respectivamente, tabla 4.3. Lo que concuerda en el ensayo realizado por (Casanovas, et al., 2006), nos dice que el contenido de fibra tiende a aumentar conforme aumenta la madurez de la planta, con 30,97% a 34,61% en hojas y de 32,50% a 38,68% en tallos.

**Tabla 4. 3.** Porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), mezclas del género de *Pennisetum* con diferentes tipos de leguminosas.

Pennisetum	Leguminosas				
	Maní forrajero (entera)	Maní forrajero (hojas)	Pueraria (entera)	Pueraria (hojas)	Sin leguminosa
Camerún	40,4 d-g	44,35 a-d	37,93 fg	37,50 fg	41,63 c-f
Elefante	45,35 abc	42,97 bcd	41,25 c -f	41,10 c-g	38,46 efg
King grass	41,28 c-f	36,83 g	47,43 a	42,32 b-e	40,86 d-g
Maralfalfa	46,08 ab	46,15 ab	44,02 a-d	44,71 a-d	44,13 a-d

En la concentración de las dietas de fibra 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 similares.

En la dieta obtenida con el porcentaje del 10% se obtuvo el mejor promedio la maralfalfa con el valor más alto 45,53%, seguido del porcentaje del 15% en el cual se obtuvo al maralfalfa y elefante se observó valores de 44,95% y 42,08% y en la inclusión al 0% en maralfalfa y camerún obtuvo 44,13% y 41,63% respectivamente tabla 4.4, como lo describe (NRC, et al., 2001), quien nos dice que el contenido de lignina es la mayor limitante en la digestibilidad del *Pennisetum sp.* La lignina es un polímero fenólico que no puede ser digerido por las enzimas de los mamíferos (Van Soest, et al., 1994) y por mecanismos aún no completamente comprendidos (Morrison, et al., 1983), inhibe la digestión de los componentes de las paredes celulares siendo más pronunciado su efecto en forrajes maduros (Guevara, et al., 2004). Es por ello que el contenido de lignina ha sido

utilizado para estimar la digestibilidad de la fibra y a partir de esta, el aporte de energía disponible de la FDN.

El análisis del porcentaje de FC para las diferentes edades de corte demuestra que existe un incremento de FC mientras se incrementa la edad del pasto, encontrando los siguientes promedios: 30 días con 31% FC, 75 días con 34.17% FC, 105 días con 35.13% FC y a los 135 días un 35.65% FC, considerada como elevada en todas las edades de corte.

**Tabla 4. 4.** Efecto de porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), del género *Pennisetum* con diferentes dosis de leguminosas.

Dosis	Pennisetum			
	Camerum	Elefante	King Grass	Maralfalfa
0%	41,63 a-d	38,46 d	40,86 bcd	44,13 ab
10%	40,22 bcd	43,25 abc	43,32 abc	45,53 a
15%	39,88 cd	42,08 a-d	40,61 bcd	44,95 a

#### 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 la anexo 3. Demuestra que ningún valor está bajo en 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 la dietas se observó que el valor más alto es cuando se mezcla las variedades de pasto king grass 12,23% con pueraria planta entera y cuando se mezcla el testigo king grass se obtuvo 11,56%, seguido de camerún con maní hojas y planta entera 11,68% y 11,56% . De igual forma se encontró que el valor más bajo de ceniza fue para elefante con planta entera y testigo maralfalfa con pueraria entera y maní hojas los valores fueron de 10,39%; 10,22%; 11,01%; 10,84%, tabla 4.6. Lo que concuerda con el ensayo

realizado por (Correa J, et al., 2005), que manifiesta un contenido de 13% CC a los 75 días respectivamente.

**Tabla 4. 5.** Efecto de porcentaje de inclusión sobre la ceniza (C), mezclados del género *Pennisetum* con diferentes tipos de leguminosas.

Pastos	Leguminosas				
	Maní forrajero (entera)	Maní forrajero (hojas)	Pueraria (entera)	Pueraria (hojas)	Sin leguminosa
Camerún	11,56 ab	11,68 ab	11,50 ab	11,03 abc	10,8 a-d
Elefante	10,39 bcd	10,1 bcd	10,21 bcd	9,16 d	10,22 bcd
King grass	10,37 bcd	10,44 bcd	12,23 a	10,42 bcd	11,56 ab
Maralfalfa	10,5 bcd	10,84 abc	11,01 abc	10,7 a-d	9,58 cd

#### 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 el testigo elefante 37,13%, seguido del king grass con maní hojas 35,76% y el testigo camerún y maní planta entera con 33,60% y 32,83% y también se observó que las dietas compuestas por el testigo maralfalfa tiene un valor de 32,69%, respectivamente, tabla 4.8.

**Tabla 4. 6.** Efecto de porcentaje de inclusión sobre Elementos no nitrogenados (ENN), mezclados del género *Pennisetum* con diferentes tipos de leguminosas.

Pennisetum	Leguminosas				
	Maní forrajero (entera)	Maní forrajero (hojas)	Pueraria (entera)	Pueraria (hojas)	Sin leguminosa
Camerún	32,83 a-e	28,68 def	31,7 b-e	32,5 a-e	33,6 abc
Elefante	28,22 ef	29,33 c-f	32,4 a-e	32,85 a-e	37,13 a
King grass	33,07 ab	35,76 f	25,62 a-e	32,52 a-d	33 def
Maralfalfa	28,8 def	29,66 c-f	28,46 def	30,47 cde	32,69 a-e

En la concentración de elementos no nitrogenados mezclados del género de *Pennisetum* con variedades de inclusión de leguminosas forrajeras tropicales se observaron diferencias

significativas ( $P < 0,05$ ), por tal motivo se destacó que la inclusión compuesta por el testigo de elefante obtuvo el valor más alto 37,13%, seguido de la inclusión al 15% en king grass y camerún se observó valores de 32,80% y 31% y la inclusión al 10% en camerún y elefante obtuvo 31,86% y 31,05% (tabla 4.7.)

**Tabla 4. 7.** Efecto de porcentaje de inclusión sobre la fibra cruda (FC), del género Pennisetum con diferentes dosis de leguminosas.

