

Evaluación de la degradabilidad *in vitro* de microsilos utilizando la gramínea *Brachiaria decumbens* asociada con cuatro especies herbáceas y arbustivas para la alimentación de rumiantes.

**Mónica Liseth Silva Quintero
Edwin Jeovanny Murcia Rodríguez**

**Universidad de los Llanos
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Programa de Medicina Veterinaria Y Zootecnia
Villavicencio (Meta)
2017**

Evaluación de la degradabilidad *in vitro* de microsilos utilizando la gramínea *Brachiaria decumbens* asociada con cuatro especies herbáceas y arbustivas para la alimentación de rumiantes.

**Mónica Liseth Silva Quintero
Edwin Jeovanny Murcia Rodríguez
Trabajo de tesis para optar por el título de Médico Veterinario Y Zootecnista
Línea de investigación: Agroforestería**

**Directora de tesis:
María Ligia Roa Vega
Zootecnista; Esp.**

**Universidad de los Llanos
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Programa de Medicina Veterinaria Y Zootecnia
Villavicencio (Meta)
2017**

Agradecimientos

Los autores agradecen a:

La docente María Ligia Roa Vega, profesora del área de nutrición animal en la Universidad de los Llanos, por permitirnos realizar este trabajo de tesis, bajo su dirección, por su confianza, enseñanzas, paciencia, dedicación, colaboración, en este proceso de aprendizaje.

A los profesores Daniel Alexander Céspedes Sanabria y Camilo Hernando Plazas Borrero, profesores de la Universidad de los Llanos, quienes en calidad de evaluadores, nos dieron las pautas, herramientas y conocimiento, para lograr la redacción y culminación de este trabajo.

Al laboratorio de nutrición animal de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA, así mismo como a la directora de este laboratorio, profesora Aurora Cuesta Peralta, y sus auxiliares, por toda su colaboración en la parte experimental de este proyecto.

Al centro de investigaciones de la Universidad de los Llanos, por su aporte económico para la fase experimental de este proyecto.

Al laboratorio de nutrición animal de la Universidad de los Llanos, por permitirnos realizar todo el proceso de ensilado y secado de las muestras.

Al abogado Albeiro Chavarro Poveda por su apoyo y buenos consejos.

A todas las personas que hicieron parte de este proyecto de forma directa o indirecta.

Dedicatoria

Los autores dedican este trabajo de tesis a:

A Dios; por permitir que en cada día aprendiéramos algo nuevo, por brindarnos la salud, por haber podido superar cada obstáculo puesto, por darnos sabiduría y entendimiento, hasta llegar a este objetivo.

Nuestros padres Andrés Silva Ospitia, y Gladys Quintero Artunduaga, padres de Mónica Silva Quintero. Por todo el esfuerzo puesto, cada obstáculo superado, y cada palabra de aliento cuando más lo necesite, cada enseñanza y educación recibida, a través de su arduo trabajo, para poder llegar a este punto donde me encuentro, por toda su comprensión y paciencia; además a mis hermanos Miguel, Yeris y Oscar, por su apoyo moral, a mi sobrino Juan Ángel, por darme un motivo para sonreír y querer ser un buen ejemplo. Los amo mucho, gracias por todo.

Efrén Murcia Chavarro (QEPD), Y María Albenis Rodríguez, padres de Edwin Jeovanny Murcia Rodríguez, por todo su esfuerzo, colaboración, dedicación, y apoyo en todo el proceso de formación y que a pesar de que mi padre ya no se encuentre con nosotros siempre todas mis metas serán dedicadas a él, ya que me enseñó a afrontar las dificultades y que uno se debe reponer de los golpes que da la vida como la pérdida de un ser querido y no darse por vencido para lograr sus objetivos, “para ti viejo” . A mis hermanas Yandy, Viviana y Lady por estar presentes y brindarme apoyo, Y mi tío Néstor Murcia, por su apoyo, ya que sin él no hubiese sido posible ser un profesional.

A nuestros profesores, los cuales enseñaron con dedicación y marcaron nuestra vida profesional y proceso de formación.

Nota de aceptación

Director

Jurado

Jurado

Villavicencio (Meta), 20 Abril de 2017.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. RESUMEN	9
2. ABSTRACT	11
3. INTRODUCCION	13
4. OBJETIVOS	14
4.1 Objetivo general	14
4.2 Objetivos específicos.	14
5. REVISION DE LITERATURA	15
5.1 Situación de la ganadería en la Orinoquia	15
5.2 Ensilajes	15
5.3 Pruebas de degradabilidad <i>in vitro</i>	17
5.4 Brachiaria decumbens (Pasto amargo).	18
5.5 Alocasia macrorrhiza (Bore).	19
5.6 Tithonia diversifolia (Botón de oro)	20
5.7 Gliricidia sepium (Matarratón).	21
5.8 Cratylia argentea (Veranera).	22
6. METODOLOGIA	24
6.1 Localización.	24
6.2 Trabajo experimental.	24
6.3 Procesamiento de la información.	29
7. RESULTADOS Y DISCUSION	30
7.1 Calidad nutricional de los ensilajes	30
7.2 Degradabilidad <i>in vitro</i> de la materia seca DIVMS	32
7.3 Degradabilidad <i>in vitro</i> de la proteína DIVP	35
7.4 Degradabilidad <i>in vitro</i> de fibra detergente neutro DIVFDN	37
7.5 Degradabilidad <i>in vitro</i> de la fibra detergente ácido DIVFDA	40
8. CONCLUSIONES	42
9. RECOMENDACIONES	42
10. BIBLIOGRAFIA	43
11. ANEXOS	49

