



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS MAESTRÍA EN NUTRICIÓN Y  
PRODUCCIÓN ANIMAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE MAGÍSTER EN: NUTRICIÓN Y PRODUCCIÓN ANIMAL**

**TEMA: DIGESTIBILIDAD IN SITU Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO  
SABOYA ASOCIADAS A TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS NATIVAS  
EN LA ZONA NORTE DE MANABÍ**

**AUTORES:  
VERA CEDEÑO, JHON CARLOS  
BRITO DONOSO, FERNANDO JAVIER**

**DIRECTOR: MAG. PhD AVELLANEDA CEVALLOS, JUAN HUMBERTO**

**SANGOLQUI**

**2018**



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS**

**CERTIFICADO**

Certifico que el trabajo de titulación, “DIGESTIBILIDAD *IN SITU* Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO SABOYA ASOCIADAS A TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS NATIVAS EN LA ZONA NORTE DE MANABÍ” fue realizado por los señores Vera Cedeño, Jhon Carlos y Brito Donoso, Fernando Javier, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

**Sangolquí, 27 de Junio del 2018**

---

**Ing. Avellaneda Cevallos, Juan Humberto, PhD**

**C.C.: 120297771-4**



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Vera Cedeño, Jhon Carlos con cédula de ciudadanía n°: 131206156-5 y Brito Donoso, Fernando Javier con cédula de ciudadanía n°: 130904093-7, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: “DIGESTIBILIDAD *IN SITU* Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO SABOYA ASOCIADAS A TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS NATIVAS EN LA ZONA NORTE DE MANABÍ” es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

**Sangolquí, 27 de Junio del 2018**

Fernando Javier Brito Donoso

C.I.130904093-7

Vera Cedeño, Jhon Carlos

C.I.131206156-5



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE  
TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Vera Cedeño, Jhon Carlos con cédula de ciudadanía n°: 131206156-5 y Brito Donoso, Fernando Javier con cédula de ciudadanía n°: 130904093-7, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: “DIGESTIBILIDAD *IN SITU* Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO SABOYA ASOCIADAS A TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS NATIVAS EN LA ZONA NORTE DE MANABÍ” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

**Sangolquí, 27 de Junio del 2018**

Fernando Javier Brito Donoso, M.V

C.I.130904093-7

Vera Cedeño, Jhon Carlos

C.I.131206156-5

## DEDICATORIA

El esfuerzo y trabajo incansable necesario para superar grandes desafíos, no siempre proviene de determinada fuerza muscular o mecánica que conocemos, si no de esa fuerza emocional espiritual que te dan solo las personas por quienes haces y dejas cada gota de sudor o lagrima en cada paso y acción que realizas en busca de tus objetivos.

Por eso dedico este trabajo principalmente al creador de todas las cosas el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado y permitirme llegar hasta este momento tan importante para mí y mi familia.

A mi familia, a mis padres que donde quiera Dios que estén puedo percibir su emoción y orgullo por mi notable logro y en especial a mis hijos Fernanda, Cinthya, Joyce y Fernando siendo ellos el motor que me impulsa a seguir sin desmayar y pilar fundamental de mi superación diaria. A ellos esta tesis y todas las bendiciones que de parte de Dios vendrán a nuestras vidas como recompensa y consecuencia de tanta dedicación, tanto esfuerzo y fe depositado en este trabajo.

Brito Donoso, Fernando Javier

## AGRADECIMIENTO

Al culminar una meta, se vuelve a vivir a modo de recuerdo todos los obstáculos y anécdotas vividas, así también como todo el esfuerzo y sacrificio realizado para obtenerla, es en este momento que resuenan los nombres de las personas e instituciones que nunca dudaron de mí y en ayudar a que se materialice esta idea; es por ello que veo pertinente agradecer a todos y cada uno de ellos que hicieron posible que se realice este sueño tan anhelado.

En primera instancia mi eterno agradecimiento al todo poderoso, por concederme el privilegio de la vida, fuerza y capacidad necesaria para enfrentar todas las pruebas y desafíos que se presentaron en el trayecto.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por abrirme las puertas de sus salones de clases la comodidad de sus pupitres y brindarme la oportunidad de continuar con mi superación académica y personal; de la misma forma a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, y su carrera de Medicina Veterinaria por su apoyo incondicional.

Gracias infinitas a todos los familiares, amigos y personas que de una u otra forma me apoyaron en esta etapa formativa.

Brito Donoso, Fernando Javier

## DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda humildad que de mi corazón puede provenir, dedico primeramente mi trabajo a DIOS.

A Mi ANGEL Johana Andrea López Cusme y su madre Nancy, les dedico esta tesis y por haber sido parte de mi vida y ser el principal motor de este objetivo, siempre las llevare en mi corazón, y muy dentro de mi memoria.

A Papa Roca quien está allá junto a papito Dios cuidándonos.

A mi abuela Nauda Cedeño por ser el pilar más importante y por demostrarme su afecto, apoyo incondicional lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos difíciles.

A mi hermosa hija Fiorella que me da fuerza, para superarme cada día y ser su ejemplo de humildad para lograr momentos triunfantes en esta vida.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir buenos y malos momentos.

Vera Cedeño, Jhon Carlos

## AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy infinitamente gracias a Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida, por los triunfos, logros y los momentos difíciles que en algunos momentos llegaron a mi vida.

A mi madre Venus Cedeño, que sin duda en el trayecto de mi vida me ha demostrado su afecto, corrigiendo mis faltas y celebrando mi triunfo.

Agradezco especialmente a mis tíos Alex Roca, Carmen Roca, Yesica Roca y Angelita Vera, que con su demostración ejemplares me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por abrirme las puertas de sus salones de clases la comodidad de sus pupitres y brindarme la oportunidad de continuar con mi superación académica y personal; de la misma forma a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, y su carrera de Medicina Veterinaria por su apoyo incondicional.

A mis amigos sin ustedes no existiera hoy esta tesis y por la gran calidad humana que me han demostrado hasta hoy.

Vera Cedeño, Jhon Carlos



## INDICE DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICADO</b>	<b>i</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Justificación e importancia	2
<b>1.2. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivo específicos	4
<b>1.3. HIPÓTESIS</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>5</b>
<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Marco de Referencia (antecedentes de la investigación)</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Fisiología digestiva en rumiantes</b>	<b>6</b>
<b>2.3. Generalidades</b>	<b>6</b>
<b>2.4. Morfología del sistema digestivo de los rumiantes</b>	<b>7</b>
<b>2.5. Fermentación en el rumen</b>	<b>8</b>
<b>2.6. Microbiota ruminal en bovinos</b>	<b>9</b>

<b>2.7. Gramíneas</b> .....	<b>10</b>
<b>2.8. Morfología de las gramíneas</b> .....	<b>11</b>
<b>2.9. Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos</b> .....	<b>11</b>
<b>2.10. Frecuencia y altura de corte y pastoreo</b> .....	<b>12</b>
<b>2.11. Las Leguminosas</b> .....	<b>12</b>
<b>2.12. Morfología de las Leguminosas</b> .....	<b>13</b>
<b>2.13. Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos</b> .....	<b>13</b>
<b>2.14. Frecuencia y altura de corte y pastoreo</b> .....	<b>13</b>
<b>2.15. Pasto Saboya</b> .....	<b>14</b>
2.15.1. Taxonomía.....	14
2.15.2. Descripción.....	15
2.15.3. Adaptación .....	15
2.15.4. Establecimiento .....	15
2.15.5. Época de siembra .....	16
2.15.6. Asociación.....	16
2.15.7. Aprovechamiento .....	16
2.15.8. Producción de forraje .....	17
2.15.9. Valoración nutricional.....	17
<b>2.16. Centrosema sp</b> .....	<b>17</b>
2.16.1. Taxonomía.....	18
2.16.2. Descripción.....	18
2.16.3. Adaptación .....	19
2.16.4. Establecimiento .....	20
2.16.5. Época de siembra .....	20
2.16.6. Asociación.....	21
2.16.7. Aprovechamiento .....	21
2.16.8. Producción de forraje .....	21
2.16.9. Valoración nutricional.....	22
<b>2.17. Desmodium</b> .....	<b>23</b>
2.17.1. Taxonomía.....	23
2.17.2. Descripción.....	23
2.17.3. Adaptación .....	24
2.17.4. Establecimiento .....	24
2.17.5. Época de siembra .....	25
2.17.6. Asociación.....	25
2.17.7. Aprovechamiento .....	26
2.17.8. Producción de forraje .....	26
2.17.9. Valoración nutricional.....	27

<b>2.18. Macroptilium .....</b>	<b>27</b>
2.18.1. Taxonomía.....	28
2.18.2. Descripción.....	28
2.18.3. Adaptación .....	29
2.18.4. Establecimiento .....	29
2.18.5. Época de siembra .....	30
2.18.6. Asociación.....	30
2.18.7. Aprovechamiento .....	31
2.18.8. Producción de forraje .....	31
2.18.9. Valoración nutricional.....	32
2.18.10. Valoración nutricional de forrajes.....	32
<b>2.19. Determinación de digestibilidad .....</b>	<b>32</b>
<b>2.20. Métodos para determinar la degradabilidad ruminal .....</b>	<b>33</b>
2.20.1. <i>In situ</i> .....	33
2.20.2. <i>In vivo</i> .....	36
2.20.3. <i>In vitro</i> .....	37
<b>2.21. Determinación del valor nutritivo de los alimentos .....</b>	<b>37</b>
<b>2.22. Determinación del contenido de materia seca (MS).....</b>	<b>38</b>
<b>2.23. Determinación de cenizas .....</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>40</b>
<b>DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1. Localización geográfica y duración de la investigación .....</b>	<b>40</b>
3.1.1. Condiciones Agro meteorológicas .....	40
<b>3.2. Tipo de investigación.....</b>	<b>40</b>
<b>3.3. Análisis de laboratorio .....</b>	<b>41</b>
<b>3.4. Maquinarias, equipos y materiales .....</b>	<b>41</b>
3.4.1. Maquinaria .....	41
3.4.2. Equipo 41	
3.4.3. Reactivos .....	43
3.4.4. Materiales de oficina .....	43
3.4.5. Recursos humanos.....	44
<b>3.5. Metodos .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.1. Factor en estudio y Tratamientos .....	44
3.5.2. Diseño experimental.....	45
3.5.3. Unidad experimental .....	47
3.5.4. Análisis estadístico .....	47
3.5.5. Mediciones Experimentales (Datos a tomarse, variables a medir) .....	48

3.5.6. Procedimientos Experimentales (Protocolo).....	49
3.5.7. Análisis laboratorio. ....	49
<b>CAPITULO IV</b> _____	<b>56</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> _____	<b>56</b>
<b>CAPITULO V</b> _____	<b>65</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> _____	<b>65</b>
<b>5.1. Conclusiones</b> .....	<b>65</b>
<b>5.2. Recomendaciones</b> .....	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> _____	<b>67</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Precipitaciones y temperaturas promedio Enero-septiembre 2017</i> .....	40
<b>Tabla 2</b> <i>Composición química de las especies de gramínea y leguminosas</i> .....	57
<b>Tabla 3</b> <i>Efecto de asociación gramínea y leguminosas en la degradabilidad ruminal in situ (%) de la materia seca (MS)</i> .....	58
<b>Tabla 4</b> <i>Efecto de asociación de gramínea y leguminosas en la degradabilidad ruminal in situ (%) de la materia orgánica (MO).</i> .....	60
<b>Tabla 5</b> <i>Efecto de asociación de gramínea y leguminosas en la degradabilidad ruminal in situ (%) de la Fibra Detergente Neutra (FDN).</i> .....	62
<b>Tabla 6</b> <i>Efecto de asociación de gramínea y leguminosas en la degradabilidad ruminal in situ (%) de la Fibra Detergente Acida (FDA).</i> .....	64

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<i>Figura 1</i> Sistema digestivo de los rumiantes.....	8
<i>Figura 2</i> Microbiota ruminal.....	10
<i>Figura 3</i> Horas de incubación ruminal.....	36
<i>Figura 4</i> Composición botánica de los forrajes.....	38
<i>Figura 5</i> Diseño de las parcelas.....	45

## RESUMEN

El trabajo de campo del proyecto de investigación de titulación se desarrolló en la unidad de pasto y forraje (ESPAM-MFL) y en el laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional de la (UTEQ). Se evaluó la asociación de gramínea y leguminosas para determinar la composición química y la degradabilidad ruminal de las especies forrajeras de leguminosas (centrosema, siratro, desmodium) y gramínea (saboya). Las plantas estaban establecidas naturalmente en un área de 2.025 m<sup>2</sup>, se escogieron al azar a la edad de 35 días. Se determinó la degradabilidad ruminal *in situ*, mediante la técnica bolsa de nylon en 4 toretes fitulados. La composición química en los parámetros de MS, MO, P, FDA fue mayor el desmodium, la MI y FDN impera el saboya. Para la degradabilidad ruminal MS, MO, FDN, FDA se utilizaron tiempos de 0,3, 6, 12, 24, 48, 72 h. La degradabilidad MS obtuvo un máximo de 68.38% para el Saboya. La degradabilidad MO el Saboya obtuvo mayor degradabilidad a 72 h, mientras que predominó la mezcla M/S, M/C a las 48h. La degradabilidad potencial de FDN y FDA fue mayor con saboya y la mezcla S/C. Es necesariamente contar con evaluación repetida en el tiempo para realmente conocer el comportamiento nutricional y crecimiento de rebrotes, independientemente de estas especies en estudio.

### **PALABRAS CLAVES:**

- **GRAMÍNEA**
- **LEGUMINOSAS**
- **COMPOSICIÓN QUÍMICA**
- **DEGRADABILIDAD *IN SITU***

## ABSTRACT

The field work of the titration research project was developed in the pasture and forage unit (ESPAM-MFL) and in the Rumiology and Nutritional Metabolism laboratory (UTEQ). The association of grass and legumes was evaluated to determine the chemical composition and ruminal degradability of legume forage species (centrosema, siratro, desmodium) and grass (saboya). The plants were established naturally in an area of 2,025 m<sup>2</sup>, they were chosen at random at the age of 35 days. In situ ruminal degradability was determined by means of the nylon bag technique in 4 adjusted toretes. The chemical composition in the parameters of MS, MO, P, FDA was greater the desmodium, the MI and NDF prevails the saboya. For the ruminal degradability MS, MO, NDF, FDA, times of 0.3, 6, 12, 24, 48, 72 h were used. MS degradability obtained a maximum of 68.38% for the Savoy. The degradability MO saboya obtained greater degradability at 72 h, while the M / S, M / C mixture prevailed at 48 h. The potential degradability of FDN and FDA was higher with savory and the S / C mixture. It is necessary to have repeated evaluation over time to really know the nutritional behavior and regrowth growth, independently of these species under study.

### KEYWORDS:

- **GRAMINEOUS**
- **LEGUMES**
- **CHEMICAL COMPOSITION**
- **IN SITU DEGRADABILITY**



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. Antecedentes

En el Ecuador, como en otras regiones de América Latina, una buena parte de la superficie agrícola dedicada a la ganadería, está ocupada por pastizales de diferentes productividades. Numerosos experimentos en el trópico latinoamericano en condiciones de corte y pastoreo indican que las gramíneas sin fertilizar no sobrepasan las 5 y 7 t MS/ha/año según Milera (2013). La producción ganadera en los pastizales nativos e introducidos, depende de la calidad y cantidad del forraje disponible Villalobos (2014). Muchos de los forrajes disponibles en la zona norte de Manabí contienen cantidades demasiado reducidas de nutrientes y no dan buenos resultados cuando se emplean como única fuente de proteínas para bovinos (Roca & Vera, 2014). Con una calidad nutricional baja, debido a deficiencias nutricionales de los pastos (< 7 %), lo que afecta el consumo, la digestibilidad y la respuesta animal. (Infante, 2010)

En la provincia de Manabí una de las principales fuentes económica de los pequeños y medianos productores es la crianza de bovinos de doble propósito lo cuales generan productos como leche, queso, carne etc. Pero la producción se ven afectados en los periodos en la época de verano. Se expresa que las posibilidades de utilización de leguminosas en los trópicos, se han visto limitadas a causa de un inadecuado conocimiento de la biología de muchas especies mejoradas, nativas e incluso dentro de especies, los pastos y forrajes ha sido y es la principal fuente de alimentos para los rumiantes, especialmente en los sistemas

de producción extensivos, siendo unos de los grandes retos para los productores el incremento sostenible de leche, peso y contenido de carne, por lo que el abastecimiento de proteínas y nutrientes, es indispensable, de acuerdo a Dervin, (2015) el suministro de fuentes proteicas es relativamente costoso; por lo que se ha venido trabajando en la búsqueda de alternativas que resulten económicas y viables.