Inclusión	Pennisetum			
	Camerum	Elefante	King grass	Maralfalfa
0%	33,60 ab	37,13 a	33,00 ab	32,69 b
10%	31,86 bc	31,05 bc	30,69 bc	28,32 c
15%	31,00 bc	30,35 bc	32,80 ab	30,37 bc

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se estableció que los genotipos King grass (*Pennisetum purpureum*) y Camerún (*Pennisetum cameroon*) fueron las que demostraron ser mejores como dietas alimenticias para la digestibilidad de los bovinos, que las demás en estudio.
- El porcentaje de inclusión de leguminosas de 15% de pueraria y maní (hojas y planta entera) aportaron significativamente a mejorar la calidad de las dietas compuestas por diferentes variedades de *Pennisetum*, por el nivel de contenido de proteína cruda del forraje.
- En terminos de valor nutritivo la dieta de King grass (*Pennisetum purpureum*) más el 15% de Maní hojas, fue la mejor, sin embargo, las dietas compuestas por Camerún (*Pennisetum purpureum*) combinadas con 10% de pueraria hojas podría ser una buena alternativa para la alimentación de rumiantes en el Trópico Húmedo del Ecuador.

## 5.2. Recomendaciones

- Es importante insinuar que este tipo de investigaciones no se han reportado información para las regiones tropicales del Ecuador por lo que se sugiere continuar evaluando dietas en 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 puede ser una de las estrategias mas económicas, rentables compatibles al sector agropecuario para la alimentación animal.
- Mediante la información generada en esta investigación se recomienda a los productores y técnicos a utilizar la dieta del pasto king grass (*Pennisetum purpureum*) más la inclusión del 15% de maní hojas, en un DISMS, con altos contenidos de nutrientes como proteína, fibra, ceniza y grasa necesarias para suplementar una dieta alimenticia de rumiantes en el trópico húmedo del Ecuador.
- La edad de corte, época del año y especie forrajera gramínea y leguminosas, son factores en los que se afectan al 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

- Acosta, R. 1995. Fertilizantes y pastoreo rotacional: dos tecnicas para la Produccion de leche y carne CAFESA. San Jose, Costa Rica. 75 p.
- 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*, 16(1), 37-43.
- 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, UTE. Sede Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Bondi, A, A., 1989. Nutrición Animal. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 546 p.
- Bóhnert, E.; Lescano, C.; Weniger, J. H. 1986. Botanical and chemical composition of the diet selected by fistulated steers under grazing on savannas of Colombia. I. Botanical composition of forage available and selected. *Zeitschrift fuer Tierzuechtung und Zuechtungs biologie* 102(5)2385-394.
- Buxton, D.R., D.R. Mertens and D.S. Fisher. 1996. Forage quality and ruminant utilization. In: Cool season grasses. Agronomy monograph. American Society of Agronomy, Crop Sciences Society of America. Madison, WI. Pp:229-266.
- Cab, J.F.E., Enríquez, Q.J.F., Pérez, P.J., Hernández, G.A., Herrera, H.J.G., Ortega, J.E., Quero, C.A.R., 2008. Potencial productivo de tres especies de *Brachiaria* en monocultivos asociadas con *Arachis pintoi* en Isla, Veracruz. *Técnica Peucaria en México* 46, 317-332.
- Cáceres, O., y E. González. 1996. Valor nutritivo del follaje de árboles y arbustos tropicales. II *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. *Pastos y Forrajes* 19:277-281.
- Castillo, E.; Días; Ruiz, T.; Crespo, G.; Galindo, Juana; Chongo, Berta & Hernández, J.L. 1998. Efecto de la suplementación con caña/urea en machos bovinos que pastan en áreas de pastos naturales asociados totalmente con leucaena. *Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”*. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 232, *Pastos y Forrajes*, Vol. 29, No. 3, 2006, 2008 p. 217 11
- Casanovas, E., Y Figueredo, R. Soto, R. Novoa y R. Valera. 2006. Effect of the cut frequency on the phenological and productive performance of *Pennisetum*

- purpureum* cv. Cuba CT- 115 in the dry season, *Cub. J. of Agric. Sci.*, 40(4): 447-452.
- 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
- CIAT, 1984. Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 26 - 34.
- CIAT, 2002. Impresión Feriva S.A., Cali-Colombia, Publicación N° 333.
- Chávez, R. 2008. Respuesta a la fertilización química en el cultivo de pasto (*Brachiaria brizantha* Var. Piatta) en la zona de Santo Domingo. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Santo Domingo de los Tsáchilas.
- 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
- 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.
- Combellas, J., L. Ríos, A. Osea y J. Rojas. 1999. Efecto de la suplementación con follaje de leguminosas sobre la ganancia en peso de corderas recibiendo una dieta basal de pasto de corte. *Revista Facultad Agronomía LUZ*. 16:211-216.
- Combellas, J. 1999. Comportamiento productivo de ovejas West African pastoreando pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*). *Revista Facultad de Agronomía Luz*. 16:204-210.
- Cowan, r. T.; k. F. Lowe. 1998. *Tropical and Subtropical Grass Management and Quality*. IN: *Grass for Dairy Cattle*. Eds. J. H. Cherney and D. J. R. Cherney. CABI Publishing. Oxon OX10 8DE. UK. Pp. 101-135.
- Correa, et al., 2005, H. 2005. *Pasto Maralfalfa: Mitos y realidades- Colombia*. Edif. Universidad Nacional de Colombia, p: 4,25.
- Cruz, D. 2008. Evaluación del potencial forrajero del pasto maralfalfa *Pennisetum violaceum* con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo con una base estándar de potasio. ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- Cruz, M., y J. Sánchez. 2000. La fibra en la alimentación del ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical* 6(1):39-74.