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Composición de los tratamientos para el ensilaje.	29
Tabla 2. Análisis de la gramínea <i>Brachiaria decumbens</i> (Hoja y tallo fresco) en el departamento del Meta.	31
Tabla 3. Composición nutricional en base seca de los tratamientos.	32
Tabla 4. Degradación In vitro de la materia seca degradada DIVMS.	34
Tabla 5. Degradabilidad de la proteína degradada PD.	36
Tabla 6. Degradabilidad de la fibra en detergente neutro FDN.	39
Tabla 7. Degradabilidad fibra detergente ácido degradada DFDA	41

LISTA DE GRAFICAS

	Página
Grafica 1. Degradabilidad <i>in vitro</i> de la materia seca.	35
Grafica 2. Degradabilidad <i>in vitro</i> de la proteína.	37
Grafica 3. Degradabilidad <i>in vitro</i> de la fibra detergente neutro.	39
Grafica 4. Degradabilidad <i>in vitro</i> de la fibra detergente acido.	41

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Página
Fotografía 1. Recolección y pesaje de las muestras.	25
Fotografía 2. Pica pasto.	25
Fotografía 3. Asociación de los tratamientos.	26
Fotografía 4. Sellado y ensilado por 30 días.	26
Fotografía 5. Equipo automático proteína y Scrubber.	27
Fotografía 6. Aplicación de ácido bórico para titulación.	27
Fotografía 7. Equipo de fibras ANKOM 2000.	28

Fotografía 8. Aplicación de CO ₂ , líquido ruminal y saliva de Mc Dougall.	28
Fotografía 9. Equipo de baño de María para Incubación.	29
Fotografía 10. Aplicación de líquido ruminal a las muestras.	29

ANEXOS

Anexo 1. ANOVA de los tratamientos usados en el presente estudio	Página 49
--	----------------------------

1. RESUMEN

El aporte nutricional de buena calidad que otorgan algunos árboles, arbustos y otros forrajes, como alto contenido de proteína y energía; son temas de interés para los profesionales del campo y los mismos productores, puesto que se busca alimentar los animales con dietas que provean los requerimientos nutricionales, pero que a su vez sean de fácil implementación en un sistema productivo, y sirvan como alternativa para procesos de ensilajes asociados con gramíneas para las épocas de escasez; sin que se desaproveche su calidad nutricional. Por lo tanto, este proyecto evaluó la degradabilidad *In vitro* de los microsilos de la gramínea pasto amargo (*Brachiaria decumbes*), en asociación con las especies Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), mataratón (*Gliricidia sepium*), Bore (*Alocasia macrorrhiza*), Veranera (*Cratylia argentea*) para la alimentación de bovinos. Se tomaron muestras de las especies mencionadas en la Universidad de los Llanos y se procedió a realizar las mezclas, se hicieron en forma de microsilos, después de este tiempo de ensilado, el material se secó y se realizó el procesamiento de las muestras en el laboratorio de Universidad de ciencias aplicadas y ambientales UDCA, donde se determinó FDN (fibra detergente neutro), FDA(fibra detergente ácido), MS(materia seca), proteína, antes de degradabilidad, y a continuación se hizo la degradabilidad a las 0, 6, 10, 24, 48, y 72 horas, incubando a 37° con líquido ruminal, agitándolos constantemente, nuevamente se ejecutó análisis del material degradado FDND (fibra detergente neutro degradado), FDAD(fibra detergente ácido degradado), Proteína degradada (PD), materia seca degradada (MSD), posteriormente se hizo la estadística de los resultados en el programa SPSS versión 15. A las 72 horas de degradabilidad de FDND, la mezcla de pasto con Bore obtuvo el ($P>0,05$) 59,84%, seguido del Botón de oro con ($P>0,05$) 56,90%, obteniendo un mejor aprovechamiento de estas mezclas, comparados con los otros tratamientos, en proteína (PD), la mezcla de botón de oro fue la mejor en comparación con las otras mezclas, con un ($P>0,05$) 83,01%; en todos los análisis y horas el menor valor obtenido y eficiencia fue la mezcla de la *Cratylia* ($P<0,05$). Se concluyó que la mezcla de Botón de oro y Bore, son mejores en cuestión de degradabilidad de fibra y proteína, por el contrario la *Cratylia* fue la de menor degradabilidad, debido al estado de madurez de la planta, por lo cual es recomendable

el uso de estas mezclas en la alimentación de rumiantes, teniendo en cuenta el estado de madurez de la especie, ya que se evidencio que al haber mayor madurez, se disminuye la disponibilidad de los nutrientes de cualquier especie; también se dice que el ensilaje es un buen método de conservación, para disponer en época de escasez o como suplemento alimenticio.