### **1.1.2. Justificación e importancia**

Una de estas alternativas de acuerdo a Clavero (como se citó por Dervin, 2015) son las leguminosas mismas que son especies capaces de sintetizar altos niveles de proteína cruda (PC), además son una importante fuente de minerales, tales como calcio, fosforo, magnesio, sodio, potasio, cobre, zinc y manganeso (Tinitana, 2015). Los pastos introducidos a base de gramíneas específicamente la pasto Saboya son fuente de nutrientes considerandos como los forrajes más importantes y numerosos en la alimentación del ganado, difundida por su gran adaptabilidad a las condiciones climáticas y por su resistencia al pastoreo.

Estudios han demostrado que estas especies son más productivas en asociaciones que por sí solas, por ello Castro et al. (2011) argumenta que la asociación mixta de gramíneas y leguminosas mejora la fertilidad del suelo, debiéndose al mayor aporte de nitrógeno atmosférico, mayor intercepción de luz, además que permiten reducir costos de fertilización. Para Rojas et al. (2005), indican que la asociación es indispensable que la proporción de la leguminosa en la pradera debe ser entre 30 a 40 % de dicha especie para obtener el máximo beneficio de las asociaciones, ya que valores mayores o menores a estos porcentajes, traen consecuencia. El valor Nutritivo de estas hierbas depende básicamente de la relación tallo y las hojas, la digestibilidad de las hojas está en un rango entre 80- 90%,

mientras que la de los tallos es 50-70%. Puesto que la relación tallos y las hojas aumentan con la edad, cabe recalcar que la digestibilidad de la hierba también se reduce con la madurez de la misma. (Castro, y otros, 2011)

Antes lo mencionado este trabajo de investigación se ejecutó, ya que los productores del ganado vacuno no tienen conocimiento del aprovechamiento de las dos especies asociadas, debido a que no se cuenta con información en el medio sobre el valor nutritivo y digestibilidad *in situ* de la gramínea pasto Saboya (*panicum máximum*) asociada a leguminosas de los géneros *centrosema*, *desmodium*, *macroptilium*, además a esto se suma el poco interés de la siembra de los pastos e innovar nuevos productos para la alimentación de los rumiantes. Este proceso de asociación de las dos especies también aporta a que el animal no presente problemas en la digestibilidad, evitando gastos económicos quienes se dedican a esta actividad, cabe mencionar que mediante esta indagación se conseguirá que el agricultor cuente con una mejor rentabilidad en la producción del ganado vacuno.

Desde el punto de vista práctico la información de indicadores del valor nutritivo *in vitro*, *in sacco* e *in vivo* de leguminosas de los géneros *Centrosema*, *Desmodium*, *Macroptilium* asociada a *Panicum máximum*, permitirá obtener información de su valor nutritivo, incluida la respuesta animal; lo que serviría para fundamentar futuros planes de mejora de los pastizales en estudio, con la consiguiente repercusión positiva en el desempeño de los animales, sin tener que depender de la suplementación con balanceados de mayor costo y con ingredientes que compiten con la alimentación humana y son más adecuados para la nutrición de animales monogástricos.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

Analizar los indicadores del valor nutritivo y digestibilidad in situ de la gramínea pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) asociada a leguminosas de los géneros; *Centrosema*; (DC.) *Benth*, *Desmodium*; *Desv.* *Macroptilium*; (Benth.) *Urb.*

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Determinar los cambios en la composición química de las asociaciones del pasto saboya con tres leguminosas.

Definir indicadores de la dinámica y parámetros de degradabilidad ruminal de las asociaciones pasto Saboya y tres leguminosas.

## **1.3. HIPÓTESIS**

La composición química del pasto Saboya mejora, cuando está asociada a las leguminosas forrajeras.

Los indicadores de degradabilidad ruminal se ven afectando positivamente cuando se asocian a las leguminosas forrajeras.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1. Marco de Referencia (antecedentes de la investigación)

Suarez (2016) expone en su investigación que es importante que los productores realicen un programa de fertilización integral donde permita 2 optimizar los rendimientos forrajeros para la alimentación en rumiantes viéndose esto reflejado también en los costos de producción. La digestibilidad y el valor nutricional del pasto zaboya y las leguminosas forrajeras son muy importante para el animal, ya que de este depende la producción del animal en cuanto a la carne y lo lácteo.

En la investigación realizada expone que las predicciones de la utilización nutritiva de los forrajes por los bovinos son muy requeridas, ya que manejan una buena alimentación para que el animal produzca de manera correcta, sin embargo, existen muchos factores del animal que dependen de su nutrición el buen manejo de los alimentos en cuanto a sus características morfológica, según Juárez (2018) explica que la concentración y distribución está afectada por la especie, la edad al corte, manejo y ambiente.

Cerón (2010) de acuerdo en la investigación que realizó expone que la producción bovina para carne en el trópico, alrededor de un 70% depende del pastoreo en praderas de forrajes de baja calidad, cabe indicar que en las últimas décadas se ha dado los primeros avances importantes en el mejoramiento de forrajes y uso de praderas. Por lo que han visto la necesidad de indagar sobre la digestibilidad in situ y el valor nutricional del pasto sabaya asociadas con las leguminosas forrajeras.

## **2.2. Fisiología digestiva en rumiantes**

Gutierrez (2015) explica que la fisiología digestiva del rumiante tiene como características particulares, debido a que la degradación del alimento que se elabora, mayoritariamente, por digestión fermentativa, y no por la acción de enzimas digestivas, y los procesos fermentativos tienen lugar por diferentes tipos de microorganismos a los que la rumiante aloja en sus divertículos estomacales, cabe indicar que los rumiantes se los conoce por la capacidad de alimentarse.

Los rumiantes son animales exclusivamente herbívoros que consumen pasturas y otros vegetales en estado natural y forrajes en los sistemas de cría. Los rumiantes, como todos los mamíferos, no poseen la maquinaria enzimática para degradar los enlaces glucosídicos  $\beta$ -1,4 de la celulosa. Es por ello que su fisiología digestiva tiene características particulares las cuales ayudan aprovechar estas fuentes de energía han desarrollado un sistema digestivo especial junto con una compleja comunidad microbiana simbiote encargada de fermentar y aprovechar los polisacáridos insolubles. (Fraga, 2010)

## **2.3. Generalidades**

Los rumiantes proceden del latín ruminare que significa re-masticar o masticar de nuevo el alimento. Esta particularidad fisiológica, mediante la cual los alimentos que fueron masticados y deglutidos durante la ingestión, son retornados de nuevo a la cavidad bucal para una segunda masticación. (Teruya, 2013)

Los rumiantes en el trópico basan su alimentación en el consumo de forrajes, por ello es necesario determinar tanto el contenido nutricional como la digestibilidad de los alimentos, con

el fin de estimar nutrientes y la cantidad aprovechada por el animal. su crecimiento y productividad está influida por las condiciones climáticas existentes principalmente por la distribución anual de las lluvias, que, unido a otros factores del medio ambiente y de manejo, repercuten en que estos no reflejen totalmente su potencialidad productiva y nutritiva. (Verdecia, Ramírez, Leonard, Pascual, & López, 2008)

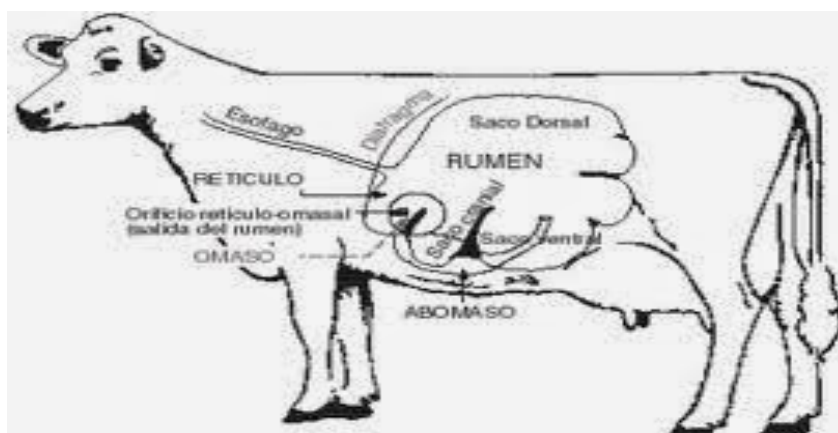
#### 2.4. Morfología del sistema digestivo de los rumiantes

En lo que respecta a la morfología del rumiante para Teruya (2013) expresa lo siguiente:

- **Boca:** Influyen factores importantes en la boca del animal cuando ellos ingieren la alimentación, la boca contiene glándulas salivales que ayudan mediante la saliva la composición ligeramente diferente, el alimento y la saliva se combinan y entran en el rumen a través del esófago.
- **Retículo-rumen:** este se encuentra en la parte delantera del rumen al nivel de las costillas 6ta a 8va en lado izquierdo del abdomen y en íntimo contacto con el diafragma. Cabe indicar que este se caracteriza por ser relativamente un pequeño saco ciego con una mucosa que presenta abundantes pliegues dispuestos de forma romboidal parecido a las celdas de un panal de abejas.
- **El omaso:** o librillo tiene forma elipsoidal, situado la derecha del plano medio a la altura de la 7ma a 9na, costillas, además el omaso se caracteriza por presentar una curvatura dorsal amplia y una curvatura ventral pequeña, posee pliegues parecidos a las hojas de un libro.
- **Abomaso:** cuajar o estómago glandular• El abomaso estómago verdadero o abomaso es un saco elongado de forma variable que se halla en su mayor parte sobre el suelo del abdomen

a la derecha del plano medio en contacto con el retículo en su polo anterior a nivel del apéndice xifoideas y posteriormente se ubica entre el omaso y el saco ventral del rumen.

- **Intestino delgado:** El intestino delgado es un tubo largo subdividido en: duodeno, yeyuno e íleon. El intestino delgado está denominado por su diámetro más que por su longitud, dado que es un tubo de aproximadamente de 46 mts. de longitud y de 1 a 4.5 cm. de diámetro en una vaca adulta.
- **Intestino grueso:** El ciego es la primera sección del intestino grueso. El ciego funciona como un sitio para la fermentación microbiana después de la digestión ácida dentro del abomaso y la digestión enzimática del intestino delgado.



**Figura 1.** Sistema digestivo de los rumiantes

Fuente: (Teruya, 2013)

## 2.5. Fermentación en el rumen

Ortega y Pérez (2016) afirman que el rumen es un gran vaso de fermentación musculoso con capacidad de 100-120 lt representa el 80% del estómago, extendido desde el diafragma hacia la pelvis. Según Sirit (2015) expone que los procesos fermentativos los realizan diferentes tipos de microorganismos a los que la rumiante aloja en sus divertículos estomacales (DE). La fermentación es muy importante en la etapa de la digestión, si bien favorece al rumiante al



permitirle degradar hidratos de carbono estructurales, también afecta la digestión de todos los demás componentes de la dieta, expuestos a los mismos procesos fermentativos.

## 2.6. Microbiota ruminal en bovinos

Los rumiantes según Fraga (2010) expresa que se han desarrollado una compleja microbiota simbiote que comprende a bacterias, protozoarios, hongos. Esta comunidad les ha permitido adaptarse al consumo de vegetales y aprovechar los polisacáridos insolubles como la celulosa y hemicelulosa. Estos sustratos poseen enlaces que no pueden ser hidrolizados por los mamíferos.

Según Rolling y Mattioli (2003) expone los tres microbiota:

- **Las bacterias:** Estas representan la fracción de la población ruminal imprescindibles para la vida del rumiante, si bien existe una amplia variedad de bacterias y alternativas para clasificarlas, resulta útil agruparlas en base a los sustratos que emplean y a los productos finales de su fermentación.
- **Los protozoos:** representan la microfauna ruminal, Normalmente son adquiridos por el ternero por contacto directo con otros rumiantes. Si bien se encuentran en menor concentración que las bacterias, los protozoarios se diferencian de las bacterias por poseer una menor capacidad celulolítica (5 al 20 % del total) y además son incapaces de sintetizar proteínas a partir de NNP.
- **Los hongos:** Este microbiota no predominan en el rumen debido a su baja tasa de multiplicación en comparación con las bacterias, algunas de las cuales a su vez reprimen su crecimiento, Los hongos representan alrededor del 8 % de la biomasa ruminal. Poseen una importante actividad celulítica.



**Figura 2.** Microbiota ruminal  
Fuente: (Rolling & Mattioli, 2003)

## 2.7. Gramíneas

La familia botánica de las Gramíneas es una de las más numerosas, y consta de casi 700 géneros y unas 12.000 especies. Se calcula que las Gramíneas suponen un 20% de la superficie vegetal del mundo. Cabe indicar que las gramíneas son plantas que sirven para la alimentación tanto del animal como los pastos y en las personas pues algunas especies como el trigo, la cebada el centeno, el maíz, la avena, la caña de azúcar el arroz entre otros que son fundamentales para la nutrición. (Vary, 2011)

Las gramíneas, también llamadas *poáceas* (*familia Poaceae*) es una familia muy extensa, muy amplio y extendido de plantas monocotiledóneas. es importante recalcar que dentro de estas especies están los cereales como el trigo, el maíz, el arroz, el centeno, la cebada, la avena, y muchas otras plantas, como los géneros *Festuca*, *Bromus*, el bambú, el carrizo, etcétera. La familia se caracteriza por la flor, que tiene una fisionomía especial y única en esta familia, en

una estructura que se llama espiguilla; además, las inflorescencias son generalmente paniculares, en espiga o en racimo. (Vary, 2011)

## **2.8. Morfología de las gramíneas**

Las gramíneas como cualquier otra planta constan de raíz, tallo, hojas y la mayoría tienen flores y frutos, en cuanto a las raíces poseen las seminales o primarias que se originan por el desarrollo del embrión y las raíces adventicias conocidas también como secundarias o nodales siendo aquellas que se forman en los nudos inferiores del tallo bajo tierra constituyéndose en el verdadero sistema radical de las gramíneas. El tallo conocido como caña y está formado por cortos nudos y largos entrenudos huecos. Las hojas se implantan en los nudos del tallo, generalmente en posición alterna y opuesta. (Vásquez, 2013)

## **2.9. Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos**

Según Cerdas (2014) la variabilidad de la demanda nutricional de los forrajes depende de tres factores: la capacidad para extraer nutrientes del suelo, el requerimiento interno de la planta y el potencial de producción de la especie. Por ello los factores dependientes del alimento y del animal afectan la digestibilidad del alimento y, por tanto, su valor energético. Entre los primeros se tiene la composición del alimento consumido (contenido de material celulósico y graso, concentración mineral), el tratamiento al que ha sido sometido (secado, molienda) y el efecto asociativo entre los alimentos que componen la ración.

## **2.10. Frecuencia y altura de corte y pastoreo**

En general la frecuencia y altura de corte y pastoreo de las gramíneas y leguminosas son igual influyen varios factores al momento de obtener estos indicadores Cazares (2003) expresa que el crecimiento de los forrajes de corte o pastoreo influye en la calidad y la producción del mismo, es por ello que se debe tomar en cuenta el rendimiento total de materia seca, la tasa media de crecimiento, la proporción del peso de las hojas en el forraje, el número de tallos finales, el peso final de la raíz, la composición botánica del forraje, la cantidad de nitrógeno cosechado y también sobre la calidad del forraje en lo referente a la concentración de proteína cruda, fibra y digestibilidad.

## **2.11. Las Leguminosas**

Según el Ministerio de Agricultura de la Republica Dominicana (2016) indica que las leguminosas son alimentos muy interesantes desde el punto de vista nutritivo. Su consumo ha decrecido mucho. Se presentan, en general, como granos secos separados de las vainas donde se producen (garbanzos, lentejas, alubias o judías blancas, habas). Estas sirven como alimento para algunos animales que se encuentran en el medio ambiente y para el ser humano.