- Cuadrado, H., S. Mejía, A. Contreras, A. Romero, y J. García. 2003. Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región Caribe Colombiana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Colombia.
- Díaz, A., . 2010. Valor nutritivo de las leguminosas forrajeras y gramíneas tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46(3):249-252.
- Duchi, N. 2003. Valoración nutritiva de subproductos no tradicionales para la alimentación de rumiantes. ESPOCH - PRONSA - IQ-CV-024. Riobamba, Ecuador.
- Espinosa, J. & Wiggins, S. 2003. Beneficios económicos potenciales de tecnologías doble propósito en el trópico mexicano. *Rev. Tec. Pec. México*. 4:19
- Faría Mármol, J. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito, pp. 1-9. X Seminario de Pastos y Forrajes, Maracaibo, Venezuela.
- Galindo, J., D. Delgado, y R. Pedraza. 2005. Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. *Pastos y Forrajes* 28(1):59-68.
- Giraldo, L., L. Gutiérrez, y C. Rúa. 2007. Comparación de dos técnicas In vitro e In situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20:269-279.
- 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.
- Guevara, et al., 2004. Es por ello que el contenido de lignina ha sido utilizado para estimar la digestibilidad de la fibra y a partir de esta, el aporte de energía disponible de la FDN.
- Henderickx, H. and Martín, J. 1963. *C.r. Rech. Inst. Encour. Rech. scient. Ind.Agric.* 31, 110
- Huntington, J.A. and Givens D.I. 1995. The in sit technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. *Nutr. Abst.Rev. (Series B)*; 65 (2): 63-93.
- INEC, 2011. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2012. Disponible en INEC. Recuperado de <http://www.inec.gob.ec/ESPAC2012/InformeEjecutivo.pdf>.
- INIAP, 1991. Programa de Producción Animal. E.E. Napo-Payamino.

- INIAP, 1999. Programa Ganadería Bovina y Pasto. E.E. Napo-Payamino.
- Machado, R., Lamela, L. & Gerardo, J. 1979, Hierba elefante(*Pennisetum purpureum* Schumach). Pastos y Forrajes 2:157
- Machado, R. 1998. Selección de ecotipos de *Brachiaria spp.* bajo condiciones de pastoreo sin fertilización, pp. 1-9, Vol. 4(1). Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.
- McDonald, I. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. J. Agric. Sci. Camb. 96: 251-256.
- Mertens D. R. y Ely., L. O. 1982. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization: A dynamic model evaluation. Journal of Animal Science 54: 895-905.
- 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. Nutr49:119
- 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. 1993. Forage Cell Wall Structure and Digestibility ASA-CSSA-SSA. Art.Kinecties Cell Wall Digestión and Pasaje in Ruminants. Segne. Rd. Wadison, WL 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. Academia. Inc. San Diego. CA, U.S.A. 483 p.
- Miller, E.L. and Orskov, E.R.1985. Degradability of protein and its prediction. IDF Bulletin 196:69-78
- Miller, et. al. 2006. Comparación de la composición química del Heno de Kudzu (*Pueraria phaseoloides*).
- Moreno, I.R., Maass, B.L. Peters, M., A., C.E., 1990. Evaluación de germoplasma nuevo de *Arachis pintoi* en Colombia. 1. Bosque seco tropical, Vall del Cauca. Pasturas Tropicales 21, 18-32.
- Morrison IM. 1983. The effect of physical and chemical treatments on the degradation of wheat and barley straws by rumen liquid pepsin and pepsincellulose systems.

- NRC. 1996. National Research Council. The Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh revised edition. National Academy Press, Washington, D.C., U.S.A.
- NRC. 2001. National Research Council The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh edition; National Academy Press, Washington, D. C. 381 p.
- Lachmann, M., O Araujo Febres, y J. Vergara López. 1999. Evaluación de la lignina detergente ácido como marcador para la determinación de la digestibilidad. *Revista Científica*.
- Lachmann, M. y O. Araujo Febres. 1999. La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. Universidad de Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracaibo – Venezuela.
- Lachmann, M.; Araujo Febres., 2009. La estimación de la digestibilidad en Ensayos con rumiantes.[http://avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/Digestibilidad en rumiantes.pdf](http://avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/Digestibilidad%20en%20rumiantes.pdf)
- Lascano CE. 1983 Selective Grazing on Grass–Legume Mixtures in Tropical Pastures. In: Lemaire G, Hodgson J, Moraes de A, Nabinger C, Carvalho PC de F, editors. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Wallingford UK: CABI Publishing; 2000.p.249-263.
- Lascano, C.E. 1991. Managing the grazing resource for animal production in savannas of tropical America. *Tropical Grasslands* 25:66-72.
- Lascano, E., y P. Ávila. 1991. Potencial productivo leche en pasturas solas y Asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 3(13):1-10.
- Leite, G. G. e Euclides, V. P. 1994. Utilização depastagens de *Brachiaria* spp. En: Peixoto, A. M. et al. (eds.). *Simpósio sobre Manejo daPastagem*, 11., 1994, Piracicaba. *Anais...Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ)*. p. 267-297.
- Leng, R.A. 1998. Tree Foliages, their roles in ruminant nutrition. *FAO Animal Production and Health Paper*, Rome, 105p.
- López G.I. y Enríquez Q.J.F. 2011. Paquete Tecnológico: *Pennisetum purpureum*. establecimiento y producción. Folleto técnico. INIFAP, CIRGOC, C. E. La Posta. 7p.
- 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

- Pérez N. B. 2000. *Arachis Pintoi* una historia de éxito Consultado 7 Dic. 2005. Disponible <http://laboratoriosprovet.com/inftecnica/PASTOS%20Y%20FORRAJES/ARACHIS%20PINTOI.asp>
- Pérez, P, J., R, O, Ramírez y G.A, Hernández, 2001, Valor nutricional de las asociaciones gramíneas-leguminosas y su efecto en la producción de bovinos en pastoreo, En: Memorias del Congreso los forrajes en México. Presente y futuro. Programa de Ganadería. IREGEP. Montecillo, Edo de Mexico. pp.-88-111.
- Pirela, M. 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales, pp. 176-182. Manual de Ganadería Doble Propósito.
- Provenza, F.D. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging rangelands. *J. Anim. Sci.* 74:2010-2020.
- Quan A., A.; Rojas B., A. CIAT., 1996. *Arachis pintoi* CIAT 18744 como banco de proteína para el desarrollo de terneras de reemplazo. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe.
- Rearte, D Y. 2002. Calidad de carne en los sistemas pastoriles. *IDIA XXXI* 2:13-18
- Rodríguez, N., S. Eloisa, y G. Roberto. 2007. Uso de indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20(4):518-525.
- Rojas-Bourillón, et al., 1999. La inclusión del *Arachis pintoi* en la dieta del ganado, ha favorecido la respuesta animal tanto en crecimiento como en producción de leche. En trabajos donde se usó como monocultivo, demostró bajar en un 50% la cantidad de concentrado durante la fase de post-destete.
- Rojas- Bourillón, A.,2005. Ventajas y limitaciones para el uso del maní forrajero perenne (*Arachis pintoi*) en la ganadería tropical, IX Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela, pp. 88-99.
- Rua, M. 2008. Pastos de corte para el trópico. Artículo técnico-ganadería de carne, Cultura empresarial ganadera, Colombia. Disponible en <http://www.Engormix.com>.
- 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.