Palabras clave: *Brachiaria decumbes*, microsilos, degradabilidad *In vitro*, especies herbáceas y arbustivas.

2. ABSTRACT

The good quality nutrition provided by some trees, shrubs and other forages, such as high protein and energy; Are topics of interest to the professionals of the field and the producers themselves, since it seeks to feed the animals with diets that provide the nutritional requirements, but which in turn are easy to implement in a production system, and serve as an alternative for Silages associated with grasses during times of scarcity; Without losing its nutritional quality. Therefore, this project evaluated the in vitro degradability of bitter grass microspheres (*Brachiaria decumbes*), in association with the Golden Button (*Tithonia diversifolia*), Mataratón (*Gliricidia sepium*), Bore (*Alocasia macrorrhiza*), Veranera (*Cratylia argentea*) for feeding cattle. Samples of the species mentioned in the University of the Llanos were taken and the mixtures were made, they were made in microsilos form, after this silage time, the material was dried and the samples were processed in the laboratory Of the University of applied and environmental sciences UDCA, where NDF (neutral detergent fiber), FDA (acid detergent fiber), DM (dry matter), protein, before degradability, and then degradability at 0, 6, 10, 24, 48 and 72 hours, incubating at 37 ° with ruminal liquid, constantly stirring, the degraded material degraded FDND (degraded neutral detergent fiber), FDAD (degraded acid detergent fiber), degraded protein (PD) Dry matter degraded (MSD), then the results statistic was made in the SPSS version 15 program. At 72 hours of degradability of FDND, the mixture of grass with Bore obtained the ($P > 0.05$) 59.8 4%, followed by the Golden Button with ($P > 0.05$) 56, 90%, obtaining a better use of these mixtures, compared to the other treatments, in protein (PD), the gold button mixture was the best In comparison with the other mixtures, with a ($P > 0.05$) 83.01%; In all analyzes and hours the lowest value obtained and efficiency was the mixture of Cratylia ($P < 0.05$). It was concluded that the mixture of Gold Button and Bore, are better in terms of degradability of fiber and protein, on the contrary the Cratylia was the one of less degradability, due to the state of maturity of the plant, for which it is advisable the use Of these mixtures in the feeding of ruminants, taking into account the state of maturity of the species, since it was evidenced that when there is greater maturity, the availability

of the nutrients of any species is diminished; It is also said that silage is a good method of conservation, to dispose in times of scarcity or as a dietary supplement.

Key words: Brachiaria decumbes, microsilos, degradability In vitro, herbaceous and shrub species.

3. INTRODUCCIÓN

En el departamento del Meta, existen distintas áreas geográficas como el piedemonte llanero y la sabana; que a pesar de su área extensa trae consigo limitantes en algunas áreas, en cuanto al clima; como lo es la sequía intensa en época de verano, la cual no solo retrasa la ganancia de peso de los animales o su rendimiento en cuanto a producción (leche, carne, cría o doble propósito), sino que también pérdidas económicas para los productores; ya que estos se ven obligados a comprar suplementos como concentrados, los cuales generan aumento en los costos de producción. Por otro lado esta época está caracterizada por la presencia de pastos con bajo contenido nutricional para los animales; llevando a una baja nutrición de los mismos que se refleja en la disminución de la producción; y en algunos casos extremos la muerte; por lo tanto se establece hoy en día nuevas alternativas que ayuden a mitigar este acontecimiento para disminuir costos de producción en época de verano, y así mismo generar una buena nutrición para los animales. Los ensilajes son una alternativa económica que busca el aprovechamiento de especies de fácil establecimiento en la zona, pero a su vez generan una fuente de proteína y energía para los animales solucionando el problema de escasez de forrajes; ya que permite dar un mejor manejo y uso de las gramíneas en épocas de lluvia en donde hay abundancia de las mismas; teniendo en cuenta que el 70% de las pasturas se generan en época de lluvia y solo el 30 % en época de sequía (Anzola *et al*, 2014).