Las leguminosas de grano comestible, comprenden aquellas especies que pertenecen a la familia *Fabaceae* (*Papilionaceae*), cuyo uso principal radica en el consumo directo del grano o semilla y de la legumbre o vaina. El alto contenido de proteína (20 a 46%), es el denominador común en estas especies, lo que determina su valor e importancia en la alimentación humana. Además, tienen una utilidad secundaria como abonos verdes y de fijación de Nitrógeno. (INIAP, 2016)

## **2.12. Morfología de las Leguminosas**

Las leguminosas son plantas herbáceas o leñosas, que consta de la raíz la misma que es pivotante, casi siempre con nódulos radicales bajo tierra. Las hojas generalmente son compuestas, con pinnadas o bipinnadas, trifolioladas, digitadas, o reemplazadas por filodios, sus flores están dispuestas en inflorescencias, es decir estas se encuentran en retoños o capullos cubiertos estas por lo común son hermafroditas a lo que respecta el fruto es típico siendo una legumbre o una vaina y por ultimo las semillas pueden ser exalbuminadas o albuminadas. (Chiesa & Masoni, 2014)

## **2.13. Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos**

Pírele (2005) indica que los factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos de la leguminosa Son muchos los factores determinantes de la composición química de los pastos. Entre ellos se citan factores propios de la planta (especie, edad, morfología, etc.), factores ambientales (temperatura, radiación solar, precipitación, fertilidad y tipo de suelo) y factores de manejo que el hombre ejerce sobre la pastura.

## **2.14. Frecuencia y altura de corte y pastoreo**

Según Becerra y Montero (1992) afirma que las alturas de corte del pasto en las leguminosas están asociadas con la cantidad de follaje y yemas remanentes, sin embargo, a una misma altura de corte no todas las especies son igualmente afectadas, esto depende de muchos factores como de su forma de crecimiento y la edad del follaje remanente; la altura y la frecuencia de corte son dos factores importantes en la longevidad o duración de las plantas por el efecto directo

sobre los carbohidratos no estructurales totales de reserva. En algunos pastos y leguminosas erectas, las alturas de corte bajas pueden reducir la producción

## **2.15. Pasto Saboya**

Pita (citado por Peñaherrera, 2008) indica que el pasto Saboya es una planta de la familia de gramínea exótica originaria de África, perenne, alta (hasta 250 cm) y vigorosa. La raíz es adventicia, el tallo posee generalmente pelos largos en los nudos, las hojas son alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, la inflorescencia es una panícula grande, con numerosos, las flores son muy pequeñas y hay una sola semilla fusionada a la pared del fruto.

### **2.15.1. Taxonomía**

Según Benites (citado por Loayza, 2008) expone la taxonomía del pasto Saboya continuación:

**Familia:** Gramineae.

**Subfamilia:** Panicoideas.

**Tribu:** Paniceas.

**Género:** Panicum. Especie: maximum.

**Nombre científico:** Panicum maximum Jacq.

**Nombres comunes:** Saboya, guinea, pasto india, castilla, coloniae, capim, zaina.

### **2.15.2. Descripción**

El pasto Saboya (*Panicum maximum*), es una planta perenne que pertenece a la familia de las gramíneas se caracteriza por su alto nivel y su capacidad de adaptación a áreas tropicales, es decir en ciertos lugares con temperaturas medias superiores esta planta es muy utilizada por los productores de ganaderías debido a su alto rendimiento de forraje de buena calidad y excelente aceptación por el ganado; además estas son muy resistentes a la sequía y a suelos de mediana fertilidad. la calidad de la semilla, siendo así que es muy es factible mejorar aún más la calidad con la aplicación de reguladores del crecimiento. (Bertín, y otros, 2010)

### **2.15.3. Adaptación**

Esta gramínea para su desarrollo y crecimiento necesita indispensablemente de suelos considerados de media y alta fertilidad, bien drenados con un pH de 5 a 8, vale indicar que el crecimiento de estas plantas en suelos inundables es nula, su nivel de altura que puede alcanzar esta entre 0-1500 metros sobre el nivel del mar m.s.n.m., con una precipitación de 1000 mm hasta 3500 mm por año se puede decir que este tipo de planta crece normalmente en temperaturas altas como también bajo sombra provocadas por árboles. Esta gramínea tiene poca tolerancia a los suelos con sequía. (Peters, Franco, Schmidt, & Hincapié, 2003)

### **2.15.4. Establecimiento**

Según Peters et al. (2003) explican que la existencia o nacimiento del pasto Saboya se establece a través de semillas con una tasa de siembra de 6-8kg/ha. Esta debe hacerse superficialmente y ligeramente tapada, el establecimiento con cepas es decir mediante

células es posible, pero se necesita de un buen manejo de esta, se puede decir que esta planta crece muy rápido y no compite bien con la presencia de malezas, por ello el primer pastoreo se recomienda ejecutarlo entre los 90-120 días después de la siembra o bien antes de iniciar la floración.

#### **2.15.5. Época de siembra**

El INIFAP (2005) expresa que la época de siembra depende de las diferentes estaciones de los países, en este caso debe realizar antes o iniciando el invierno, en el caso de los Pastos Saboya que se reproducen con material vegetativo, la fecha de siembra es hasta después de iniciadas las lluvias, ya que se requiere humedad suficiente.

#### **2.15.6. Asociación**

Rojas, Olivares, Jiménez, & Hernández (2005) expresan que las asociaciones de leguminosas con gramíneas pasto Saboya, se pueden definir como la interrelación armónica y equilibrada entre dos o más especies, de gramíneas y leguminosas centrosema, desmodium, macrotilium. Cabe indicar que estas dos especies de pastoreo se pueden asociar con leguminosas nativas, que se encuentran en el pastizal o con especies introducidas.

#### **2.15.7. Aprovechamiento**

El pasto Saboya produce semillas durante toda la época del año siendo su mayor nivel de producción en el periodo de sequía o verano, se dice que la producción de semillas se dificulta por los diferentes grados de desarrollo de las espigas, obteniendo como resultado



cosechas de semillas de mala calidad por su inmadurez por ende su porcentaje de germinación es bajo. La germinación de semillas recién cosechadas es de 5% aumentando con el nivel de almacenamiento. Teniendo la mejor germinación a los 160-190 días después de la cosecha. Se puede decir que el rendimiento de estas oscila entre los 250 y 350 kg/ha. Su alto valor nutritivo de esta especie resulta en alta productividad animal, la ganancia de peso en una pradera bien manejada oscila entre 700g/ por animal al día durante épocas de lluvias y 170g en verano. (Peters, Franco, Schmidt, & Hincapié, 2003)

#### **2.15.8. Producción de forraje**

Gavilanes (citado por Loayza, 2008) donde indica que el pasto Saboya posee una abundante producción forrajera, siempre que cuente con condiciones climáticas favorables, reportando valores a los 35 días de descanso de 602 kg y 2145 kg de rendimiento de Materia seca (MS) por hectárea, para la época seca y lluviosa respectivamente.

#### **2.15.9. Valoración nutricional**

Ortega et al. (2015) expone que los valores nutricionales del Pasto Saboya repercuten ya que esto de acuerdo a las condiciones del clima no reflejen totalmente su potencialidad productiva y nutritiva. Según indica que generalmente el valor nutritivo de una especie no es estable, si no que varía con las condiciones edafoclimáticas.

#### **2.16. Centrosema sp.**

Fernández (2006) indica que el género centrosema sp. tuvo su origen en Suramérica, y actualmente se ha difundido en todo el trópico es una de las más utilizadas o usadas por su amplia capacidad adaptativa, alto valor nutritivo y rendimientos aceptables. Es una leguminosa

perdurable, herbácea, de crecimiento rastrero, voluble, como cultivo puro alcanza una densa y compacta cubierta de 40 a 50 cm es resistente a los efectos de pastoreos y tiene buena capacidad de asociación.

### **2.16.1. Taxonomía**

Rojas (2010) afirma que las centrosemas es una forrajera importante a nivel mundial, pertenecen a unos de los grupos más grande en diversidad de las leguminosas como son las Phaseoleae, la taxonomía en si se basa en los atributos morfológicos.

- **Nombre vulgar:** centrosema
- **Reino:** Plantae
- **Subreino:** Traqueobionta (plantas vasculares)
- **Superdivisión:** Spermatophyta (plantas con semillas)
- **División:** Magnoliophyta (plantas con flor)
- **Clase:** Magnoliopsida (dicotiledóneas)
- **Subclase:** Rosidae;
- **Orden:** Fabales

### **2.16.2. Descripción**

Fernández (2006) explica que las centrosemas sp. es una leguminosa perenne, herbácea, que se caracteriza por su crecimiento rastrero, voluble, con una alta tendencia a trepar sobre plantas erectas u otros soportes y como cultivo puro alcanza una densa y compacta cubierta de 40 a 50 cm, esta consta de muchas hojas, que tienen forma trifoliada, con folíolos verde

oscuro, elípticos, algunos elípticos-ovalados, obtusos o poco acuminados; posee algunos tricomas con estipulas largas y resistentes.

Sus flores son de color claro en lila con una banda central de color amarillo verdoso y con ciertas manchas violetas oscuras. Estas son papilionadas, casi exclusivamente auto polinizadas con el estandarte retorcido, sus frutos son planas, gruesas, de formas rectas o ligeramente torcidas, con una longitud de 12 a 15 cm. Cuando están entran a su etapa de maduración adquieren un color pardo oscuro y pueden contener hasta 20 semillas de color pardo negruzco o moteado. Los tallos son largos y vigorosos, enraízan moderadamente en los nudos y son capaces de alcanzar 3 a 4 m de longitud. (Fernández, 2006)

### **2.16.3. Adaptación**

El Centrosoma requerir de la luz ya que es un factor muy importante porque estimula la floración y el crecimiento, requiere además condiciones húmedas, con temperaturas máximas de 25,6°C. pero la producción de materia seca reduce a temperatura de 20°C y el crecimiento cesa a 12.8°C. Prefiere zonas tropicales húmedas con más de 1 750 mm, y aunque es capaz de crecer con 750 mm de precipitación y tolerar sequía, su crecimiento es lento en la época seca, pero la posesión de un sistema radical profundo, es resistente a la sequía y a soportar cierto tiempo de encharcamiento, la reducción de la humedad provoca una gran floración, mientras que el exceso en el periodo de floración la reduce porque se estimula un gran desarrollo vegetativo y la aparición de enfermedades fungosas. (Fernández, 2006)

#### **2.16.4. Establecimiento**

Según CORPOICA (1996) el proceso de establecimiento del pasto no culmina con la siembra de la semilla. La fase que continua es de gran importancia y de ello depende asegurar el éxito de todo el proceso para la obtención de una pastura de calidad y en excelentes condiciones para la ejecución de su pastoreo inicial, ya que si se hace una mala preparación del suelo una siembra inadecuada respecto a la precipitación se siembra mal o no se hace el adecuado manejo de fertilización esto llevara al fracaso. Por ello el plan de manejo post-siembra debe incluir resiembra si es necesario y oportuno, evitar la entrada de animales antes de estar lista la pastura para su primer pastoreo ya que esto puede ocasionar daños graves prevenir la presencia de insectos realizar la adecuada fertilización entre otros.

#### **2.16.5. Época de siembra**

Schultze, Clements, & Keller (1997) argumentan que en este tipo de leguminosas en lo que respecta a la siembra se recomienda dejar el suelo libre de malezas e impurezas, ya que en el tipo de climas tropicales las malezas son un problema para el establecimiento de pasturas y hay además rebrote de plantas leñosas la preparación del terreno es útil para el control de insectos como hormigas. Estas especies se pueden sembrar directamente una vez que el suelo esté preparado o bajo un cultivo anual, la semilla puede sembrarse a voleo o en surcos.

La siembra de leguminosas en conjunto a un cultivo da la ventaja que permite proteger el suelo contra la erosión y puede contribuir al enriquecimiento del suelo, además el cultivo puede proteger la pastura en establecimiento contra condiciones adversas, como

temperaturas altas, con ello se logra dar calidad nutritiva de los residuos del cultivo usados como forraje. (Schultze, Clements, & Keller, 1997)

#### **2.16.6. Asociación**

Los centrosomas *sp* pueden integrarse en los pastizales en forma de bancos de proteínas o en asociaciones con las gramíneas, sin embargo, el éxito de una asociación solo es posible ambas familias muestran una adecuada compatibilidad, la asociación de este centrosoma ha tenido y tiene un creciente interés e importancia en los productores o ganaderos alrededor del mundo por sus valores beneficios que aportan al sistema de producción. (Fernández, 2006)

#### **2.16.7. Aprovechamiento**

Hernández (1987) refiere que las especies de leguminosas *centrosemas sp.* se eligen teniendo en cuenta el tipo de aprovechamiento y las leguminosas que van a entrar en la asociación. En el tipo de pasto-leguminosa es fundamental inspeccionar el desarrollo del pasto con animales de pastoreo durante la estación de crecimiento de modo que las leguminosas, de mal sabor relativa mente, queden sin consumir y puedan producir la cantidad máxima de material que puede ser usado durante el periodo seco.

#### **2.16.8. Producción de forraje**

El Instituto Nacional Tecnológico INATEC (2018) afirma que los cultivos forrajeros se forman con el objetivo de alimentar al ganado, los granos de algunos de estas especies pueden ser utilizados para el consumo del ser humano, Cuando se pretende realizar el

mejoramiento de materiales con potencial forrajero, generalmente los criterios a considerar son la producción de forraje y el valor nutritivo. Para la producción de forraje a base de centrosemas ps para disminuir o eliminar la existencia o presencia de plagas e insectos existe una variedad de fertilizantes químicos y orgánicos, con ello se recomienda realizar cada 2 años análisis de suelo para determinar el contenido de acidez y minerales, ya que estos son esenciales para el ganado, pero al mismo tiempo causan los trastornos metabólicos.

#### **2.16.9. Valoración nutricional**

Balseca, Cienfuegos, López, Guevara, & Martínez (2015) afirman que se conoce como el valor nutricional de la planta la capacidad que tiene un potrero para suministrar las exigencias nutricionales para el mantenimiento, desarrollo y reproducción de los animales de pastoreo. El valor nutricional de las especies forrajeras resulta de factores de la planta, como composición química, digestibilidad, factores ambientales, así como factores característicos del animal y la interacción entre pastos, animales y el medio ambiente.

Las leguminosas mejoran la composición mineral y garantizan la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico; para las plantas, estas especies aumentan la producción y la calidad proteica de los pastos asociados y mejoran la calidad del aire; para los animales, contribuyen a la productividad al aumentar la biomasa comestible, la ingesta voluntaria, la digestibilidad del forraje y la incorporación de vitaminas A, B, C y D en la dieta. (Balseca, Cienfuegos, López, Guevara, & Martínez, 2015)

## 2.17. Desmodium

Barrera, Reyna, & Tresierra (2014) argumentan que las especies del género *Desmodium* son herbáceas de uso de fuente de alimentación de un gran número de especies animales, Además, estas tienen la capacidad de ayudar a enriquecer con nitrógeno a los suelos en los cuales se desarrollan. Este género posee una gran variedad de crecimiento y rusticidad tiene la capacidad para adaptarse fácilmente a diversas condiciones de suelos y climas.

### 2.17.1. Taxonomía

La taxonomía de esta especie es la siguiente:

- **Reino:** Plantae
- **Subreino:** Tracheobionta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Subclase:** Rosidae
- **Orden:** Fabales
- **Familia:** Fabaceae
- **Género:** *Desmodium*

### 2.17.2. Descripción

Peters, Schmidt, & Hincapié (2003) argumentan que la leguminosa herbácea con hábitos de crecimientos rastrero y estolonífero perenne, esta planta tiene un nivel de crecimiento hasta 1 metro de altura, los tallos son cilíndricos y por ende tiene posee raíces, tiene variedades de hojas estas pueden ser trifoliadas, folíolos variables, que pueden tener forma

ovalada o elíptica su color por lo general es verde oscuro a violáceo y muy brillantes en el haz es decir al inicio de la hoja. Su flor es un racimo terminal con un color violáceo oscuro el mismo que más intenso en el interior que el exterior, su vaina es recta y pubescente, y por último el fruto es dehiscente con 2 a 8 semillas de 2.5 a 3.5 mm de largo con un color amarillo o marrón.