- 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.
- Sosa et al., 2008. Eficiencia de los sistemas productivos para la producción animal.
- 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.
- Valenciaga, D., Chongo, B. y La O, O. 2001. Caracterización del clon *Pennisetum* CUBA CT-115. Composición química y degradabilidad ruminal de la materia secas. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 35, No. 4. San José de las Lajas, La Habana Pp. 349-354.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. N.Y., U. S. A. 476 p.
- 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. Departamento de Agricultura. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. Producción y Sanidad Animal (Nº 140/1). Roma. 80 p.
- Zárate, P. M. Ibarra. A. Limas, y O. Escamilla, 2012. Mejoramiento de la calidad del forraje en sistemas ganaderos, pp. 1-34 Nutrición y manejo integral de bovinos productores de carne. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

## ANEXOS 1

Cuadro A1. 1. Análisis Bromatológico.

N° Muestra	Pasto de corte	Leguminosa	Dosis de leguminosa	Proteína (%)			Fibra (%)			Grasa (%)			Cenizas (%)			ENN (%)		
				r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3
1	Elefante	Pue (entera)	10	13.79	13.25	15.13	43.00	40.50	42.20	2.85	2.44	2.97	10.04	10.06	10.00	30.32	33.75	29.70
2	Elefante	Pue (entera)	15	12.68	13.35	12.13	41.90	39.70	40.20	2.44	2.86	2.92	10.46	10.51	10.20	32.52	33.58	34.55
3	Elefante	Pue (hoja)	10	12.54	13.69	12.68	40.30	39.50	40.00	2.82	2.81	2.93	8.28	9.33	9.67	36.06	34.67	34.72
4	Elefante	Pue (hoja)	15	14.69	16.69	13.57	43.20	39.70	43.90	3.09	2.96	2.89	8.84	9.19	9.66	30.18	31.46	29.98
5	Elefante	Man (entera)	10	11.35	11.57	11.13	46.50	44.00	45.90	2.56	2.43	2.31	9.120	10.34	10.40	30.47	31.66	30.26
6	Elefante	Man (entera)	15	15.80	15.25	15.13	45.40	46.90	43.40	2.86	2.89	2.95	10.49	10.59	11.40	25.45	24.37	27.12
7	Elefante	Man (hoja)	10	14.86	13.57	14.24	45.02	46.09	46.04	2.46	2.78	2.65	10.11	9.86	11.33	27.55	27.7	25.74
8	Elefante	Man (hoja)	15	16.47	15.35	14.69	40.09	39.20	41.40	2.68	2.87	2.98	9.04	10.11	10.13	31.72	32.47	30.8
9	Camerún	Pue (entera)	10	14.57	15.80	16.02	39.70	37.70	36.60	2.49	2.56	2.75	12.28	11.19	11.24	30.96	32.75	33.39
10	Camerún	Pue (entera)	15	16.24	16.02	17.69	35.80	39.70	38.10	3.02	2.98	3.05	12.23	11.06	11.02	32.71	30.24	30.14
11	Camerún	Pue (hoja)	10	16.69	16.58	16.02	37.50	39.40	37.90	2.72	2.85	2.57	12.28	10.48	10.09	30.81	30.69	33.42
12	Camerún	Pue (hoja)	15	15.90	16.69	15.13	35.50	37.80	36.90	2.71	3.01	2.95	11.85	10.49	10.97	34.04	32.01	34.05
13	Camerún	Man (entera)	10	11.35	10.68	13.01	39.00	43.70	41.00	2.85	2.92	2.81	10.74	10.98	11.56	36.06	31.72	31.62
14	Camerún	Man (entera)	15	12.64	13.35	13.35	40.80	39.00	38.90	2.59	2.78	2.95	13.52	10.98	11.58	30.45	33.89	33.22
15	Camerún	Man (hoja)	10	11.35	12.24	13.24	43.60	41.60	44.90	2.69	2.57	2.68	11.31	11.39	11.55	31.05	32.2	27.63
16	Camerún	Man (hoja)	15	12.68	12.24	13.25	44.70	44.40	46.90	2.89	2.84	3.08	12.84	10.87	12.12	26.89	29.65	24.65
17	Maralfalfa	Pue (entera)	10	16.47	16.91	15.01	42.40	45.10	43.80	2.74	3.01	2.98	11.64	10.06	11.08	26.75	24.92	27.13
18	Maralfalfa	Pue (entera)	15	10.35	11.13	11.64	43.00	44.50	45.30	3.04	2.84	2.95	11.72	10.25	11.31	31.89	31.28	28.8
19	Maralfalfa	Pue (hoja)	10	10.9	10.01	9.35	47.96	48.10	45.00	2.65	2.84	3.01	10.25	10.66	11.06	28.24	28.39	31.58
20	Maralfalfa	Pue (hoja)	15	12.9	12.68	12.02	40.30	43.70	43.20	2.76	2.84	2.76	10.68	11.14	10.39	33.36	29.64	31.63
21	Maralfalfa	Man (entera)	10	14.25	10.68	13.13	45.20	47.80	46.80	2.76	2.72	2.99	10.51	10.21	10.98	27.28	28.59	26.1
22	Maralfalfa	Man (entera)	15	11.35	11.13	10.01	43.80	48.20	44.70	2.86	2.87	2.98	10.34	10.08	10.87	31.65	27.72	31.44
23	Maralfalfa	Man (hoja)	10	11.57	10.68	10.24	44.90	45.70	43.60	2.57	2.87	3.03	11.32	11.39	11.23	29.64	29.36	31.9