Las especies herbáceas y arbustivas que tenemos en el trópico son buena fuente de proteína y energía, se pueden asociar a gramíneas establecidas en la finca, generando un excelente alimento a los animales, pero se debe tener en cuenta el proceso del ensilado ya que un mal manejo del mismo puede traer problemas de salud al animal como intoxicaciones por hongos o baja calidad nutricional, que de igual manera conlleva a disminuir la producción y condición corporal de los animales. Por ello, se realizó la degradabilidad *In vitro* de microsilos de *Brachiaria decumbes* asociados con especies como: *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium*, *Alocasia macrorrhiza*, y *Cratylia argentea*; las cuales son fácil implementación en el trópico y que se encuentran en algunos casos en abundancia en la fincas y cuya características es la buena calidad nutricional con un adecuado manejo.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Valorar la degradabilidad *In vitro* de microsilos utilizando la gramínea *Brachiaria decumbes* asociada a especies herbáceas y arbustivas que se utilizan en la alimentación de rumiantes.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la degradabilidad *In vitro* del microsilo de *Brachiaria decumbes* asociado con botón de oro (*Tithonia diversifolia*), matarratón (*Gliricidia sepium*), Bore (*Alocasia macrorrhiza*), y Cratylia (*Cratylia argentea*); utilizando el 60% de la gramínea y 40 % de las especies asociadas.
- Comprobar la calidad nutricional de los microsilos por medio de análisis proximal y análisis de fibras.
- Evidenciar el aporte nutricional de los microsilos mediante pruebas de degradabilidad *in vitro*.

5. REVISION DE LITERATURA

5.1 Situación de la ganadería en la Orinoquia

Debido a los cambios drásticos de clima y a la baja calidad nutricional de las gramíneas en esta zona; se requiere el uso de métodos de conservación de forrajes; como el ensilaje para épocas de escasez. La actividad ganadera amerita en la actualidad un nuevo enfoque productivo en el cual se revaloricen los recursos arbóreos, arbustivos y otros forrajes, como elementos fundamentales para el diseño de sistemas productivos eficientes y sostenibles (Gallego *et al.*, 2012). Los forrajes tropicales se utilizan como fuente o alternativa de alimento para animales, con dependencias agroclimáticas y de oportunidad de uso por parte del productor (Valencia *et al.*, 2010). La mayoría de sistemas productivos decaen en época de verano, debido a la baja producción de material vegetativo; así mismo los animales disminuyen su producción generando pérdidas económicas y en algunos casos ocasionan su muerte. Para la adecuada nutrición de los animales el ensilaje representa una alternativa favorable, asegurando el suministro permanente del alimento, por lo tanto el uso de este con gramíneas como *Brachiaria decumbes*, asociadas con herbáceas y arbustivas, entre las cuales se pueden considerar (*Tithonia diversifolia*), matarratón (*Gliricidia sepium*), bore (*Alocasia macrorrhiza*), y Veranera (*Cratylia argentea*), apuntan al objetivo del proyecto de ganadería colombiana sostenible, el cual en uno de sus puntos mencionan sobre “garantizar que el ganado tenga alimento durante todo el año”, así mismo aumentar la capacidad de carga de sus potreros y consecuente a esto producir más carne y leche. (FEDEGAN, 2010).

5.2 Ensilajes

Los ensilajes son una forma de conservación de forrajes para época seca o suplemento en alimentación de animales, se obtiene por fermentación parcial de carbohidratos solubles presentes en vegetales ricos en humedad, en los cuales se desea producir una disminución de PH para lograr su estabilización y conservación en el tiempo (Berndt., 2002). En las ganaderías modernas los forrajes son cortados en la fase donde el rendimiento y valor nutritivo están en el máximo y se ensilan para

asegurar un suministro de alimento continuo durante todo el año. (Garcés *et al.*, 2004). El proceso de ensilaje se puede dividir en cuatro etapas, la primera es la fase aerobia, esta fase dura pocas horas, en donde el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración del microorganismo aerobios y aerobios facultativos. La segunda es la fase de fermentación, este inicia al producirse un ambiente anaerobio, el cual puede durar de días a semanas, dependiendo de las características del material ensilado, si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad de las bacterias epifíticas de ácido láctico, proliferan y se convierten en la población predominante. Debido a la producción de ácido láctico el pH bajara entre valores de 3,8 a 5,0. Las bacterias asociadas al proceso de ensilaje pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*. La fase tres, es llamada la fase estable, en esta la mayoría de los microorganismos de la fase dos, disminuyen lentamente su presencia, si el ambiente se mantiene sin aire ocurren pocos cambios. La última fase es la del deterioro aerobio, este ocurre en todos los ensilajes después de ser abiertos y expuestos al aire para su empleo, pero puede ocurrir antes por daño a la cobertura del silo, causado por roedores o pájaros, los procesos que pueden llevar al deterioro de este ensilajes, son la degradación de ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levadura y ocasionalmente por bacterias, que producen ácido acético, esto aumentara el valor del pH, lo que lleva a un aumento de la temperatura y actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje.(Garcés *et al.*, 2004). Un estudio realizado en el piedemonte llanero reporta que el ensilaje presento mayor concentración de PC y FDA (45.4%) en comparación con material fresco (7.36%), de igual manera presento mayor cantidad de extracto etéreo (EE), en comparación con el fresco (Correa *et al.*, 2010).