### **2.17.3. Adaptación**

Peters, Schmidt, & Hincapié (2003) afirman que la desmodium tiene una capacidad de crecimiento hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar siendo óptimo de 0 a 300 m.s.n.m. y con una precipitación menor a 1800mm/ año se adapta rápidamente a suelos de baja vertibilidad con un pH de 4 a 7. Esta puede tolerar suelos ácidos, sombras, pero vale indicar que no soporta sequias de larga duración.

### **2.17.4. Establecimiento**

De acuerdo a para pastoreo esta planta se siembra con 0.5 – 1 kg de semilla por hectárea, para cobertura 1 – 5 kg por hectárea, esta se la realiza con una profundidad de siembra de 1 cm, escarificada y tapada superficialmente por el tamaño de la semilla. El establecimiento es muy lento y se necesita control de malezas durante este período. También se puede establecer vegetativamente a través de estolones. (Peters, Franco, Schmidt, & Hincapié, 2003)



### **2.17.5. Época de siembra**

Franco, Calero, & Duran (2007) explica que para la siembra de esta especie se debe adecuar el terreno eliminando todas las limitaciones que se presenten en el espacio en donde se va a realizar la siembra, inspeccionando las malezas o pasturas naturales no deseadas, etc., que afecten posteriormente áreas productivas. Además, a esto es necesario e indispensable tener en cuenta la pendiente del lote, la cual define posteriormente la posibilidad de mecanización del terreno, las zonas bajas mal drenadas o pedregosas, e identificar la disponibilidad de agua en el lote. Se dice que las épocas de siembra están relacionadas con la distribución de la lluvia durante el año; puede ser temprana, cuando se realiza al comienzo de la época de lluvias, y estas aún no son muy frecuentes e intensas; o tardía, que corresponde a la siembra que se efectúa durante los períodos de mayor precipitación y/o posteriores a estos.

### **2.17.6. Asociación**

Muñoz (2017) argumenta que los aportes nutricionales en una asociación con gramíneas o en Sistemas de Silvo Pastoreo Racional Voisin (SPRV) contribuyen al incremento del valor nutricional por unidad de producción, ya que la pega-pega tiene la gran ventaja de ser una leguminosa con una gran capacidad para fijar Nitrógeno atmosférico a través de las relaciones simbióticas con bacterias del género *Rhizobium*. Las especies de *Desmodium* son plantas que nodulan con un amplio rango de cepas de *Rhizobium*, pero esta nodulación para que sea efectiva se da con cepas específicas y/o nativas, que una vez establecidas, en

(Muñoz, 2017) el mediano y largo plazo pueden asociarse a diferentes leguminosas del sistema mejorando los porcentajes de fijación de Nitrógeno.

#### **2.17.7. Aprovechamiento**

Este tipo de especie es habitable a una amplia gama de suelos, es persistente y se propaga en suelos muy ácidos (pH menores a 4,5) y de baja fertilidad. Tiene la capacidad para adaptarse bien a climas húmedos y se puede encontrar en regiones planas y laderas de montañas. Soporta cargas elevadas y el pastoreo continuo, aunque si se prolongan mucho los tiempos de ocupación tiende a disminuir su contribución en rendimiento. Soporta sombra, poda y pastoreo, pudiendo rebrotar después de la presencia de periodos secos e incendios. Esta especie es un recurso alimenticio importante para animales por su valor nutricional en términos de aporte de proteína del 15 al 20 %, de minerales y nutrientes, encontrándose contenidos de 0.18 % de fósforo, 0,25% de calcio, y 0,46% de grasa con un 26% de Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS), tiene rendimientos de hasta 6000 kg/ha de Materia Seca. (Muñoz, 2017)

#### **2.17.8. Producción de forraje**

Según Muñoz (2017) esta especie de *Desmodium* sp es una forrajera considerada de muy buena calidad y apetecible por la mayoría de los animales; aunque en algunos casos la presencia de taninos genera problemas de palatabilidad. Esta es muy común en pastizales naturales, se puede decir que crece bien al combinarse con otras leguminosas y en asociaciones con gramíneas naturales o mejoradas, su forma de propagación es de forma silvestre y no se conoce hasta el momento problemas de toxicidad; tolera altas cargas de

pastoreo. La mayor rentabilidad de forraje por lo general se lo obtiene en épocas lluviosas y en suelos fértiles.

#### **2.17.9. Valoración nutricional**

Pérez et al. (2002) explica que este tipo de planta leguminosa posee un valor nutritivo moderado si se las compara con otros tipos de leguminosas forrajeras tropicales. Su tipo de contenido de proteínas cruda se la considera como aceptable la misma que esta entre 11% y 20% recalcando que su digestibilidad es baja y varía entre 45% a 50%, se puede decir que el valor nutricional de esta leguminosa está relacionado a su alto nivel de taninos que afectan a la degradabilidad de la proteína a nivel ruminal Algunos parámetros de calidad nutricional de las *Desmodium* están relacionados con el tipo de suelo y clima donde se produce ya que entre mayor fertilidad del suelo y con el nivel apropiado de agua o lluvia los contenidos de proteína y digestibilidad son mayores.

#### **2.18. Macroptilium**

El género *Macroptilium* se destaca ante los productores por su promiscuidad siendo generalmente modulado por *Bradyrhizobium sp.* Además, estas plantas de *Macroptilium* también pueden ser moduladas por cepas de crecimiento rápido de los géneros *Rhizobium* y *Ensifer*, vale indicar que por esta se puede ver afectada por diversos factores ambientales como acidez del suelo, temperaturas extremas o salinidad, serían perjudiciales para la supervivencia y diversidad de las poblaciones de rizobios nativos y para su capacidad de establecer asociaciones simbióticas, La caracterización fenotípica de los rizobios nativos adaptados a condiciones estresantes en los suelos forman una de las primeras etapas para la

obtención de un inoculante efectivo, que admita un mejor establecimiento de las leguminosas y con ello incrementar la producción agropecuaria y reducir el empleo de fertilizantes nitrogenados. (Toniutti, Fornasero, Trod, Zuber, & Córdoba, 2015)

### 2.18.1. Taxonomía

De acuerdo a Menéndez y Pereira (1979) la taxonomía de esta especie de leguminosa es la siguiente:

- **Nombre Científico:** *Macroptilium atropurpureum* (Moc. & Sessé ex DC.) Urb.
- **Reino:** Plantae
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Subclase:** Rosidae
- **Orden:** Fabales
- **Familia:** Fabaceae
- **Subfamilia:** Faboideae
- **Género:** *Macroptilium*
- **Especie:** *Macroptilium atropurpureum*

### 2.18.2. Descripción

Menéndez y Pereira (1979) afirman que la *Macroptilium* es una Legumbre estrigosa de hasta 9 cm de longitud y 4 mm de ancho, muy dehiscente, semillas ovaladas, hilo conspicuo, jaspeada con fondo pardo a pardo oscuro. Posee un estilo barbudo a lo largo del lado interno, al menos arriba, los nudos de la inflorescencia más o menos hinchados. Pertenecce al género *Macroptilium* por presentar quilla en espiral, uñas de las alas adnatas al tubo

estaminal y los lóbulos del cáliz todos libres, estambre vexilar libre, anteras iguales, ovario subsentado con el estilo enrollado en el ápice.

Forma un césped claro que alcanza 50-60 cm de altura puro, pero tiende a cubrir las plantas a las cuales se asocia, sus tallos presentan puntos de crecimiento indeterminado que pueden exceder los 2 m de longitud pudiendo cubrir incluso árboles. Los tallos estoloníferos producen raíces adventicias las cuales nodulan. Florece todo el año con racimos axilares, presentando floración en masa en marzo-abril, época en que ocurre una alta producción de semillas con alto poder germinativo. (Menéndez & Pereira, 1979)

### **2.18.3. Adaptación**

Ciotti, Castelán, Hack, Porta, & González (2014) argumentan que esta especie tiene la capacidad para adaptarse a condiciones de anegamiento temporal es decir que soporta inundaciones de poco tiempo, recalcando que en la fase o etapa vegetativa el incremento de MS por área es significativo ( $P < 0.05$ ) mientras que en la etapa reproductiva no se detectan diferencias. El desarrollo del tejido aerenquimático en esta especie es menos evidente.

### **2.18.4. Establecimiento**

Este tipo de especie de leguminosa se establece por semilla. No está tan sembrado como muchas leguminosas tropicales, pero la escarificación aún puede ser requerida. El establecimiento es más rápido y más seguro cuando se siembra en un lecho de siembra, pero se puede establecer en pasturas inalteradas o con un cultivo mínimo si las condiciones son favorables. Se recomiendan tasas de siembra de 2-6 kg / ha cuando se siembran solos.

Siratro nodulan libremente con rizobios de caupí nativos y no hay registros de falla de nodulación. (Menéndez & Pereira, 1979)

#### **2.18.5. Época de siembra**

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP (1996) explica que para la siembra se recomienda utilizar aproximadamente 12 kg de semilla por hectárea entre más pequeña sea la semilla menor cantidad, a esto se incorpora, 22 kg de P205/HA (50 kg de superfosfato triple), previa preparación del terreno, este tipo de siembra se puede ejecutar a chorro continuo o en surcos separados a 1.5 m al voleo. Pero vale indicar que cuando la siembra se realiza de manera al voleo se recomienda aumentar en 50% las cantidades de semillas, se introducirá un número elevado de animales al potrero, con el propósito de incorporar las semillas al suelo, la época de siembra por lo general se realiza en épocas de lluvias.

#### **2.18.6. Asociación**

De acuerdo al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP (1996) afirma que ciertos estudios realizados han arrojado resultados de incrementos de peso en pastizales compuestos de estas especies con asociación de las gramíneas en comparación de la leguminosa pura. Esto refleja la gran importancia de mantener asociaciones forrajeras dentro de un sistema de producción pecuario. Vale indicar que un estudio realizado específicamente arrojó incrementos diarios de peso alrededor de 09 kg. El porcentaje de participación de esta especie debe de ser del 30% para asegurar la perdurabilidad, ya que la finalidad es alcanzar el predominio de la leguminosa no solamente su supervivencia a más

de que con este porcentaje se asegura una fertilización equivalente al 4 qq de urea por hectárea.

### **2.18.7. Aprovechamiento**

En el corte, el rendimiento de siratro disminuye marcadamente con corte más frecuente. Raramente contribuye con más del 30% de la materia seca en pasturas de leguminosas / pastos pastoreadas. Esta especie Siratro puede producir hasta 1 t / ha de semilla, aunque los rendimientos de semilla suelen ser de 100-300 kg / ha. Se pueden obtener altos rendimientos de semilla a partir de la cosecha manual de semillas de plantas cultivadas en enrejados de alambre. Las buenas pasturas siratro pueden dar la misma producción animal que las pasturas solo para pasto fertilizadas con 100 kg / ha de N en áreas de lluvia de 700-1000 mm. (Jones & Manneje, 2016)

### **2.18.8. Producción de forraje**

La *Macroptilium* es una especie que crece mejor bajo regímenes de lluvia que van de 700 a 1500 mm, No se adapta a los trópicos húmedos ni a los trópicos muy cálidos y secos comúnmente se pueden cosechar 100 a 300 kg/ha de semillas, pero la semilla no madura uniformemente, por lo que es indispensable establecer un tiempo largo. Se debe cosechar las semillas regularmente, en un estado temprano para evitar la explosión de las vainas. generalmente este es cosechado por animales de pastoreo, pero también se puede cortar para alimentar al establo, o para heno o ensilaje. Los pastos de Siratro pueden pastorearse de forma continua o rotacional, pero no pueden resistir el pastoreo intenso sostenido. Si se

corta, se sugiere un período de descanso de al menos 6 semanas y una altura de rastrojo de al menos 10 cm. (Peters, Franco, Schmidt, & Hincapié, 2003)

#### **2.18.9. Valoración nutricional**

La *Macroptilium* o siratro es una especie proveedora de nutrientes y proteínas ya que estudios han demostrado que la presencia de la leguminosa mejora los contenidos de N y P, la digestibilidad de la dieta y los consumos diarios de materia seca (MS) por parte del ganado bovino, recalando que en estos estudios se encontró que el consumo voluntario de las leguminosas comparado con las gramíneas fue un 28% mayor a igual digestibilidad, asociándolo a que éstas tenían un 17% menos tiempo de retención en el rumen y un 14% de cantidad mayor de materia orgánica (MO) en la digesta del rumen; el consumo diario de MO digestible (g/día) estuvo estrechamente correlacionado con el tiempo de retención (hr) y fue ( $r=88$ ;  $P<0,01$ ) para las leguminosas. (Menéndez & Pereira, 1979)

#### **2.18.10. Valoración nutricional de forrajes**

Pírela (como se citó por Zambrano, 2016) explica que el valor nutritivo de las especies forrajeras es la resultante de la ocurrencia de factores 7 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.

#### **2.19. Determinación de digestibilidad**

La determinación de la digestibilidad se lo realiza mediante varios métodos entre ellos está el análisis químico, en donde se ve el proceso de la digestión, absorción y metabolismo del animal, cabe indicar que Lachmann y Araujo (2018) explican que 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 ruminal dado que permite establecer la proporción de fracciones nutricionales que son degradadas. La cinética de siempre menores a los coeficientes de digestibilidad verdadera.

## **2.20. Métodos para determinar la degradabilidad ruminal**

Correa (2008) explica que dentro de la estimación de la degradabilidad en el rumen es el cálculo más importante en el estudio de la cinética la degradación y de pasaje de las fracciones nutricionales en el rumen es similar a la de los cuerpos que se desplazan con una aceleración variable y no a una velocidad constante. Cabe indicar que los métodos más utilizados para determinar la degradabilidad ruminal son el método kd y la kp deben ser denominadas constantes de la cinética de degradación y de pasaje ruminal, respectivamente.

### ***2.20.1. In situ***

Villalobos, González, & Ortega Villalobos (2000) afirman que esta técnica funciona suspendiendo bolsas de nylon en el rumen, que contengan el tipo de muestras a las que se les tiene que determinar la desaparición de materia orgánica y proteína cruda a diferentes intervalos de tiempo. Este nitrógeno que desaparece de las bolsas es equivalente a la proteína que es degradada, esta técnica proporciona información confiable y viable acerca de las estimaciones de la degradabilidad in vitro para varios tipos de alimentos; sin embargo, su popularidad ha estado sujeta a extensas críticas y evaluaciones. Existe un gran número de factores que afectan la estimación de la degradabilidad en el rumen como:

- 1) Porosidad de la bolsa
- 2) Tamaño de muestra
- 3) Tamaño de partícula de la muestra
- 4) Efectos de la dieta.
- 5) Contaminación microbial
- 6) Efecto del lavado

Después de intentar con múltiples recursos incluyendo retazos de un paracaídas viejo, la primera prueba de digestibilidad *in situ* fue realizada por Ørskov, Hovell, & Mould (1980) quienes establecieron que el nylon es el material más adecuado para hacer las bolsas que se introducen en el rumen, debido a que cuentan con la porosidad y resistencia específicas para poder someterse a las condiciones de la digestión y fermentación ruminal, sin alterar los resultados del bioensayo.