24	Maralfalfa	Man (hoja)	15	10.01	10.01	10.57	48.70	46.90	47.10	2.87	2.81	2.93	10.72	10.06	10.29	27.7	30.22	29.11
25	King grass	Pue (entera)	10	12.02	12.68	11.35	49.50	47.90	48.10	2.78	2.74	2.61	11.30	11.98	12.26	24.4	24.7	25.68
26	King grass	Pue (entera)	15	11.46	12.91	11.13	45.40	46.40	47.30	2.95	3.07	2.65	12.31	12.75	12.76	27.88	24.87	26.16
27	King grass	Pue (hoja)	10	10.46	11.35	11.46	45.60	46.01	47.08	2.46	2.40	2.78	10.29	10.68	10.00	31.19	29.56	28.68
28	King grass	Pue (hoja)	15	13.51	12.28	13.32	39.05	37.30	38.90	3.02	2.57	2.84	10.63	10.28	10.61	33.79	37.57	34.33
29	King grass	Man (entera)	10	12.83	11.79	13.23	42.00	40.08	43.01	2.89	3.08	2.98	10.72	11.57	11.11	31.56	33.48	29.67
30	King grass	Man (entera)	15	11.59	12.04	12.28	43.00	41.50	38.10	3.03	2.84	3.09	9.34	9.51	9.96	33.04	34.11	36.57
31	King grass	Man (hoja)	10	14.74	12.28	13.58	35.20	37.10	38.24	2.49	2.79	2.85	10.22	10.81	10.38	37.35	37.02	34.95
32	King grass	Man (hoja)	15	15.23	14.56	14.76	37.25	36.08	37.09	3.06	2.53	2.97	10.04	10.57	10.64	34.42	36.26	34.54
33	Elefante	Sin leguminosa	0	11.05	11.40	11.30	39.08	37.05	39.25	2.91	2.85	3.08	10.03	10.12	10.5	36.93	38.58	35.87
34	Camerún	Sin leguminosa	0	11.3	11.18	11.05	40.50	41.60	42.80	2.74	2.75	2.87	10.68	10.68	11.04	34.78	33.79	32.24
35	Maralfalfa	Sin leguminosa	0	10.56	11.14	10.91	43.90	45.20	43.30	2.59	2.91	2.67	9.28	9.72	9.74	33.67	31.03	33.38
36	King grass	Sin leguminosa	0	11.28	11.61	12.26	40.25	40.01	42.32	2.63	2.85	3.12	11.21	11.94	11.52	34.63	33.59	30.78

**Cuadro A1. 2.** Resultados de datos analizados para Digestibilidad.

Trat.	Pasto de corte	Leguminosa (%)		Digestibilidad	Proteína	Fibra	Grasa	Cenizas	ENN
		Leguminosa	leguminosa						
1	Elefante	Pue (entera)	10	31.47	13.79	43.00	2.85	10.04	30.32
2	Elefante	Pue (entera)	15	47.99	12.68	41.90	2.44	10.46	32.52
3	Elefante	Pue (hojas)	10	49.15	12.54	40.30	2.82	8.28	36.06
4	Elefante	Pue (hojas)	15	49.75	14.69	43.20	3.09	8.84	30.18
5	Elefante	Maní (entera)	10	45.69	11.35	46.50	2.56	9.120	30.47
6	Elefante	Maní (entera)	15	47.60	15.80	45.40	2.86	10.49	25.45
7	Elefante	Maní (hojas)	10	47.82	14.86	45.02	2.46	10.11	27.55
8	Elefante	Maní (hojas)	15	49.30	16.47	40.09	2.68	9.04	31.72
9	Camerún	Pue (entera)	10	35.55	14.57	39.70	2.49	12.28	30.96
10	Camerún	Pue (entera)	15	47.47	16.24	35.80	3.02	12.23	32.71
11	Camerún	Pue (hojas)	10	49.81	16.69	37.50	2.72	12.28	30.81
12	Camerún	Pue (hojas)	15	47.11	15.90	35.50	2.71	11.85	34.04
13	Camerún	Maní (entera)	10	51.05	11.35	39.00	2.85	10.74	36.06
14	Camerún	Maní (entera)	15	46.35	12.64	40.80	2.59	13.52	30.45
15	Camerún	Maní (hojas)	10	44.70	11.35	43.60	2.69	11.31	31.05
16	Camerún	Maní (hojas)	15	41.50	12.68	44.70	2.89	12.84	26.89
17	Maralfalfa	Pue (entera)	10	41.19	16.47	42.40	2.74	11.64	26.75
18	Maralfalfa	Pue (entera)	15	36.11	10.35	43.00	3.04	11.72	31.89
19	Maralfalfa	Pue (hojas)	10	43.08	10.9	47.96	2.65	10.25	28.24
20	Maralfalfa	Pue (hojas)	15	34.76	12.9	40.30	2.76	10.68	33.36
21	Maralfalfa	Maní (entera)	10	43.88	14.25	45.20	2.76	10.51	27.28
22	Maralfalfa	Maní (entera)	15	37.28	11.35	43.80	2.86	10.34	31.65
23	Maralfalfa	Maní (hojas)	10	49.23	11.57	44.90	2.57	11.32	29.64
24	Maralfalfa	Maní (hojas)	15	35.62	10.01	48.70	2.87	10.72	27.7
25	King grass	Pue (entera)	10	46.62	12.02	49.50	2.78	11.30	24.4
26	King grass	Pue (entera)	15	39.84	11.46	45.40	2.95	12.31	27.88
27	King grass	Pue (hojas)	10	48.86	10.46	45.60	2.46	10.29	31.19
28	King grass	Pue (hojas)	15	50.84	13.51	39.05	3.02	10.63	33.79
29	King grass	Maní (entera)	10	45.02	12.83	42.00	2.89	10.72	31.56
30	King grass	Maní (entera)	15	39.80	11.59	43.00	3.03	9.34	33.04
31	King grass	Maní (hojas)	10	36.71	14.74	35.20	2.49	10.22	37.35
32	King grass	Maní (hojas)	15	51.10	15.23	37.25	3.06	10.04	34.42
33	Elefante	Sin leguminosa	0	52.71	11.05	39.08	2.91	10.03	36.93
34	Camerún	Sin leguminosa	0	43.47	11.3	40.50	2.74	10.68	34.78
35	Maralfalfa	Sin leguminosa	0	47.69	10.56	43.90	2.59	9.28	33.67
36	King grass	Sin leguminosa	0	48.37	11.28	40.25	2.63	11.21	34.63