El tracto digestivo de los bovinos utiliza diferentes microorganismos como bacterias, hongos y protozoos, para el proceso de ruptura de las partículas para facilitar el proceso de aprovechamiento de los nutrientes para destinarlos en producción de carne o leche. Este proceso se encuentra influenciado por varios factores como la edad del animal, la cantidad de fibra y calidad en el forraje, y su tipo de producción principalmente (Van Lier y Regueiro., 2008). Algunos factores que actúan sobre los indicadores nutricionales de los ensilajes tropicales son, por ejemplo, el consumo

voluntario, el cual tiene como influencia el contenido de materia seca, la calidad de conservación, y el troceado del material como uno de los principales factores, que inciden sobre la disminución que ocurre en el consumo de ensilaje con respecto al forraje verde, por lo cual es importante tener en cuenta estos factores y no afectar la calidad de este. (Ojeda., 1988). Por otra parte cabe resaltar que cuando se analiza el efecto del troceado en los ensilajes tropicales, se encuentra que solo el hecho de disminuir de tamaño la partícula (menos de 4cm), se logran aumentos en el consumo entre un 10 y 20%, al igual que el uso de aditivos como melaza o miel, el cual fluctúa entre el 19 y 48%, lo que conlleva a corroborar la importancia del correcto proceso de ensilado. (Ojeda., 1988). Además el autor también menciona la importancia de la preservación de forrajes, ya que este también ayuda a la digestibilidad de la materia orgánica, el cual si se realiza de buena manera, este va a tener valores próximos a los del forraje verde, de igual manera la proteína, la fibra bruta y el nitrógeno.

5.3 Pruebas de degradabilidad *In vitro*

Las características de fermentación de los alimentos en el rumen pueden ser estudiadas por métodos *in vivo*, *in situ*, e *in vitro*, debido a que en los estudios *in vivo*, los alimentos solo pueden ser evaluados en raciones totales y al hecho de que tales estudios requieren considerables recursos y son difíciles de estandarizar, por lo cual, las técnicas de *in situ* e *in vitro* han sido de mayor importancia. Dentro de las técnicas *in vitro*, la de uso más frecuente es la de Tilley y Terry (1963), la cual fue modificada por Goering y Van Soest (1970), para estimar la digestibilidad verdadera de la materia seca. Otra técnica *in vitro* consiste en la utilización de enzimas, en lugar de microorganismos, cuya principal ventaja es que no requiere animales como donadores de inóculos, también es usada la de producción de gas *in vitro*, que permite determinar la extensión y cinética de degradación del alimento, a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo. (Posada y Noguera., 2005). Es importante tener en cuenta que las técnicas de digestibilidad *in vivo* por recolección total de heces (DRTH) no miden la absorción como tal, sino la desaparición o bien una retención de las fracciones del alimento que ocurre en el tracto gastrointestinal (TGI) del animal. También debe considerarse que esta retención es bruta, en el sentido de

que no se discrimina el segmento del TGI donde realmente ocurre tal desaparición. (Posada, 2011). Por lo cual, las pruebas de degradabilidad *In vitro* permiten en un tiempo relativamente corto, obtener un alto número de repeticiones o muestras según sea el interés. Así mismo, en vista del mayor control de las condiciones, se espera que estas técnicas tengan una menor variabilidad. (Posada, 2011). Esta prueba consiste en la incubación de forrajes con líquido ruminal extraído previamente durante 96 horas a 38°C (Navarro *et al.*, 2011). Es importante tener en cuenta que en la degradabilidad de los forrajes influye su contenido de FDN, en la cual se incluye la lignina, este componente no es degradado por los microorganismos ruminales, es así que el proceso digestivo de los rumiantes, debe tener una adaptación para lograr una utilización eficaz de la pared celular de los forrajes, constituyendo estrategias digestivas considerablemente variables para cada especie, dependiendo de su forma de cultivo y su fitogenética. (Brahim *et al.*, 2000).

5.4 *Brachiaria decumbens* (Pasto amargo)

Gramínea conocida como pasto amargo, es una herbácea, perenne, semierecta, rizomada; sus hojas miden entre 20 a 40 cm de longitud de color verde oscuro con vellosidades. La inflorescencia es en racimos y su semilla es apomictica. Esta gramínea tolera muy bien los suelos ácidos; tiene una alta efectividad de resistencia a la toxicidad por aluminio, esta secreta ácidos orgánicos y fosfato en las ápices de las raíces mediante diferentes mecanismos fisiológicos y acumula altas concentraciones de aluminio en las raíces acompañada por la estimulación de síntesis de malato (Combatt *et al.*, 2008). El *Brachiaria* tiene características adecuadas, como son la producción de hojas y pequeños rizomas que facilitan la emergencia de los tallos, que junto a la capacidad de adaptación, contribuyen a incrementar los rendimientos productivos de la ganadería. (Olivera *et al.*, 2008) Así mismo, los contenidos de proteína varían entre 6% y 8% de acuerdo con la especie (Canchila *et al.*, 2009). Lascano *et al.*, 2002 consideran que las especies de *Brachiaria* se dividen en dos grupos: el primero que es de mediana calidad como *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha* y *B. ruziziensis* y en el segundo que es considerado de calidad baja: *Brachiaria dictyoneura cv Ilanero* y *B. humidicola*, las diferencias están determinadas por el