Nocek (1988) basándose en la técnica de digestibilidad *in situ*, determinó la digestión de la materia orgánica (MO) teniendo en cuenta que está formada por la pared celular. Hizo énfasis en requisitos específicos y condiciones especiales que permiten realizar dicho ensayo. Para esto tuvo en cuenta puntos clave como:

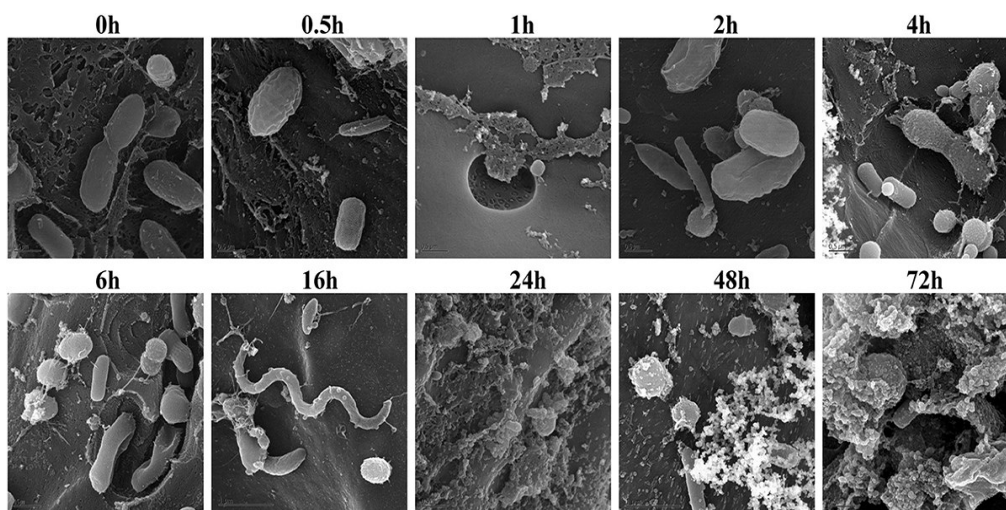
- Porosidad de las bolsas de nylon (40 a 60  $\mu\text{m}$ ).
- Tamaño de las partículas de la muestra: granos de cereal y productos de fibra, 5 mm; henos (>80% MS), 5 mm; silos (secados al aire 60 - 70% materia seca [ms] congelados en seco y luego molidos), 5 mm.

- Tamaño de la muestra con respecto a la superficie de la bolsa (10 a 20 mg/cm<sup>2</sup>), dieta (alimento para satisfacer las necesidades de dieta del animal, documentar los componentes de la ración, administrar ad libitum).
- Animal o unidad experimental (usar cada animal con las determinaciones de la técnica por analizar, al menos dos replicaciones si sólo se usara un solo animal, manejar los mismos tiempos de alimentación y periodos de inserción de las bolsas en cada animal).
- Incubación preruminal (sumergir las bolsas en buffer o en agua antes de ingresarlas en el rumen).
- Inserción de las bolsas (ingresar las bolsas con intervalos y tiempos específicos lo mismo que en el momento de retirarlas).
- Lavado posruminal (se puede realizar con agua de grifo lavando las bolsas hasta que el agua salga clara, manipulándolas de manera moderada).
- Tiempos de incubación (de 0 a 6 horas: de 3 a 6 puntos de tiempo, de 6 a 24 horas: de 3 a 6 veces, >25 horas: 6 a 12 intervalos).

Nocek (1988) determinó que la digestibilidad de la materia orgánica (MO) se aproxima a un 80% en el rumen; esto puede ser una referencia para comparar la digestibilidad de otros forrajes.

Las bolsas de nylon con los sustratos por analizar son introducidas en el rumen, previa fistulación ruminal del animal. Los forrajes experimentales son sometidos a un proceso de deshidratación y molido. Las bolsas serán extraídas a periodos predeterminados. Diferentes autores han descrito periodos en los cuales se puede realizar la técnica basados en la

publicación de Nocek (1988). Gutiérrez (2015) por ejemplo, utilizaron periodos de 1, 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 horas. Posteriormente, los sacos son recuperados del rumen y llevados al laboratorio para determinar la digestión de la materia seca y estimar los valores de digestibilidad.



**Figura 3.** Horas de incubación ruminal  
Fuente: (Nocek, 1988)

### 2.20.2. *In vivo*

Uno de los métodos más comunes y usados para estimar la degradación de la proteína en el rumen es mediante la técnica *in vivo*; sin embargo, este método requiere mantener animales preparados quirúrgicamente, (en el rumen y duodeno) lo cual no es fácil, además de que exige una serie de análisis laboriosos. Otra dificultad es la separación de la proteína microbiana y de la dieta. Desafortunadamente, esta técnica es de utilidad con alimentos que tienen contenidos relativamente altos de proteína, por lo tanto, sería inadecuada para forrajes provenientes de pastizales nativos durante la época de sequía o invierno. (Villalobos, González, & Ortega, 2000)

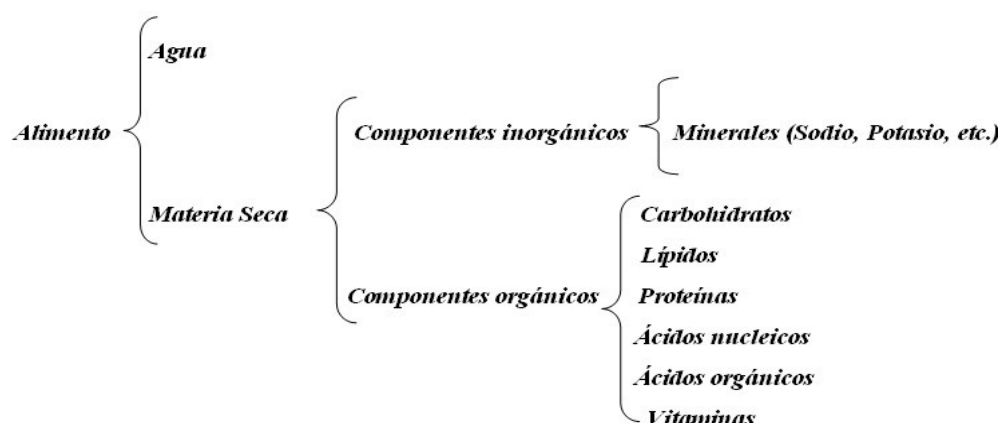
### ***2.20.3. In vitro***

Según Villalobos, González, & Ortega (2000) el principio de estas determinaciones es la extracción del nitrógeno soluble en el alimento, con un solvente en un determinado período de tiempo. La degradabilidad puede estar influenciada por varios factores asociados con el solvente y el procedimiento de extracción. La razón de la poca relación entre la solubilidad y la degradación en el rumen se debe a una combinación de tres factores los cuales son:

- 1) potencial de contaminación microbial del alimento no digerido
- 2) Las fracciones de N que varían considerablemente en su degradabilidad, y
- 3) la degradabilidad relacionada a la configuración y estructura de la proteína.

### **2.21. Determinación del valor nutritivo de los alimentos**

La importancia de saber la composición química de la nutrición del animal a través de los alimentos es para conocer la digestibilidad y de acuerdo a ello conocer también el producto que puede brindar este en su carne y su lácteo, cabe indicar que Reyes y Mendieta (2000) expresan que la determinación del valor de los alimentos conlleva el conocimiento de los distintos nutrientes y también el efecto, que produce en el comportamiento animal y la forma en que este es capaz de utilizarlo.



**Figura 4.** Composición botánica de los forrajes.  
Fuente: (Reyes & Mendieta, 2000)

## 2.22. Determinación del contenido de materia seca (MS)

La determinación del contenido de materia seca se lo ejecuta de acuerdo a la cantidad de materia que exista y en este se lleva un proceso de secado en este caso de las leguminosas y Pasto Saboya, según De La Roza, Martínez, & Argamentaría (2002) explican que el método más utilizado para determinar la materia seca es el de la eliminación del agua libre por medio del calor, seguida por la determinación del peso del residuo, siendo necesario someter las muestras a temperaturas que aseguren un secado rápido para eliminar pérdidas por acción enzimática y respiración celular.

### Calculos:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = 100(((B-A)-(C-A))/(B-A))$$

### Donde:

A= Peso de la charolilla seca y limpia (g)

B= Peso de la charolilla + muestra húmeda (g)

C= Peso de la charolilla + muestra seca (g)

### 2.23. Determinación de cenizas

La determinación de la ceniza en los alimentos de los animales rumiantes se debe llevar un proceso en el cual facilite datos concretos que ayude a determinar sus ventajas y desventajas en el animal, para Ramos (2012) es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento; es la materia inorgánica que forma parte constituyente de los alimentos (sales minerales).

#### Calculos:

$$\text{Contenido de cenizas (\%)} = 100((A-B) / C)$$

#### Donde:

A= Peso del crisol con muestra (g)

B= Peso del crisol con ceniza (g)

C=Peso de la muestra (g)

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización geográfica y duración de la investigación

En trabajo se realizó en la unidad de pastos y forrajes de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicada en el sitio el limón cantón Bolívar provincia de Manabí, coordenadas; 00° 50' 39" de latitud sur y 80° 09' 33" de longitud oeste. Límites: al este con el cantón Pichincha, al sur con los cantones Portoviejo y Junín, al norte con los cantones Tosagua y Chone; la investigación tuvo una duración 6 meses desde la conformación de las parcelas hasta la tabulación de los datos.

##### 3.1.1. Condiciones Agro meteorológicas

Altitud de 15 msnm y una temperatura promedio anual de 25,8°C, una precipitación anual de 1302,8 y un promedio mensual de 144,75 mm el 95% de esta precipitación ocurre en la época más lluviosa que va de enero a mayo como se ilustra en la tabla 7.

**Tabla 1**

*Precipitaciones y temperaturas promedio Enero-septiembre 2017*

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept
<b>Precipitación (mm)</b>	368,4	372,0	315,8	114,6	97,5	26,8	0,20	6,70	0,80
<b>Temperatura (°C)</b>	27,5	27,6	27,7	27,5	27,3	26,0	25,3	25,7	25,95

Fuente estación Meteorológica ESPAM –MLF

#### 3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue experimental, porque se evaluó la composición química proximal, fracción de fibra (FDN –FDA) y degradabilidad de la MS, MO, FDN y FDA en diferentes tiempos de incubación ruminal.



### **3.3. Análisis de laboratorio**

Para determinar materia seca, materia orgánica y ceniza se hizo uso del laboratorio de bromatología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel MFL, y para proteínas FDN y FDA se utilizó el laboratorio de ruminología de la UTEQ.

### **3.4. Maquinarias, equipos y materiales**

#### **3.4.1. Maquinaria**

- Tractor agrícola
- Rozadora agrícola

#### **3.4.2. Equipo**

- Estufa
- Mufla
- Balanza analítica
- Balanza de precisión
- Crisoles
- Pinzas
- Campana desecadora
- Bolsas de nylon (ANKON)
- Bolsas nylon f57 (ANKON)
- Medidor de pH
- Digestor de fibra
- Baño de maría

- Matraces
- Tubos de precipitación
- Agitadores eléctricos
- Pinzas para crisoles
- Molino eléctrico
- Marcadores
- Hilo de amarre
- Piolas
- Tijeras
- Ligas
- Fundas
- Cuatros toretes fistulado
- Sogas
- Cuaderno
- Cuadrantes (m<sup>2</sup>)
- Baldes
- Hoz
- Cinta métrica
- Alambre de púa
- Poste de madera
- Grapas
- Martillo

### 3.4.3. Reactivos

- Hidróxido de sodio
- Ácido bórico
- Carbonato sódico
- Ácido sulfúrico
- Pastillas catalizadoras
- Fibra detergente neutra
- Fibra detergente acida
- Cetona
- Agua destilada

### 3.4.4. Materiales de oficina

- Calculadora
- Computadora
- Impresora
- Lápices
- Hojas tamaño A4
- Cinta
- Grapadora
- Perforadora

### 3.4.5. Recursos humanos

- Investigadores
- Tutor
- Auxiliares de campo
- Laboratoristas

## 3.5. Métodos

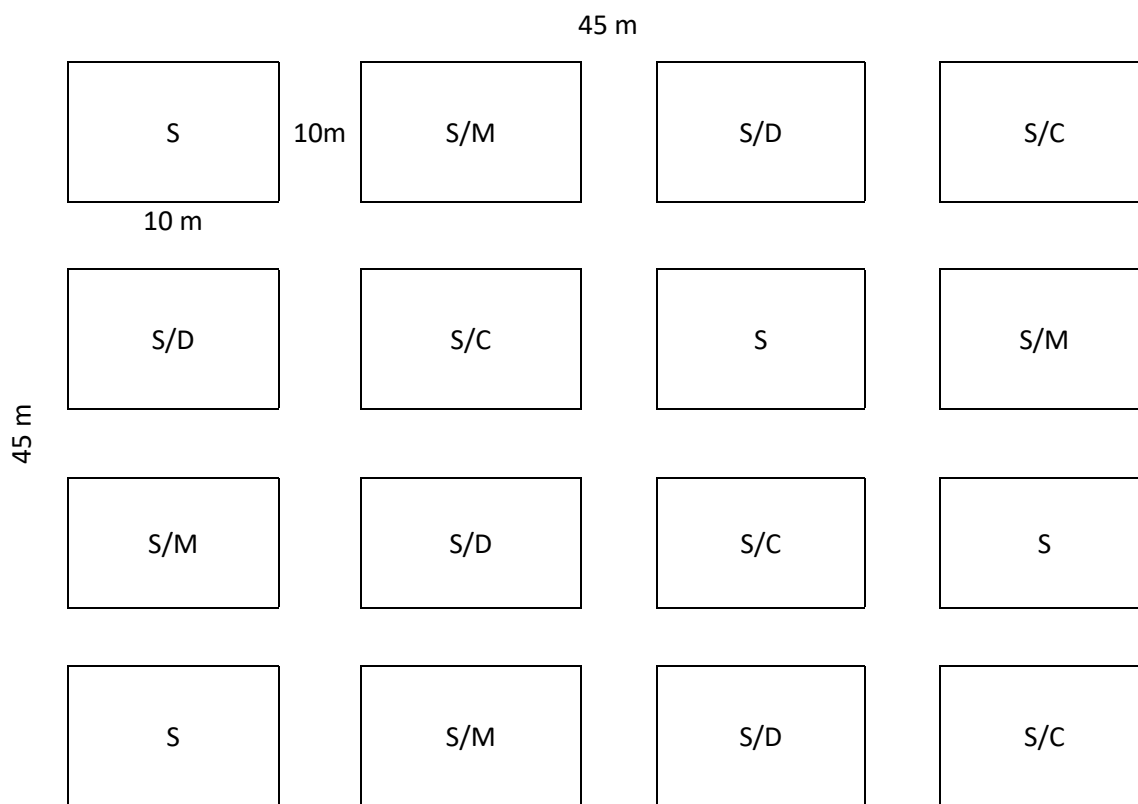
### 3.5.1. Factor en estudio y Tratamientos

#### 3.5.1.1. Factor en estudio

Gramínea (*Megathyrsus maximus*) asociada a leguminosas (*Centrosema*; (DC.)  
*Benth*, *Desmodium*; Desv., *Macroptilium*; (Benth.) Urb.)

#### 3.5.1.2. Tratamientos

Se realizaron dos experimentos: en el primero, donde se evaluó la composición química proximal de las leguminosas *Centrosema*, T; *Macroptilium*, T2; *Desmodium*, T3; y pasto Saboya, T4, cada una de ellas con cuatro repeticiones, dando un total de 16 parcelas experimentales; cada parcela constaba de un área de 10 x 10 m<sup>2</sup> que equivale a 100 m<sup>2</sup>. El segundo experimento, consistió en evaluar los cambios de degradabilidad ruminal *in situ* de tres asociaciones del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) con tres leguminosas forrajeras.



**Figura 5.** Diseño de las parcelas  
Fuente: Autor

### 3.5.2. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó para el análisis estadístico de la composición química, se lo realizó con un diseño Completamente al Azar, para evaluar degradabilidad ruminal in situ materia seca y orgánica, se empleó el de Bloques Completamente al Azar Generalizados, y para la degradabilidad ruminal de FDN Y FDA, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar; para la inclusión de la mezcla de gramínea y leguminosa Saboya + Centrosema, Saboya + Macroptilium, Saboya + Desmodium, Saboya). Cada mezcla conforme un tratamiento para la realización de cada repetición se tomó a cada parcela; para la degradabilidad in situ Ms, Mo, con relación de Saboya + Centrosema (70% y 30%), Saboya + Macroptilium (70% y 30%), Saboya + Desmodium (70% y 30%), Saboya

(100%). se utilizaron bolsitas de degradabilidad, con muestras de pasto a nivel ruminal por duplicado, conformado cada bolsita adicional una repetición; en el caso de la degradabilidad in situ de FDN Y FDA, se utilizó 4 bovinos fistulado, representando cada animal una repetición; los datos generados se llevaron a hojas de cálculo de Microsoft office 2013 Excel, para ser analizados mediante el programa estadístico SAS, donde se empleó la estadística descriptiva (media aritmética, error estándar desviación estándar, coeficiente de variación) e inferencial para lo cual se usó los siguientes modelos lineales aditivos:

### 3.5.2.1. Diseño completamente azar

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$ : es la respuesta (variable de interés o variable medida)

$\mu$ : es la media general del experimento

$\tau_i$ : es el efecto de tratamiento

$\varepsilon_{ij}$ : es el error aleatorio asociado a la respuesta  $Y_{ij}$ .