## ANEXOS 2

## Análisis de Varianza

**Cuadro A2. 1.** Análisis de varianza para la Digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	1539.92	35	44	1.65	0.04
Total	3698.55	107			
Pasto (A)	21.92	3	7.31	0.27	0.84
Leguminosas (B)	201.07	3	67.02	2.51	0.07
Pasto*leguminosas (A*B)	353.41	9	39.27	1.47	0.17
Dosis ©	17.92	1	17.92	0.67	0.41
Pasto*Dosis	262.73	3	87.58	3.29	0.03
Dosis*leguminosa (C*B)	227.58	3	75.86	2.85	0.04
Pasto*leguminosa*Dosis	399.68	9	44.41	1.67	0.11
Testigo vs Factores	2.92	1	2.92	0.11	0.74
Repeticiones	293.47	2	146.73	5.51	0.01
Error	1865.16	70	26.65		

**Cuadro A2. 2.** Análisis de varianza para el porcentaje de Proteína.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	379.03	35.00	10.83	17.19	0.00
Total	422.91	107.00			
Pasto de Corte	95.23	3.00	31.74	50.38	0.00
leguminosas	21.60	3.00	7.20	11.43	0.00
Pasto de Corte*leguminosas	118.59	9.00	13.18	20.92	0.00
Dosis de leguminosas	41.48	2.00	20.74	32.92	0.00
Pasto de Corte*Dosis de le	118.59	9.00	13.18	20.92	0.00
Dosis de leguminosas*legum	26.30	3.00	8.77	13.92	0.00
Pasto*Leguminosa*Dosis	49.89	9.00	5.54	8.79	0.00
Testigo vs Factores	38.27	1.00	38.27	60.75	0.00
Repeticiones	0.12	2.00	0.06	0.10	0.91
Error	43.76	70.00	0.63		

**Cuadro A2. 3.** Análisis de varianza para el porcentaje de fibra cruda.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	1221.31	35	34.89	16.86	0.0000
Total	1367.8	107	15.58		
Pasto de Corte	336.5	3	112.17	54.19	0.0000
leguminosas	43.86	3	14.62	7.06	0.0003
Pasto de Corte*leguminosas	565.55	9	62.84	30.36	0.0000
Dosis de leguminosas	50.1	2	25.05	12.10	0.0000
Pasto de Corte*Dosis de le	65.21	6	10.87	5.25	0.0002
Dosis de					
leguminosas*legum	25.26	3	8.42	4.07	0.0101
Pasto*Leguminosa*Dosis	134.84	9	14.98	7.24	0.0000
Testigo vs Factores	15.58	1	15.58	7.53	0.0077
Repeticiones	1.47	2	0.74	0.36	0.7007
Error	145.01	70	2.07		

**ANEXO 3****Cuadro A3. 1.** Análisis de varianza para Grasa.

F,V,	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	1,80	35	0,05	2,50	0,00
Total	3,60	107			
Pasto de Corte	0,11	3,00	0,04	2,00	0,12
leguminosas	0,03	3,00	0,01	0,50	0,68
Pasto de Corte*leguminosas	0,51	9,00	0,06	3,00	0,00
Dosis de leguminosas	25,26	3,00	8,42	421,00	0,00
Pasto de Corte*Dosis de le	20,31	3,00	6,77	338,50	0,00
Dosis de leguminosas*legum	0,49	1,00	0,49	24,50	0,00
Pasto*Leguminosa*Dosis	0,44	9,00	0,05	2,50	0,02
Testigo vs Factores	0,00	1,00	0,00	0,21	0,65
Repeticiones	0,24	2	0,12	6,00	0,0039
Error	1,55	70,00	0,02		

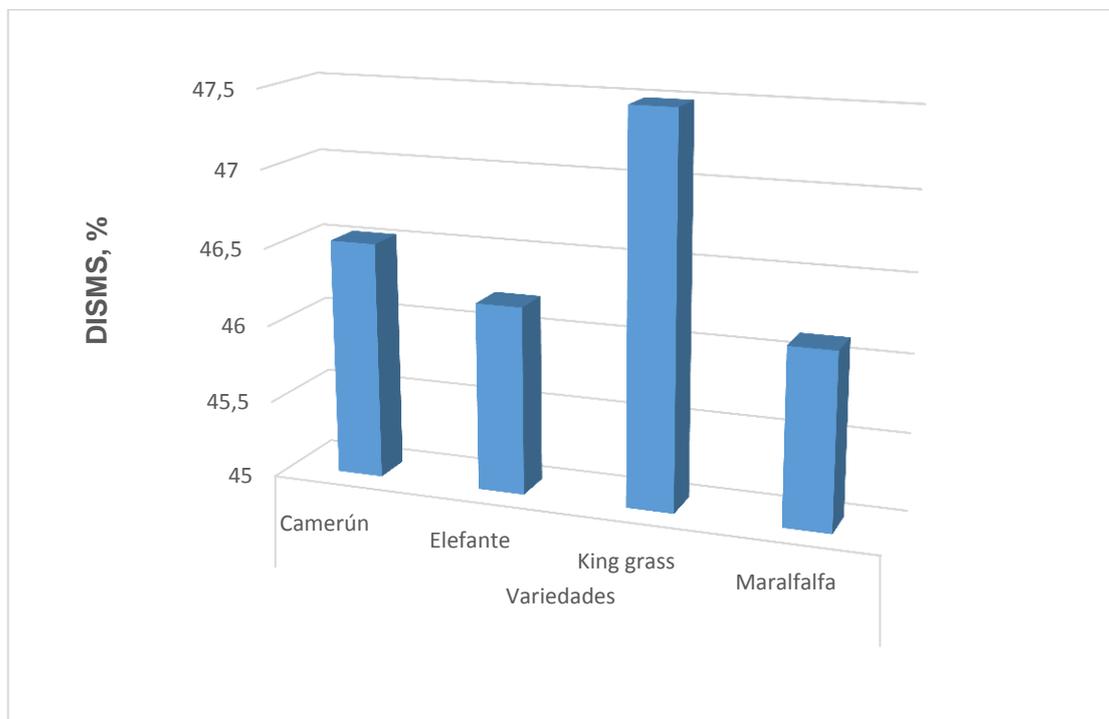
**Cuadro A3. 2.** Análisis de varianza para de Ceniza.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	1221.31	35	34.89	16.86	0.0000
Total	1367.8	107	15.58		
Pasto de Corte	336.5	3	112.17	54.19	0.0000
leguminosas	43.86	3	14.62	7.06	0.0003
Pasto de Corte*leguminosas	565.55	9	62.84	30.36	0.0000
Dosis de leguminosas	50.1	2	25.05	12.10	0.0000
Pasto de Corte*Dosis de le	65.21	6	10.87	5.25	0.0002
Dosis de					
leguminosas*legum	25.26	3	8.42	4.07	0.0101
Pasto*Leguminosa*Dosis	134.84	9	14.98	7.24	0.0000
Testigo vs Factores	15.58	1	15.58	7.53	0.0077
Repeticiones	1.47	2	0.74	0.36	0.7007
Error	145.01	70	2.07		