contenido de proteína. Dichos grupos también coinciden en términos de altura, vigor, hojas y producción de biomasa. El *B. decumbes* CIAT- 606 tiene una posición destacada entre las gramíneas de mejor rendimiento, por su abundante producción de hojas y potencialidad productiva manifestada en diferentes ambientes, esta respuesta también está asociada a su capacidad de producir estolones, que le permiten formar un césped denso (Canchila *et al.*, 2009).

En el uso de los pastos, la altura y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfo fisiológico y productivo. Se han realizado estudios sobre la edad y altura de corte o pastoreo, con el propósito de profundizar en los diferentes mecanismos relacionados con la defoliación y sus respuestas en producción de biomasa y persistencia de las especies. (Rincón *et al.*, 2008). En condiciones de pastoreo la dinámica de crecimiento no solo depende de las variaciones de clima y el suministro de nutrientes, si no de la acción de los animales en el pastoreo, cuyas interacciones son numerosas y complejas, con respuestas morfológicas y fisiológicas variables, en dependencia del hábito de crecimiento de la planta, mecanismos de propagación y persistencia, y del manejo empleado en su explotación. (Rodríguez y Aviles., 1997).

5.5 *Alocasia macrorrhiza* (Bore).

Es una especie herbácea perenne que puede llegar hasta los 5 m de altura, y sus hojas hasta un metro de largo (Blanco *et al.*, 2010) presenta un alto grado de adaptabilidad para las condiciones medio ambientales del trópico bajo y medio, con suelos de poca fertilidad y con excelente valor nutritivo. (Gómez., 2006). Las raíces son fasciculadas y se desprenden de un tallo rizomatoso subterráneo alargado y cilíndrico que se extiende horizontalmente y que alcanza gran desarrollo, a partir de él se desarrollan yemas que dan origen a nuevas plantas denominadas hijuelos. (Gómez., 2001)). El desarrollo del tallo se da a través del crecimiento de la yema terminal, de la cual se van desprendiendo las hojas más viejas. Este tallo puede alcanzar un crecimiento de hasta un metro de altura al año de sembrado, siguiendo su desarrollo y logrando alcanzar a los tres años un peso de 15 a 25kg. (Ghani., 1988). Debido a esto el bore se constituye como recurso alimenticio como propuesta para el complemento de recursos

convencionales en la alimentación en época seca. (López., 2012). El bore por ser una herbácea de fácil establecimiento representa una opción para la alimentación de los animales en donde se puede reemplazar parte del total de la dieta y se puede aprovechar tanto tallo como la hoja de esta planta. Según estudios el Bore tiene como composición proximal en las hojas un 87% de humedad, con una proteína cruda (PC) de 21-22%. Por otro lado el tallo también representa una humedad del 90% y proteína de 6 -10%. (Botero., 2004). Por otra parte el autor Quirama *et al.*, 2002, reporta la composición nutricional de la hoja completa de *Alocasia macrorrhiza*, en donde tiene un 14,9% de materia seca, proteína cruda de 16,5%, fibra cruda del 14,8% y cenizas del 13,5%. Otra característica importante es el aporte en cuanto sus aminoácidos esenciales como Arginina, Isoleucina, Leucina; que son importantes para la formación de proteínas que ayudan al crecimiento y desarrollo del musculo en los animales (Leucina) y aporte de energía (Isoleucina). También posee una característica nutricional importante que es la acumulación de almidones en su tallo y en su medula, nutriente esencial para el aporte de energía al animal. (wattiaux., 1996).

5.6 *Tithonia diversifolia* (Botón de oro).

En Colombia la *Tithonia diversifolia* crece en condiciones agroclimáticas variadas, desde el nivel del mar hasta los 2.700 metros de altitud, con precipitaciones anuales entre 800 a 5000 mm, y en diferentes tipos de suelo; tolera condiciones de acidez, de baja fertilidad, y crece espontáneamente en áreas perturbadas a orillas de caminos, ríos y carreteras. (Ríos., 2002). Es una planta herbácea de 1.5 a 4 metros de altura con inflorescencia de color amarillo, posee gran habilidad de adaptación a todo tipo de suelos, desde ácidos hasta neutros, y suelos pobres a fértiles. Se usa como corte y acarreo, barreras vivas, corta vientos, medicina, y nutrición animal (Mahecha y Rosales., 2005). Debido a su contenido de proteína que varía del 14 -28 %; y digestibilidad de MS (materia seca) 72 %; representa una gran alternativa para la implementación de ensilajes asociados a gramíneas en bovinos. La capacidad de deshoje de hasta el 95% le permite a la planta reducir su transpiración y resistir mejor las épocas de sequía. (Ipou *et al.*, 2011). Por lo tanto se dice que el botón de oro tiene una buena adaptabilidad desde climas cálidos a climas fríos con desarrollo normal de