### 3.5.2.2. Diseño bloques completamente azar

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$ : Variable de respuesta

$\mu$ : Medio general

$\tau_i$ : Efecto de los tratamientos

$\beta_j$ : Efecto de los bloques (animal)

Eijk: Efecto del error experimental.

### 3.5.2.3. Diseño bloques completamente azar generalizado

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + t_{bij} + \epsilon_{ijk}$$

**Donde:**

Y<sub>ij</sub>: Variable de respuesta

u: Medio general

t<sub>i</sub>: Efecto de los tratamientos

b<sub>j</sub>: Efecto de los bloques (animal)

t<sub>bij</sub>: Efecto de la interacción tratamiento por bloque.

Eijk: Efecto del error experimental

### 3.5.3. Unidad experimental

Para la composición química (análisis proximal y fracciones de fibra) las unidades experimentales estuvieron representadas por las muestras obtenidas de cada parcela experimental; mientras que para para la digestibilidad in situ (Materia Seca, Orgánica, FDN y FDA), las unidades experimentales fueron cada bolsitas de nylon de tamaño 10x20 cm (diámetro de poros de 40 um), incubadas en el rumen con 10 gramos de muestra de una asociación 70/30 de gramínea + leguminosa incubado a 0, 3, 6,12, 24, 48, 72 horas, las muestras fueron molidas con un tamaño de criba de 2 mm.

### 3.5.4. Análisis estadístico

Para el procesamiento de la información se utilizó el software estadístico SAS (1999)

### **3.5.5. Mediciones Experimentales (Datos a tomarse, variables a medir)**

#### **3.5.5.1. Experimento**

Se procedió a evaluar la digestibilidad in situ y valor nutricional tanto de la gramínea y leguminosas, el porcentaje de inclusión de la mezcla (Saboya 70%- Centrosema 30%, Saboya 70%-Macroptilium 30%, Saboya 70%-Desmodium 30% y Saboya 100%)

#### **3.5.5.2. Numero de tratamiento**

4 tratamientos

#### **3.5.5.3. Variables en estudio**

##### **➤ Composición química**

- Porcentaje materia seca
- Porcentaje materia orgánica
- Porcentaje proteína
- Porcentaje ceniza
- Porcentaje FDN
- Porcentaje FDA

##### **➤ Degradabilidad ruminal**

- Degradabilidad in situ Materia seca
- Degradabilidad in situ Materia orgánica
- Degradabilidad de FDN
- Degradabilidad de FDA



### **3.5.6. Procedimientos Experimentales (Protocolo).**

Se seleccionó 1 potrero de 0,30 ha con diferentes proporciones de leguminosas de los géneros *Centrosema*; (DC.) *Benth*, *Desmodium*; *Desv.*, *Macroptilium*; (*Benth.*) *Urb*. Se realizaron mediciones de la composición Botánica por el cuartón con el método de los pasos (Corbea & Garcia Trujillo , 1982), obteniendo un nivel de proporción de gramínea-leguminosas asociadas (%) de 63-37 % equitativamente, posteriormente se procedió realizar un corte de igualación mecanizado en el área de estudio permitiendo tener un crecimiento homogéneo de las especies durante 35 días y en definitiva se realizó a seleccionar una área de 2.025 m<sup>2</sup> (45 largo x 45m ancho), a cada parcelas se le designo una amplitud de 100 m<sup>2</sup> (10 ancho y 10 m largo) con distancia de 1m entre cada parcela, consecutivamente se utilizó un diseño completamente al azar por cada uno de los tratamientos.

### **3.5.7. Análisis laboratorio.**

#### **3.5.7.1. Proceso técnico de composición química de las especies en estudio.**

Se inició con proceso práctico de selección de los tratamientos una vez cumplido los 35 días de crecimiento de las especie, se realizó el corte, peso e identificación de las muestras, la determinación de Materia Seca se la llevó acabo en estufa con temperatura de 65°C durante 48 horas o peso constantes (A.O.A.C, 1990), una vez seca las muestras se procedió a la molienda por medio de un molino de martillo; se recolecto la muestra en un frasco de plástico se rotulo la identificación a cada tratamiento, se precedió a comprobar la Materia Orgánica y Materia Inorgánica mediante análisis proximal con la metodología (A.O.A.C, 1990), la Proteína Cruda se estimó por el método Kjeldhal; las

fracciones de Fibra Detergente Neutra utilizando una solución neutro detergente, la Fibra Detergente Acida empleando una solución acido detergente (Van Soest, 1968).

#### **3.5.7.2. Procedimiento para degradabilidad**

Para realizar la degradabilidad *in situ* de la MS, MO, FDN y FDA se utilizaron 4 toretes fistulado de 350 kilos y de aproximadamente tres años de edad, a quienes se le incubo en el rumen las bolsitas de nylon 10 x 20 cm, con un contenido de 10 gramos de las muestra de gramínea y leguminosas, molido a un tamaño de 2 mm, para las cuales se utilizaron 2 bolsitas por cada tiempo, 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 horas, dando lugar 14 bolsas por cada tratamiento, por cuatro, suman un total de 56 bolsas por animal, el ingreso al rumen se realizó de manera descendente, entrando las de 72 horas en primera instancia, luego las de 48 y al final fueron retiradas todas las 56 bolsas del rumen de cada bovino, que multiplicado 4 animal suman en total 224 bolsas. Luego se procedió a lavarla en agua al ambiente hasta que quede totalmente trasparente, de ahí se secaron al ambiente por 48 horas y luego pasaron a la estufa a 65° por 48 horas; El análisis de laboratorio se realizó por el método Van Soest (1968) y técnica *in situ* por método estudiado por Orskov y Mcdonald (1980).

#### **3.5.7.3. Determinación del contenido de materia seca (MS).**

Para determinar la materia seca se tomó un crisol vacío de la estufa (65-105°C), se llevó al desecador (5 minutos mínimo). Se pesó el crisol vacío en una balanza de precisión (Tara, T), una vez tarada, se puso la balanza de precisión a 0 g con el crisol encima, y se colocó 1 g de muestra fresca (MF), luego se colocó el crisol en la estufa a 65°C y se mantuvo durante 48 horas, de ahí se retiró el crisol de la estufa y se ubicó en

el desecador hasta que éste se enfríe (5 minutos), una vez fresca la muestra se pesa de nuevo el crisol con la muestra seca y se calculó con la siguiente formula:



***Dónde:***

*%MS:* Porcentaje de Materia Seca.

*MInicial:* Muestra inicial antes del secado.

*MFinal:* Muestra final posterior al secado.

#### **3.5.7.4. Determinación ceniza**

Las cenizas están consideradas, de forma general, como el residuo inorgánico de una muestra que se obtiene al incinerar la muestra seca en mufla entre 4 y 6 h a 600 °C, luego se retiran los crisoles con las pinzas adecuadas y se pasan al desecador, se pesa de nuevo (T + Czs). Las cenizas han de presentar un color blanquecino para obtener El porcentaje se determinó empleando la siguiente formula:

$$\% \text{Cenizas} = \frac{W - W_o}{S} \times 100$$

***Dónde:***

*%MI:* Porcentaje de Materia Inorgánica

*W mcal:* Peso del crisol más muestra calcinada

*W vacío:* Peso crisol vacío

*Mseca:* Muestra seca

### 3.5.7.5. Determinación de materia orgánica

Se realizó de acuerdo a los métodos descritos por la, AOAC (1990) por el método de incineración en seco en mufla hasta 600° C por cuatro horas, posterior al análisis de MS. El porcentaje de Materia orgánica se determinó con la siguiente fórmula:

$$\%MO=100-MI$$

**Dónde:**

%MO: Porcentaje de Materia Orgánica

%MI: Porcentaje de materia Inorgánica

### 3.5.7.6. Determinación de proteína bruta (PB)

La Proteína Bruta o Materias Nitrogenadas Totales (MNT) se determinaron mediante el método Kjeldahl que data de 1883; como consecuencia de su estructura a base de aminoácidos individuales, el contenido de nitrógeno de las proteínas varía sólo entre unos límites muy estrechos (15 a 18% y como promedio 16%). Para la determinación analítica del contenido en proteína total o “proteína bruta”, se determina por lo general el contenido de nitrógeno tras eliminar la materia orgánica con ácido sulfúrico, calculándose finalmente el contenido de proteína con ayuda de un factor (en general 6,25).

El procedimiento utilizado fue hervir una muestra con ácido sulfúrico concentrado en presencia de un catalizador, el nitrógeno se convierte en amoníaco, mientras que la materia orgánica se oxida hasta agua y CO<sub>2</sub>. El nitrógeno, en forma de sulfato amónico,

se determina agregando un exceso de sosa (NaOH) y destilando el amoníaco producido. Este amoníaco es retenido por el ácido bórico y el borato amónico formado se neutraliza directamente con una disolución de ácido clorhídrico valorada y con la ayuda de un indicador de pH, la fórmula utilizada fue la siguiente.

**Cálculos:**

$$Nt (\%bs) = \frac{(T1 - Tbc.) \times 1.4 \times NSO4H2}{MH1 \times MS}$$

$$PB (\%bs) = (\%bs) \times 6.25$$

**Dónde:**

*T1 (ml)*: Titulación con H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> de la muestra

*Tbc. (ml)*: Titulación con H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> del blanco

*H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> (N)*: Normalidad del H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> de titulación

*MH1 (g)*: Peso de la muestra

*MS (g/g)*: Coeficiente de materia seca

**3.5.7.7. Determinación de la degradabilidad ruminal *in situ* de la MS, MO.**

Se determinó la degradación ruminal *in situ* de la Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO con la siguiente fórmula:



**Dónde:**

*%DISMS; MO; MI*: Porcentaje de degradación *in situ* de la MS, MO.

*Mpre*: Materia pre-incubada

*Mpost*: Materia post-incubada

### 3.5.7.8. Determinación Fibra Detergente Neutra (FDN).

La determinación de FDN se realizó en digestor ANKON 200/220 FIBER ANALYZER, por un tiempo de 60 minutos a una temperatura de 90 – 100 °C (80) y se la obtuvo mediante la siguiente fórmula.



**Dónde:**

*%bs*: Porcentaje sobre base seca.

*MHI*: Peso de la muestra.

*MS*: Coeficiente de materia seca.

*T+FDN*: Peso de la bolsa + muestra post digestión.

*TI*: Peso de la bolsa vacía.

*Tbc01*: Peso de bolsa blanco pre digestión.

*Tbc02*: Peso de bolsa blanco post digestión

### 3.5.7.9. Determinación de la Fibra Detergente Ácida (FDA).

La determinación de FDA se llevó a cabo mediante el digestor ANKON 200/220 FIBER ANALYZER, por un tiempo determinado de 60 minutos a una temperatura promedio de 90 – 100 °C (80) y se la obtuvo mediante la siguiente fórmula.



**Dónde:**

*%bs*: Porcentaje sobre base seca.

*MH1*: Peso de la muestra.

*MS*: Coeficiente de materia seca.

*T+FDA*: Peso de la bolsa + muestra post digestión.

*T1*: Peso de la bolsa vacía.

*Tbco1*: Peso de bolsa blanco pre digestión.

*Tbco2*: Peso de bolsa blanco post digestión.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se presentan los valores correspondientes a la composición química de las especies forrajeras evaluadas. En todos parámetros evaluados se encontraron diferencias estadísticas ( $p < 0,001$ ). Cada especie mantiene una dominancia en algún parámetro evaluado por lo que una misma especie no domina en todos los parámetros estudiados. Así se tiene que en la MS, MO y Proteína la especie Desmodium posee el mayor promedio con 25.75, 91.72 y 16.46%, respectivamente, por el contrario, en estos mismos parámetros es la Saboya quien presenta los menores promedios con 21.04, 86.63 y 10.27 en el mismo orden. Sin embargo, Saboya presenta el mejor promedio en MI y FDN con 13.37 y 71.70 respectivamente. En la FDA es Desmodium quien predomina en con el mayor promedio con 51.03%. Con estos resultados es posible sugerir que la especie que presenta los mejores niveles químicos es Desmodium.

La materia seca de las leguminosas estuvo entre los rangos encontrados en otras leguminosas (Verdecia D. , Ramírez, Leonard, Pascual, & López, 2008), utilizadas en la alimentación animal. Por otro lado, la MS encontrada en el pasto Saboya fue similar a los valores encontrados por Verdecia D. , Ramírez, Leonard, Pascual, & López (2008) al evaluar *Panicum máximum* cv Tanzania en periodo lluvioso, siempre el corte se lo realice posterior a los 30 días. De manera que los valores encontrados son consistentes con los datos bibliográficos de forma que se puede decir que existe algún factor externo que tienda a modificar los indicadores bromatológicos del pasto Saboya.

Los valores encontrados de FDN y FDA son superiores a los encontrados por Hernández et al. (2018) al evaluar vainas y hojas de leguminosas arbóreas, por otro lado, Delgado, Denia, & Chongo (2007) al evaluar la composición bromatológica de leguminosas herbáceas también encontraron



valores inferiores. Sin embargo, el contenido de proteína fue menor a lo encontrado por los mismos autores. García et al. (2009) mencionan que en promedio las leguminosas presentan un 25% de proteína. Con respecto al pasto Saboya el contenido de proteína fue ligeramente superior a lo encontrado por Vega , Ramírez de la Ribera, Acosta, & Igarza (2006) quienes evaluaron al pasto *brachiaria decumbens* y a Espinoza et al (2016) cuando evaluaron el *Megathyrus maximus*. Sin embargo, los valores encontrados están dentro del promedio de los pastos tropicales. ( Valles , Castillo , & Bernal, 2016)

**Tabla 2**

*Composición química de las especies de gramínea y leguminosas*

Composición Química	Especies				EEM	CV%	Probabilidad
	Centrosema	Macroptilium	Desmodium	Saboya			
MS	24.27 x	22.08 y	25.75 w	21.04 y	0.300	2.576	<.0001
MO	91.23 w	91.54 w	91.72 w	86.63 x	0.324	6.674	<.0001
MI	8.773 x	8.460 x	8.283 x	13.37 w	0.324	0.719	<.0001
P	13.15 y	15.69 x	16.46 w	10.27 z	0.097	1.396	<.0001
FDN	58.99 y	58.87 y	67.57 x	71.70 w	0.698	2.172	<.0001
FDA	36.35 x	40.26 x	51.03 w	39.12 y	0.569	2.729	<.0001

**Nota:** w,x,y,z Promedios con idéntico literal, son iguales estadísticamente según Tukey (P<0.05)

MS: Materia Seca; MO: Materia Orgánica; MI: Materia Inorgánica; P: Proteína; FDN: Fibra Detergente Neutra; FDA: Fibra Detergente Acida

En la tabla 2, se presenta la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca donde existe diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) durante toda la incubación y en cada mezcla de gramíneas y leguminosas. En todas las mezclas existe un aumento de la degradabilidad ruminal a medida que aumenta e tiempo de incubación. La mayor degradabilidad ocurre en el pasto Saboya sin mezcla con 68.38% y la de menor es la mezcla S/D con 59.41% es posible que tenga relación con el alto contenido de materia seca que posee Desmodium (tabla 1), por otro lado, se puede observar que al iniciar la incubación este es el de menor degradabilidad. La mezcla S/M a pesar que inicialmente

tiene una mayor degradabilidad (26.8%), al final de la incubación es superada por Saboya, lo cual, tiene el mayor promedio de las mezclas estudiadas.