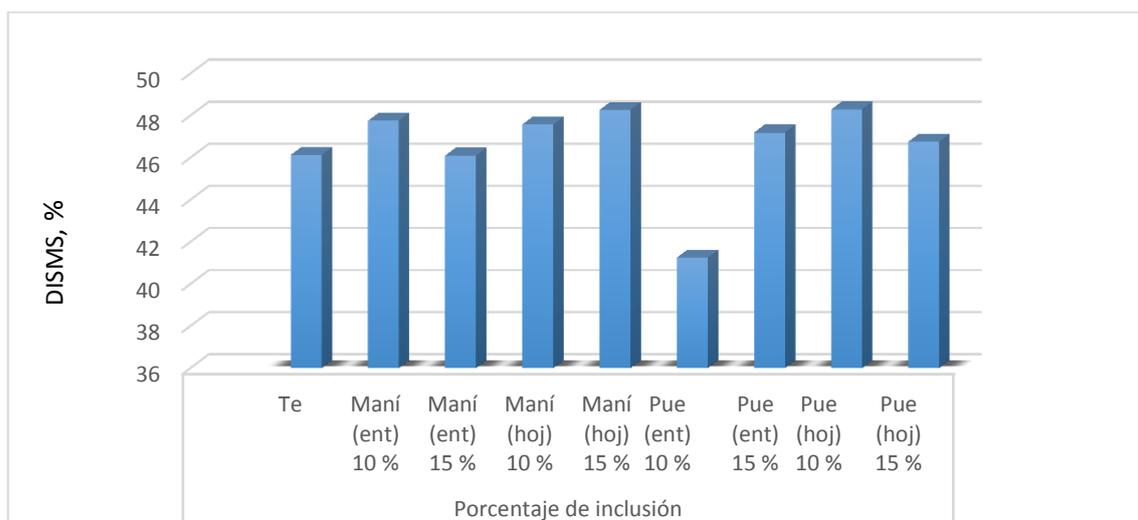
**Cuadro A3. 3.** Análisis de varianza para Elementos no nitrogenados.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	994,32	35	28,41	11,41	0,0000
Total	1173,13	107			
Pasto de Corte	81,6	3	27,2	10,92	0,0000
leguminosas	77,67	3	25,89	10,40	0,0000
Pasto de Corte*leguminosas	430,82	9	47,87	19,22	0,0000
Dosis de leguminosas	10,08	1	10,08	4,05	0,0481
Pasto de Corte*Dosis de le	49,14	3	16,38	6,58	0,0006
Dosis de leguminosas*legum	15,65	3	5,22	2,10	0,1085
Pasto*Leguminosa*Dosis	175,26	9	19,47	7,82	0,0000
Testigo vs Factores	116,32	1	116,32	46,71	0,0000
Repeticiones	4,69	2	2,34	0,94	0,39559511
Error	174,12	70	2,49		

**Fig. 2.** Porcentaje de digestibilidad, *In situ* de la materia seca entre variedades de *Pennisetum*.



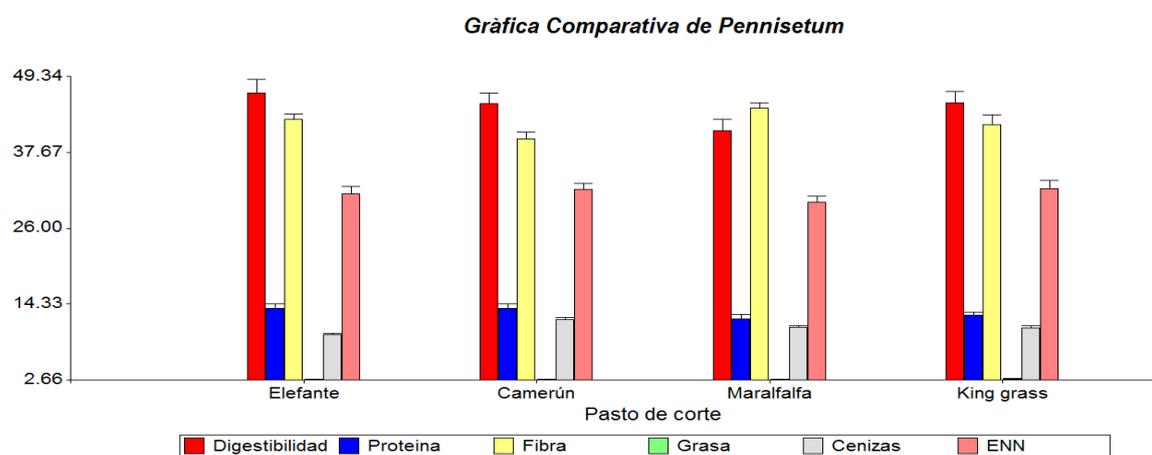
**Fig. 3.** Efecto de porcentaje de inclusión sobre la digestibilidad *In situ* de la materia seca (DISMS); Te = testigo; Ma = Maní; Pu = Pueraria (Hojas-Planta entera).