suelos pobres en nutrientes y resistencia a la sequía (Criollo *et al.*, 2002). Esta planta posee habilidad para recuperar los pocos nutrientes en suelos pobres, ya que es rustica, soporta las podas extremas, se adapta a los terrenos ácidos en pH entre 3.0 y 6.0. (Peters *et al.*, 2002). Tiene rápido crecimiento, compite bien con las malezas y su cultivo requiere prácticas de labranzas mínimas y poca inversión en insumos. (Inayat y Gordon., 2009). Este se ha utilizado en la alimentación de ganado vacuno, cabras, ovejas, cerdos, conejos y cuyes, quienes consumen bien este forraje sin necesidad de ser trozado hasta un diámetro de tallo de 1.0 a 1.5 cm, especialmente cuando se suministra tierno (50 días de edad) época en la que presenta un gran valor nutricional (Ríos., 1995). Este, se convierte en un arbusto multipropósito, al restablecer la fertilidad del suelo, gracias a su alto contenido de nitrógeno y rápida tasa de descomposición. (Kayuki y Wortmann., 2001). Condición que se refleja en el aumento de contenido de carbono orgánico y nitrógeno en los suelos a los seis meses de establecido el cultivo, con incrementos del 0,15% y 0,002% respectivamente. (Kayuki y Wortmann., 2001). Otro estudio, menciona el uso de botón de oro como harina, el cual trae consigo grandes características como lo es la fracción nitrogenada el cual se observó un contenido de nitrógeno total de 3.35% del cual el 71.0% correspondió a nitrógeno de naturaleza aminoacidica y un 17.3% a nitrógeno asociado a la fracción insoluble de la fibra dietética (Mahecha y Rosales., 2005).

5.7 *Gliricidia sepium* (Matarratón)

En Colombia es un árbol muy frecuente en diferentes zonas del país; es común encontrarlos en climas cálidos y medios. La planta crece desde el nivel del mar hasta 1500 m de altitud, con precipitaciones de 600 a 8000 mm/año, en suelos ácidos, salinos, arenosos y hasta infértiles. Por su rusticidad y adaptabilidad a condiciones difíciles de suelo y clima, se está cultivando con mayor intensidad incrementando cada vez más las áreas de cultivo. (Gómez *et al.*, 1990). El matarratón (*Gliricidia sepium*), es una de las especies que desde hace varias décadas ha sido incluida como fuente de alimentación animal y en especial en la alimentación de rumiantes, las investigaciones sobre los valores nutricionales de esta especie han arrojado resultados favorables de las ventajas de la *Gliricidia sepium* sobre las gramíneas y otras leguminosas forrajeras.

(Cardozo., 2013). Es un arbusto que puede llegar a medir hasta 12 metros, sus ramas son largas, arqueadas, frondosas, cilíndricas, y plumosas, con un diámetro de 40 a 70 cm de diámetro. Las hojas son opuestas decusadas de color verde brillante en su juventud. Este arbusto tolera una gama amplia de suelos desde arenas puras hasta vertisoles negros profundos, con un pH de 4 a 7; se ha observado poca supervivencia en terrenos de mal drenaje interno y en suelos extremadamente ácidos y con alto contenido de aluminio. (Simón., 1996); Sus flores son entre color rosa a purpura claro (Cardozo., 2013). Según (Cardozo., 2013) se ha planteado su uso como alimento para animales, constituyéndose en una alternativa interesante como fuente proteica en la alimentación de rumiantes. El matarratón también es usado en otras actividades como sombra para el cacao, madera, medicinal, cerca viva. Este se propaga fácilmente por estacas, sin embargo se recomienda en un sistema productivo plantaciones por semilla sexual, para lograr una mayor persistencia en el cultivo, debido a que la planta desarrolla un sistema radicular más profundo, permitiendo la posibilidad de extraer agua y nutrientes de un mayor rango de profundidad, además de lograr un mejor anclaje, soportar los cortes que se realizan para tolerar mejor los periodos de sequía sin morir o defoliarse (Cardozo., 2013; Gómez *et al.*, 2006). Cardozo., 2013 menciona que el matarratón tiene un porcentaje de materia seca de 39,5% con una proteína del 20%; este comparado con gramíneas de alfalfa (*Medicago sativa*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), se estableció que los valores de FDN y FDA son menores haciéndola más digestible. En el trabajo de Cardozo., 2003, menciona la composición bromatológica de *Gliricidia sepium*, reportada por varios autores, donde se evidencia un porcentaje de materia seca del 26,5%, de proteína del 24,4% y cenizas del 10,1%, comparado con otros autores, los cuales encontraron porcentaje de materia del 20%, proteína de 24,8% y cenizas del 12%; esto puede atribuirse al estado fenológico, edad del corte y tipo de suelo en el que se encuentre la planta. (Pedraza., 1992).