**Tabla 3**

*Efecto de asociación gramínea y leguminosas en la degradabilidad ruminal in situ (%) de la materia seca (MS)*

Hora de Incubación	Mezcla de Gramínea y Leguminosas				EEM	CV%	Probabilidad
	S/C	S/M	S/D	S			
0	23.44 y	26.80 w	22.16 z	24.45 x	0.215	2.51	<.0001
3	30.52 x	33.31 w	27.33 z	28.34 z	0.126	1.20	<.0001
6	36.45 x	38.75 w	31.79 y	31.93 y	0.139	1.13	<.0001
12	45.60 x	47.10 w	39.00 y	38.33 y	0.216	1.44	<.0001
24	56.64 w	57.20 w	48.42 x	48.49 x	0.252	1.35	<.0001
48	65.05 w	65.15 w	56.72 y	61.41 x	0.175	0.80	<.0001
72	67.29 x	67.48 x	59.41 y	68.38 w	0.203	0.88	<.0001
Parámetros de Degradabilidad (%)							
a	23.44 y	26.80 w	22.16 z	24.45 x	0.215	2.51	<.0001
b	44.72 x	41.81 y	38.62 z	52.46 w	0.532	3.39	<.0001
c	31.84 x	31.40 x	39.23 w	23.10 y	0.547	4.93	<.0001
DP	68.16 x	68.60 x	60.77 y	76.90 w	0.547	2.26	<.0001
Kd	0.059 w	0.058 wx	0.050 x	0.028 y	0.002	1.09	<.0001
DE 2%	56.46 x	57.29 w	49.30 z	53.81 y	0.112	0.58	<.0001
DE 5%	47.21 x	48.64 w	40.98 z	42.18 y	0.134	0.85	<.0001
DE 8%	42.03 x	43.85 w	36.57 z	37.16 y	0.131	0.93	<.0001

**Nota:** w, x, y, z. Promedios con idéntico literal, son iguales estadísticamente según Tukey (P<0.05)

**S/C:** Saboya + Centrosema (70%-30%); **S/M:** Saboya + Macroptium (70%-30%); **S/D:** Saboya + Desmodium (70%-30%); **S:** Saboya (100%)

**a:** Fracción soluble; **b:** Fracción insoluble pero potencialmente degradable; **c:** Fracción indegradable; **DP:** Degradabilidad Potencial; **kd:** Tasa de degradabilidad; **DE:** Degradabilidad efectiva.

Los parámetros de degradabilidad también estuvieron influenciados por los tratamientos en estudio ya que se presentaron diferencias significativas (p<0,001). La fracción soluble fue mayor en la mezcla S/M con 26.8% y la fracción potencialmente degradable la obtuvo Saboya y este

mismo fue la menor fracción indegradable. El pasto Saboya también tuvo la mayor degradabilidad potencial con 76.9%, sin embargo, con menor tasa de degradabilidad, de manera que, aunque podrá ser más degradable la materia seca tendrá un mayor tiempo para lograr la máxima degradabilidad. Por el contrario, en el parámetro de DE fue la mezcla S/M quien presenta el mayor promedio en las diferentes tasas evaluadas (2, 5 y 8%). Estos datos sugieren que a pesar que el pasto saboya presento mejores indicadores potenciales de degradación de la MS, la efectividad la logra con la mezcla S/C y S/M no ocurriendo lo mismo con la mezcla S/D, quien presento los menores promedios de DE.

La degradabilidad efectiva de la MS encontrada en este estudio es superior que el encontrado por Cárdenas et al. (2016) en *Erythrina*. Por otro, lado, Roa y Muñoz (2012) encontraron niveles inferiores de degradabilidad durante la incubación al evaluar la brachiaria suplementada con cuatro especies arbóreas. Por su lado La O, Delgado, Chongo , & Castellanos (2006) encontraron en cinco especies de leguminosa un rango de DE entre 56 y 88% siendo la especie Sirato la de mayor promedio. Otras familias de plantas como la *Tithonia diversifolia* puede llegar valores superiores a 85%. ( La O, Delgado, Chongo , & Castellanos, 2006)

La degradabilidad ruminal de la materia orgánica presenta diferencias estadísticas ( $p < 0.001$ ) en cada hora evaluada durante la incubación. Todos los tratamientos presentan un aumento de degradabilidad con el pasar del tiempo y aunque todos tienen la misma tendencia existen diferencias notables. Por ejemplo, a pesar que Saboya es el de mayor degradabilidad a las 72 h, son la mezcla S/M y S/C las que tienen una mayor degradabilidad hasta las 48 h, lo que sugiere que el pasto Saboya requiere un mayor tiempo para alcanzar un mayor nivel de degradabilidad en cambio al ser mezclada con las leguminosas *Centrosema* y *Macroptilium* la degradabilidad es eficiente en menor tiempo.

En lo correspondiente a los parámetros de degradabilidad de la materia orgánica estas presentaron una similitud con la MS, puesto que el pasto Saboya presenta los mayores promedios potenciales de degradabilidad, sin embargo, la fracción soluble es mayor en la mezcla S/M con 22.39%. Por otro lado, la fracción indegradable es menor (22.31%) en Saboya, lo cual sugiere que se necesita que la fracción potencialmente degradable llegue a degradarse lo que podría lograrse a un mayor tiempo de incubación. Las mezclas gramíneas-leguminosas presentaron una fracción indegradable de 31.59, 31.91 y 40.05% para S/C, S/M y S/D respectivamente. La tasa de

degradación fue menor en el pasto Saboya (0.026) que en las mezclas siendo consistente a lo encontrado en la MS. La degradabilidad efectiva (DE) en los diferentes porcentajes, fue mayor cuando se combinó el pasto Saboya con Centrosema y Macroptilium, por el contrario, es menor al combinarla con Desmodium.

**Tabla 4**

*Efecto de asociación de gramínea y leguminosas en la degradabilidad ruminal in situ (%) de la materia orgánica (MO).*

Hora de Incubación	Mezcla de Gramínea y Leguminosas				EEM	CV%	Probabilidad
	S/C	S/M	S/D	S			
0	19.38 x	22.39 w	17.20 y	19.45 x	0.242	3.50	<.0001
3	26.92 x	29.30 w	22.77 z	23.72 y	0.139	1.53	<.0001
6	33.28 x	35.12 w	27.59 y	27.67 y	0.146	0.99	<.0001
12	43.18 x	44.14 w	35.41 y	34.71 y	0.229	1.65	<.0001
24	55.31 w	55.20 w	45.75 x	45.91 x	0.269	1.50	<.0001
48	64.79 w	64.10 w	55.08 y	60.21 x	0.181	0.84	<.0001
72	67.38 xw	66.77 x	58.23 y	68.01 w	0.217	0.94	<.0001
Parámetros de degradabilidad (%)							
a	19.38 x	22.39 w	17.20 y	19.45 x	0.242	3.50	<.0001
b	49.04 x	45.70 y	42.75 z	58.24 w	0.538	3.11	<.0001
c	31.59 x	31.91 x	40.05 w	22.31 y	0.552	4.97	<.0001
DP	68.42 x	68.09 x	59.95 y	77.69 w	0.552	2.28	<.0001
Kd	0.058 w	0.055 xw	0.050 x	0.026 y	0.002	9.91	<.0001
DE 2%	55.32 w	55.48 w	46.94 y	51.86 x	0.116	0.63	<.0001
DE 5%	45.10 x	45.94 w	37.69 z	38.97 y	0.143	0.96	<.0001
DE 8%	39.42 x	40.72 w	32.84 z	33.43 y	0.139	1.08	<.0001

**Nota:** w, x, y, z. Promedios con idéntico literal, son iguales estadísticamente según Tukey (P<0.05)

**S/C:** Saboya + Centrosema (70%-30%); **S/M:** Saboya + Macroptilium (70%-30%); **S/D:** Saboya + Desmodium (70%-30%); **S:** Saboya (100%)

**a:** Fracción soluble; **b:** Fracción insoluble pero potencialmente degradable; **c:** Fracción indegradable; **DP:** Degradabilidad Potencial; **kd:** Tasa de degradabilidad; **DE:** Degradabilidad efectiva.

La fibra detergente neutra presento diferentes estadísticas significativas ( $p < 0.01$ ) en cada hora evaluada durante la incubación. Se puede establecer que en todos los tratamientos se presenta un aumento a medida que pasa el tiempo, el mismo fue variable entre tratamiento (tabla 4). Inicialmente la mezcla S/M presento el mayor promedio, sin embargo, no fue el mayor promedio al final de la incubación, dado que fue la mezcla S/C quien presento el mayor promedio entre las 12 y 72h de evaluación, y entre las primeras seis horas es la mezcla S/M quien presenta los mayores promedios. La mezcla S/D presenta los menores valores en cada evaluación de la incubación, lo cual es consistente con las variables antes analizadas.

Los parámetros de degradabilidad de la fibra detergente neutra presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ). Estos parámetros son similares a los antes analizados teniendo al pasto Saboya la menor fracción indegradable y la mayor fracción potencialmente degradable, por tanto, la mayor degradación potencial (DP) con 67.81%. Así mismo, la mezcla S/D fue la de menor DE.

La DE de la FDN encontrados por Cárdenas et al (2013) al estudiar *Erythrina* son inferiores a los de este estudio, lo que sugiere que las especies evaluadas sean de mayor grado de degradabilidad. Roa et al (2012) al evaluar cuatro especies de leguminosas arbóreas encontraron niveles inferiores a las 72h de incubación, sin embargo, en las primeras horas obtuvieron un mayor grado de degradabilidad. Con lo cual se puede sugerir que las leguminosas evaluadas necesitan un mayor tiempo de incubación para alcanzar el mayor grado de degradabilidad. Aunque no hay que dejar de lado que las diferencias encontradas pueden ser propias de cada especie, manejo del cultivo y ambiente donde se desarrollan.

**Tabla 5**

*Efecto de asociación de gramínea y leguminosas en la degradabilidad ruminal in situ (%) de la Fibra Detergente Neutra (FDN).*

Hora de Incubación	Mezcla de Gramínea y Leguminosas				EEM	CV%	Probabilidad
	S/C	S/M	S/D	S			
0	6.57 w	9.30 w	2.13 x	5.62 xw	0.921	31.21	0.0028
3	15.52 w	17.23 w	8.52 x	11.05 x	0.794	12.14	0.0001
6	22.96 w	23.86 w	14.06 x	16.01 x	0.853	8.88	<.0001
12	34.33 w	34.06 w	23.01 x	24.63 x	0.973	6.71	<.0001
24	47.84 w	46.46 w	34.79 x	37.73 x	0.838	4.02	<.0001
48	58.00 w	56.45 w	45.29 y	53.07 x	0.760	2.86	<.0001
72	60.73 w	59.60 w	48.76 x	60.49 w	1.214	4.23	0.0002
<b>Parámetros de Degradabilidad (%)</b>							
A	6.57 w	9.30 w	2.13 x	5.62 xw	0.921	31.21	0.0028
B	55.30 xw	52.14 x	48.44 x	62.20 w	1.717	6.30	0.0019
C	38.14 x	38.57 x	49.43 w	32.19 x	2.002	10.12	0.0013
DP	61.87 w	61.43 w	50.58 x	67.81 w	2.002	6.63	0.0013
Kd	0.060 w	0.058 xw	0.048 xw	0.030 x	0.006	2.63	0.0338
DE 2%	47.51 w	46.84 w	36.02 y	42.97 x	0.666	3.07	<.0001
DE 5%	36.17 w	36.03 w	25.55 y	29.06 x	0.693	4.37	<.0001
DE 8%	29.79 w	30.14 w	20.04 x	22.71 x	0.752	5.86	<.0001

**Nota:** w, x, y, z. Promedios con idéntico literal, son iguales estadísticamente según Tukey (P<0.05)

**S/C:** Saboya + Centrosema (70%-30%); **S/M:** Saboya + Macroptium (70%-30%); **S/D:** Saboya + Desmodium (70%-30%); **S:** Saboya (100%)

**a:** Fracción soluble; **b:** Fracción insoluble pero potencialmente degradable; **c:** Fracción indegradable; **DP:** Degradabilidad Potencial; **kd:** Tasa de degradabilidad; **DE:** Degradabilidad efectiva.

La fibra detergente acida presenta diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.01$ ) a excepción de la 0h. La incubación provoca que aumente los niveles de degradabilidad de la FDA, pudiendo llegar a 57.79 % como máximo en la mezcla S/C a las 72h, aunque el pasto Saboya comparte

similitud estadística con un promedio de 56.68%. La mezcla S/D en esta variable, también presentó los menores valores en las variables estudiadas.

La fracción soluble no presentó diferencias significativas estadísticas ( $p > 0.05$ ), las diferencias numéricas colocan a la mezcla S/C con el mayor promedio. La fracción potencialmente degradable tiene diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.001$ ) siendo el pasto Saboya quien presenta el mayor promedio con 67.91%. Las mezclas S/C y S/M presentan similitud estadística, diferenciándose a lo encontrado con la mezcla S/D (tabla 5). La menor cantidad de fracción indegradable la presenta el pasto Saboya con 31.48%, manteniendo la misma tendencia que las variables anteriores. La mayor cantidad de fracción indegradable la obtuvo la S/D, esta mezcla es la que ha presentado los menores indicadores en todas las variables estudiadas lo que sugiere que su aplicación no genera un incremento o mayor degradabilidad del pasto Saboya.

La degradabilidad efectiva de la FDA, tuvo diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.001$ ). La DE 2% fue mayor en la mezcla S/C, por el contrario, en DE 5% fue el pasto Saboya quien presentó el mayor promedio con 67.94%, este hecho es diferente a lo encontrado en las variables anteriores donde la DE del pasto es inferior con respecto a la mezcla, lo que sugiere gran parte de la fracción potencialmente degradable llegó a degradarse. Sin embargo, no sucedió el mismo comportamiento en el DE 8%.

La DE de la FDA presenta valores similares que los encontrados por Roa & Muñoz (2012) y superiores a los de Cárdenas, Ludwing, Bautista, Zegarra, & Ramos (2013) la diferencia de estos valores debe ser la especie evaluada, por otro lado, pudiera estar relacionado a contenido químico inicial, ya que en el caso de *Desmodium* el contenido de FDA es superior a los demás tratamientos y presenta los menores niveles de degradación.

**Tabla 6**

*Efecto de asociación de gramínea y leguminosas en la degradabilidad ruminal in situ (%) de la Fibra Detergente Acida (FDA)*

Hora de incubación	Mezcla de Gramínea y Leguminosas				EEM	CV%	Probabilidad
	S/C	S/M	S/D	S			
0	2.43 w	1.91 w	0.00 w	0.61 w	0.778	112.41	0.1142
3	11.22 w	9.31 w	5.10 x	5.63 x	2.372	18.34	0.0005
6	18.59 w	15.61 w	9.65 x	10.25 x	3.202	12.57	<.0001
12	29.97 w	25.61 w	17.33 x	18.45 x	4.296	8.96	<.0001
24	43.80 w	38.50 x	28.35 y	31.40 y	5.603	5.88	<.0001
48	54.68 w	50.26 xw	39.89 y	47.77 x	6.912	4.79	<.0001
72	57.79 w	54.74 w	44.65 x	56.68 w	7.529	5.13	0.0003
<b>Parámetros de Degradabilidad (%)</b>							
a	2.43 w	1.91 w	0.00 w	0.61 w	0.778	112.41	0.1142
b	56.74 x	56.51 x	48.08 y	67.91 w	8.241	6.31	0.0002
c	40.82 x	41.59 x	51.89 w	31.48 y	5.611	9.16	0.0003
DP	59.18 x	58.41 x	48.11 y	68.52 w	8.278	6.49	0.0003
Kd	0.058 w	0.050 wx	0.038 xy	0.025 y	0.158	16.64	0.0006
DE 2%	43.89 w	40.32 x	31.22 y	38.19 x	6.179	4.16	<.0001
DE 5%	56.80 x	56.55 x	48.15 y	67.94 w	8.242	6.30	0.0002
DE 8%	40.83 x	41.58 x	51.84 w	31.47 y	5.610	9.16	0.0003

**Nota:** w, x, y, z. Promedios con idéntico literal, son iguales estadísticamente según Tukey (P<0.05)

**S/C:** Saboya + Centrosema (70%-30%); **S/M:** Saboya + Macroptium (70%-30%); **S/D:** Saboya + Desmodium (70%-30%); **S:** Saboya (100%)

**a:** Fracción soluble; **b:** Fracción insoluble pero potencialmente degradable; **c:** Fracción indegradable; **DP:** Degradabilidad Potencial; **kd:** Tasa de degradabilidad; **DE:** Degradabilidad efectiva.