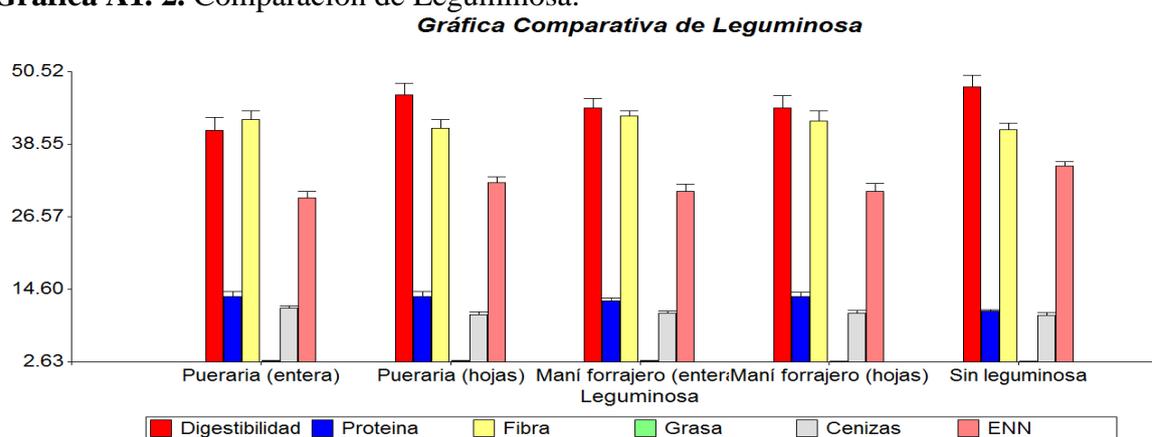
**Tabla 3. 4.** Efecto de porcentaje de inclusión sobre la Fibra cruda, mezcladas en diferentes dosis con variedades de leguminosas.

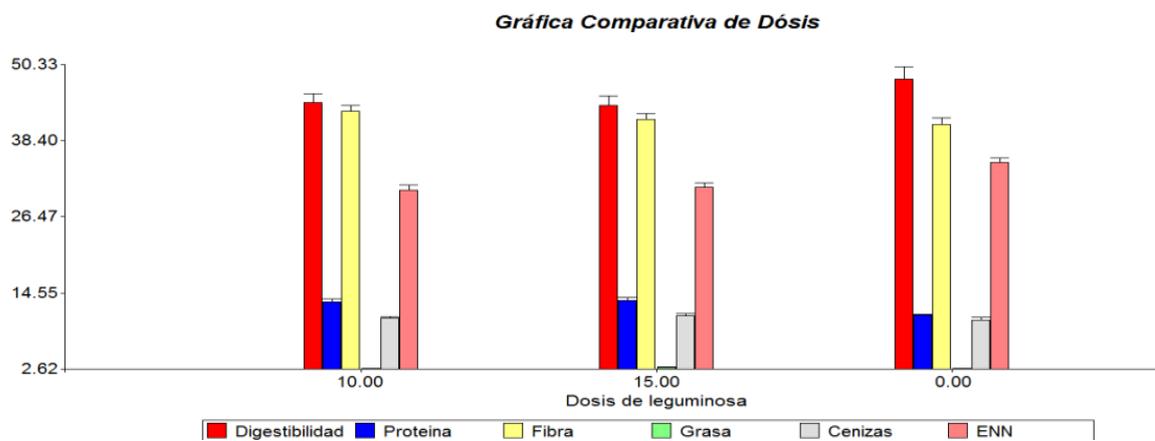
Leguminosas				
Inclusión	Maní forrajero (entera)	Maní forrajero (hojas)	Pueraria (entera)	Pueraria (hojas)
10%	43,75 a	42,67 ab	43,04 ab	42,86 ab
15%	42,81 ab	42,48 ab	42,28 ab	39,95 b

**Gráfica A1. 1.** Comparación de *Pennisetum*.



**Gráfica A1. 2.** Comparación de Leguminosa.



**Gráfica A1. 3.** Comparación de porcentajes de inclusión.

## ANEXO 4

## Reporte de análisis de suelos

N° LAB.		DATOS LOTE	pH	ds/m C.E	ppm								
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
4426		LOTE#1	5,96		2,24	41,00	6,47	8,31	42,0	5,60	1,90	2,80	0,26
			MeAc		B	A	B	M	A	A	B	B	M
15,00		2,59	23,44	9,06	32,50	0,32	7,50	2,90				10,72	
		M	M	M	M	M	M	A				M	

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
NOMBRE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL DIRECCIÓN: KM 4 1/2 VIA CHONE UBICACIÓN: SANTO DOMINGO TELÉFONO:		NOMBRE: FINCA EL OASIS PROVINCIA: TSACHILA CANTÓN: SANTO DOMINGO DIRECCIÓN: VIA A SAN JACINTO DEL BUA UBICACIÓN:		CULTIVO ANTERIOR: PASTO CULTIVO ACTUAL: PASTO LOTE: ENSAYO DE LEGUMINOSAS VARIEDAD: EDAD: AREA QUE REPRESENTA: 1364 cm2 PROFUNDIDAD: 10 cm	
				F. MUESTREO: 25/01/2012 F. INGRESO: 27/01/2012 F. SALIDA: 28/02/2014	

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

  
 ING. ELSA BURBANO C.  
 LABORATORIO DE QUIMICA

  
 LABORATORIO DE QUÍMICA  
 CAMPUS ARTURO RUIZ MORA

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

## ANEXOS 5

## Fotos



Foto A5. 1. Parcelas de maní forrajero y pueraria phaseoloides.



Foto A5. 2. Toma de peso de muestras planta entera y hojas



Foto A5. 3. Molienda de muestras para digestibilidad



**Foto A5. 4.** Animal canulado y bolsas de dacrón con muestras de dietas experimentales.



**Foto A5.5.** a. Introducción de las muestras b. Extracción luego de 48 h c. Lavado de las muestras con residuos d. incubación e. Secado de muestras.



**Foto A5. 6.** Toma del peso y sellado de muestras para análisis de digestibilidad



**Foto A5. 7.** Dietas preparadas para introducción y colocación de cadenas para introducir en vacas fistuladas.



**Foto A5. 8.** Animales fistulados para el ensayo de digestibilidad in situ.