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- La especie *Desmodium* (*Desmodium sp.*) presento mayores parámetros nutricionales en Materia Seca, Materia Orgánica, Proteína, Fibra Detergente Acida, mientras que el pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) impera en la Fibra Detergente Neutra y Materia Inorgánica.
- El pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) presento las mejores características en lo que respecta a la degradación ruminal de la materia seca y materia orgánica a la hora 72 h, pero alcanzas niveles alto la mezcla de saboya/macropitilium y saboya/centrosema a las 48 h, de incubación.
- El comportamiento de la degradabilidad potencial de FDN y FDA fue mayor con *Megathyrsus maximus* y presentaron similitudes con la mezcla saboya/centrosema.

#### 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar pruebas de consumo voluntario, utilizando bovinos suplementados con estas especies en estudio, que de acuerdo con los resultados obtenidos pueden mejorar su capacidad productiva.
- Realizar estudios similares a este en el cual se incluya una comparación entre distintas especies de forrajes y diversas condiciones, con el fin de establecer las especies más adaptadas a ciertas zonas.

- Trabajos de este tipo deben necesariamente contar con evaluación repetida en el tiempo para realmente conocer el comportamiento nutricional, independientemente en la edad escogida.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis of the association of Analytical. En *CHEMIST13*. Washington, D.C. U.S.A.
- Balseca, D., Cienfuegos, E., López, H., Guevara, H., & Martínez, J. (2015). Valor nutritivo de Brachiarias y leguminosas forrajeras en el trópico húmedo de Ecuador. *Revista Ciencia Investigativa Agraria*, 42 (1), p. 3.
- Barrera, P., Reyna, B., & Tresierra, A. (2014). Caracterización de endófitos microsimbiontes aislados de leguminosas nativas de la Amazonía peruana. *Revista Conoce a la Amazonia*, 5 (2), p 3.
- Becerra, J., & Montero, J. (1992). Efecto de la severidad de defoliación sobre la producción de forraje y los carbohidratos de reserva en especies forrajeras tropicales. *Revista TEC-PEC*. 30 (2), p 1.
- Bertín, J., Moreno, M., Cancino, S., Hernández, A., Pérez, J., & Gómez, A. (2010). Rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea (*Panicum maximum*.) cv. Tanzania usando la fitohormona esteroideal cidef-4. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1, (3). p 1.
- Cárdenas, L., Bautista, J., Zegarra, J., Ramos, R., Gómez, O., & Barreto, J. (2016). Degradabilidad in situ de la Materia Seca y Proteína Cruda de las Hojas y Pecíolo del Pisonay (*Erythrina falcata*). *Revista Investigacion Veterinaria Perú* 27(1), 39-44.
- Cárdenas, Ludwing, A., Bautista, L., Zegarra, L., & Ramos, R. (2013). Degradabilidad ruminal de la fibra del follaje pisonay (*erythrina sp.*) *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 7(1), 42-49.
- Castro, R., Hernández, A., Vaquera, H., Hernández, J., Quero, A., Enríquez, J., & Martínez, P. (2011). *Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo*. Fitotecnia Mexicana, p 2.
- Cazares, J. (6 de marzo de 2003). *Respuesta del pasto bermuda a la frecuencia y altura de cortes*. México. Tesis Maestro en ciencias de producción Agrícola. Universidad Autónoma de Nuevo León. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/1485/1/1020149759.PDF>
- Cerdas, R. (2014). *Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*pennisetum sp.*) Con varias dosis de fertilización nitrogenada*. Intersede. (16), 1. p 2.
- Cerón, C. L. (2010). *Evaluación agronómica y valor nutricional de 84 accesiones de la leguminosa Tadehagi *Triquetrum* en suelos ácidos*. Maestría. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias Coordinación General de Postgrados Palmira. CO. Recuperado el 20 de febrero de 2017, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/3664/1/7408001.2010.pdf>

- Ciotti, E., Castelán, M., Hack, C., Porta, M., & González, A. (2014). Tolerancia de leguminosas herbáceas estivales a condiciones de anegamiento temporal. . *Revista Tropical Grasslands*, 2 (1), p. 5.
- Corbea, H., & Garcia Trujillo , R. (1982). *Método de los pasos para determinar composición botánica de los pastos*. Curso de posgrado.Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.
- CORPOICA. (1996). *Pasturas Tropicales*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 11.
- Correa, H. (2008). Estimación de la degradabilidad efectiva en el rumen mediante métodos numéricos estimation of effective degradability in rumen. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*. 61(2). p 3.
- De La Roza, B., Martínez, A., & Argamentoría, A. (2002). Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis. *Revista pastos.*, 32 (1). p 4. .
- Delgado, Denia, & Chongo, B. (2007). Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de leguminosas tropicales herbáceas con perspectivas de uso en los sistemas productivos ganaderos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 41, Número 4*, 343-346.
- Dervin, D. (6 de Marzo de 2015). *Importancia de las leguminosas en la alimentación de rumiantes*. EC. . Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/importancia-leguminosas-alimentacion-rumiantes-t32694.htm>
- Dominicana, M. d. (20 de febrero de 2016). *Las leguminosas*. Rep. Do. Obtenido de <http://www.agricultura.gob.do/perfiles/las-leguminosas/>
- Fernández, J. (2006). *Alternativas para la producción de semillas de Centrosema pubescens ecotipo Villanueva en la provincia de Las Tunas*. Tesis previa al título de M.S.c. en pastos y forrajes. Universidad Matanzas "Camilo Cienfuegos". Cuba, P 21.
- Fraga, M. (6 de marzo de 2010). *Microbiota ruminal: estrategias de modulación con microorganismos fibrolíticos*. Obtenido de Tesis de Maestría en Biotecnología, Facultad de Ciencias. Universidad de la República: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/8388/1/uy24-17792.pdf>
- Franco, L., Calero, D., & Duran, C. (2007). *Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca*. Imprenta. Paola S.A. 14-15.
- García, D. E., Medina, M. G., Moratinos, P., Torres, A., Santos, O., & Perdomo, D. (2009). *Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias*

*botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. Avances en investigación agropecuaria 13(2), 25-39.*

- Gutiérrez. (2015). La fisiología digestiva del rumiante, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal durante cincuenta años. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.*, 180.
- Hernández, J. (1987). *Colecta y evaluación de leguminosas para Forraje, nativas de la zona denominada "la fraylesca" en el estado de Chiapas.* Tesis para obtener el título de Ingeniero Agronomo Zootecnista. Universidad de Gualajajara. Mexico., 21.
- Hernández, J., Sánchez, P., Torres, N., Herrera, J., Rojas, A. R., Reyes, I., & Mendoza, M. A. (2018). Composición química y degradaciones in vitro de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias Volumen 9 Número 1*, 105-120.
- INATEC. (6 de marzo de 2018). *Manual de protagonistas pastos y forrajes. EC.* Obtenido de [https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/.../Manual\\_de\\_Pastos\\_y\\_Forrajes.pdf](https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/.../Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf)
- Infante, P. (2010). *Ganadería eficiente.* La Habana-Cuba: Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA).
- INIAP. (20 de febrero de 2016). *Cultivos y costos de Producción.* Obtenido de [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual\\_agricola%20leguminosas.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual_agricola%20leguminosas.pdf)
- INIAP. (12 de marzo de 1996). *Híbridos de arroz, leguminosas forrajeras.* Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=SoUzAQAAMAAJ&pg=PA43&lpg=PA43&dq=leguminosas+sp+macroptilium&source=bl&ots=0K9FRxAZkl&sig=\\_LsWzsJF3nM-nNVTThLm8VTws&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwj90PensufZAhVB11MKHd1LD8sQ6AEIKDAA#v=onepage&q=leguminosas%20sp%20macroptil](https://books.google.com.ec/books?id=SoUzAQAAMAAJ&pg=PA43&lpg=PA43&dq=leguminosas+sp+macroptilium&source=bl&ots=0K9FRxAZkl&sig=_LsWzsJF3nM-nNVTThLm8VTws&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwj90PensufZAhVB11MKHd1LD8sQ6AEIKDAA#v=onepage&q=leguminosas%20sp%20macroptil)
- INIFAP. (6 de marzo de 2005). *Recomendaciones prácticas. MX.* Obtenido de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/437/681.pdf>
- Jones, & Mannelje. (6 de marzo de 2016). *Macroptilium Aropurpureum.* Obtenido de [http://uses.plantnet-roject.org/en/Macroptilium\\_atropurpureum\\_\(PROSEA\)&prev=search](http://uses.plantnet-roject.org/en/Macroptilium_atropurpureum_(PROSEA)&prev=search)
- Juárez, F. (6 de marzo de 2018). *Evaluación Nutricional de Leguminosas Tropicales.* Obtenido de <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse1/minisite/pdf/3/Evaluaci%C2%A2n%20Nutricional%20de%20Leguminosas%20Tropical>
- Lachmann, M., & Araujo, O. (6 de marzo de 2018). *La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes.* Obtenido de <http://avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/Digestibilidadderumiantes>

- Loayza, J. (20 de febrero de 2008). *Evaluación del pasto Saboya (panicum maximum jacq) en el periodo de mínima precipitación, sometido a tres sistemas de pastoreo, en el acabado de toretes y vaconas charbray, en La Hacienda San Antonio*. Obtenido de Tesis ing. Agropecuario. Universidad de las Fuerzas Armadas. EC:  
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/3009/T-ESPE-IASA%20II-002059.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Menéndez, J., & Pereira, E. (13 de marzo de 1979). *Siratro (Macroptilium atropurpureum). Especies de planta perteneciente a la familia Fabaceae*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Siratro>.
- Milera, M. (2013). *Principios de manejo y utilización de gramíneas, leguminosas y otras forrajeras para la producción de leche y carne vacuna en Cuba*. Fundamentos del Premio Nacional del MINAGRI, 5.
- Muñoz, M. (2017). *Pega-pega o amor seco, una leguminosa rustica para valorar*. <https://culturaempresarialganadera.org/2017/05/15/pega-pega-o-amor-seco-una-leguminosa-rustica-para-valorar/>.
- Nocek, J. (1988). In situ and other methods to estimate Ruminant Protein and Energy Digestibility. *Journal of Dairy Science*, 2051-69.
- Ørskov, E. R., DeB Hovell, F. D., & Mould, F. (1980). THE USE OF THE NYLON BAG TECHNIQUE FOR THE EVALUATION OF FEEDSTUFFS1. *Tropical Animal Production, Merida, Mexico* 5:3, 195-231.
- Ørskov, E., Hovell, B., & Mould, F. (1980). THE USE OF THE NYLON BAG TECHNIQUE FOR THE EVALUATION OF FEEDSTUFFS1. *Tropical Animal Production, Merida, Mexico*, 1980: 195-231.
- Ortega, C., & Pérez, S. (6 de marzo de 2016). *Sistema digestivo de los rumiantes, anatomía, fisiología e histología*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/salvador19XD/sistema-digestivo-de-los-rumiantes-anatoma-fisiologia-e-histologia>
- Ortega, C., Lanús, C., Bugarín, J., Santiago, G., Ramos, A., Grageola, O., & Bonilla, J. (2015). Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los géneros Brachiaria y Panicum. . *Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18. p 291.
- Peñaherrera, A. (2015). *Producción y calidad forrajera de Pasto Saboya (Panicum máximum jacq) a diferentes edades y alturas de corte*. Tesis ing. Agropecuario. . Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas. .
- Pérez, R., Rincón, A., Cipagauta, M., Schmid, A., Plazas, C., & Lascano, C. (2002). *Leguminosas para usos múltiples en sistemas agropecuarios 1 ed*. Colombia: Editorial Gráficas S.A.

- Peters, M., Franco, Schmidt, A., & Hincapié, B. (2003). *Especies forrajeras Multiproposito. Opciones para productores de Centro América.*, 23.
- Pírele, M. (6 de marzo de 2005). *Valor nutritivo de los pastos tropicales*. Obtenido de [http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros\\_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf](http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf). p 178.
- Ramos, A. (6 de marzo de 2012). *Principios y técnicas de análisis de alimentos: Humedad, Ceniza, Minerales, Energía Bruta. Uruguay*. Obtenido de <http://www.fagro.edu.uy/~nutrical/ensenanza/AVI%20WEB/cursoema/Tecnicas2013.pdf>
- Reyes, N., & Mendieta, B. (2000). *Determinación del valor nutritivo de los alimentos*. Nicaragua.
- Roca, A., & Vera, J. (2014). Efecto del por ciento de leguminosas, tiempo de reposo y calidad estimada del pastizal en respuesta productiva de vacas lecheras en pastoreo. *Revista de Producción Animal: Vol 26. No. 1*, 26.
- Rojas, S. (6 de marzo de 2010). *Centrosema molle Mart. ex Benth.* Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/centrosemamolle/fichas/ficha.htm>.
- Rojas, S., Olivares, J., Jiménez, R., & Hernández, E. (2005). *Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico (Handling of prairies associated of gramíneas and leguminosas for pasturing in the tropic)*. Mexico.
- Rolling, A., & Mattioli, G. (6 de marzo de 2003). *Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Universidad Nacional de la Plata*. Obtenido de <https://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%20rumiantes.pdf>
- Schultze, R., Clements, R., & Keller, G. (1997). *Centrosema* (biología, agronomía y utilización). 221.
- Sirit, G. (6 de marzo de 2015). *Fisiología digestiva en rumiantes*. Obtenido de <http://gustavounefm1.blogspot.com/>
- Suárez, C. (2016). *Evaluación agronómica y nutricional del pasto elefante (Pennisetum Purpureum) a partir de diferentes biofertilizantes en la finca los robles de la fundación universitaria de Popayán*. Recuperado el 6 de marzo de 2018, de Tesis título magister en desarrollo sostenible y medio ambiente: [http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/2577/1/Suarez\\_Ramos\\_Claudia\\_2016.pdf](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/2577/1/Suarez_Ramos_Claudia_2016.pdf)
- Teruya, R. (6 de marzo de 2013). *El sistema digestivo del rumiante*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/rosateruyaburela/sistema-digestivo-de-rumiante>

- Tinitana, D. (20 de febrero de 2015). *Biomasa forrajera y degradabilidad in situ de los pastos Saboya (Panicum maximum) y Brachiaria (Brachiaria decumbens), en tres estados fenológicos, en el cantón La Concordia, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador*. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/biomasa-forrajera-degradabilidad-situ-t32345.htm>
- Toniutti, M., Fornasero, L., Trod, B., Zuber, N., & Córdoba, M. (2015). Caracterización fenotípica y funcional de rizobios moduladores de dos especies del género *Macroptilium*. *Revista FAVE. Ciencias Agrarias*, 14 (1) p2.
- Van Soest, P. J. (1968). *Nutritive Evaluation of Forages by Chemical Procedures*. Production. Georgia. Nutritional , 45-50.
- Vary, W. (20 de marzo de 2011). *Gramíneas*. Obtenido de <http://varyingweion.blogspot.com/2011/05/soy-alergico-las-gramineas-y-tambien-al.html>
- Vásquez, R. (20 de febrero de 2013). *Evaluación de 2 métodos de siembra de avena forrajera de temporal en el ciclo otoño invierno*. Obtenido de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. EC. .
- Vega , M., Ramírez de la Ribera, J., Acosta, L., & Igarza, A. (2006). Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. *Revista Electrónica de Veterinaria redvet vol. Vii, n° 05*, 1-6.
- Verdecia Acosta , D. M., Herrera García, R. S., Ramírez de la Ribera, J. L., Acosta, I. L., Bodas Rodríguez, R., Lorente, S. A., . . . López Puentes, S. (2014). *Caracterización bromatológica de seis especies forrajeras en el Valle del Cauto, Cuba*. *Avances en Investigación Agropecuaria* 18 (3), 75-90.
- Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., Leonard, I., Pascual, Y., & López, Y. (2008). Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania (Yiel and component of the nutritive value of the *Panicum maximum* c.v Tanzania). *REDVET. Vol. IX, N° 5*, 1-9.
- Verdecia, D., Ramírez, J., Leonard, I., Pascual, Y., & López, Y. (2008). Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania (Yiel and component of the nutritive value of the *Panicum maximum* c.v Tanzania). *Revista electronica de veterinaria.* , 9 (5). pp 1-2. .
- Villalobos, González, & Ortega. (2000). Técnicas para estimar la degradación de proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. *Revista Técnicas Pecuarias*, 38 (2) p 122, 123,124.