5.8 *Cratylia argentea* (Veranera).

Es un arbusto nativo de la Amazonia, de la parte central de Brasil y áreas del Perú, Bolivia y noroeste de Argentina. Se caracteriza por su amplia adaptación a Ultisol y Oxisol en zonas bajas tropicales con sequías hasta de 6 meses. (Lascano *et al.*, 2002);

mide entre 1.5 y 3 metros de altura; bajo condiciones favorables se da un establecimiento rápido y buenas producciones de forraje en MS bajo sistemas de corte, gracias a un sistema radicular vigoroso que puede alcanzar hasta los dos metros de profundidad y una alta retención foliar que le da la capacidad de rebrote durante época seca (Correa *et al.*, 2010); esta planta se multiplica fácilmente por semilla, pero no por material vegetativo (Pizarro *et al.*, 1995); produce semilla de buena calidad y sin marcada latencia física (Dureza) o fisiológica, por lo tanto no necesita escarificación previa a la siembra (Mass., 1995). En investigaciones de CORPOICA (corporación para la investigación agropecuaria) y CIAT (centro internacional de agricultura tropical), se han encontrado las siguientes ventajas: 1. Alta retención foliar, y gran capacidad de rebrote en época seca. 2. El follaje aprovechable (hojas y tallos tiernos) en estados secos y frescos, es buena alternativa para la alimentación de vacas lecheras. 3. En condiciones de trópico subhúmedo se puede usar para ensilaje. 4. Suministrada en forma fresca o ensilada con mezcla de fuentes de energía, puede sustituir el uso de concentrados comerciales, en vacas de mediana producción lechera. (Lascano *et al.*, 2002). Así mismo, un estudio realizado en Costa Rica se encontró la mayor producción individual por planta, cuando la densidad de siembra fue de 6.000 plantas por hectárea (100g por planta de materia seca), que en la densidad de 10.000 plantas por hectárea (75g por planta de materia seca), en plantas menores de un año y cosechadas cada 8 semanas, en estos estudios la producción estimada de materia seca por área, fue mayor en esta última densidad (0,75 Ton por hectárea por corte), que en la primera (0,67 Ton por hectárea por corte) y entre el 30 y 40% de este rendimiento, se obtuvo durante el periodo de 6 meses. (Argel., 2001). En otro mencionan que la *Cratylia argentea* tuvo un rendimiento de materia seca (MS) de 13.500 kg/ha al año comparado con la *Morus alba* que tuvo 11.000 kg/ha año (Frias y Valerio., 2013). De igual manera reportado por el mismo autor, la veranera consigue un porcentaje de proteína (PC) de 20-25% y digestibilidad (DIVMS) de 60- 65%. Un estudio realizado en el departamento del Cauca reporto que la *Cratylia* en asociación con *Brachiaria decumbes* en pastoreo directo resulto en un incremento en la producción de leche (Lascano *et al.*, 2001).

La composición química de la veranera se ve afectada por la madurez, ya que las hojas y tallos finos tienen menor cantidad de pared celular que los tallos gruesos; lo que favorece la digestibilidad y con ello el consumo por parte de los animales (Correa *et al.*, 2010). Estudios reportan que las hojas tienen mayor cantidad de proteína que los tallos comestibles (Castillo *et al.*, 2013). Por otra parte; en Costa Rica reportaron que la *Cratylia* fresca o ensilada puede sustituir un concentrado en época seca en vacas de mediana producción, siendo la mejor alternativa en época seca (Romero y Gonzales., 2000)

6. METODOLOGIA

6.1 Localización

Esta investigación se realizó en el municipio de Villavicencio, en la granja de Universidad de los Llanos sede Barcelona ubicados en el Km 12 vía Puerto López, con una altitud de 465 metros sobre el nivel del mar, temperatura promedio de 27°C y precipitación anual entre 1.900 y 3.250 milímetros, los análisis nutricionales se realizaron en la universidad de ciencias aplicadas y ambientales (UDCA) ubicada en el km 222, en la ciudad de Bogotá D.C.

6.2 Trabajo experimental

Se realizó una poda de todas las especies a recolectar, y 45 días posterior a esta actividad, se recolectaron las muestras de forraje en las áreas de la Universidad de los Llanos, la gramínea *Brachiaria decumbens* y las otras especies Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Veranera (*Cratylia argentea*) Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Bore (*Alocasia macrorrhiza*) (Fotografía 1), fueron picadas en partículas más pequeñas con una pica pasto de la unidad de cerdos (Fotografía 2), a su vez fueron pesadas con una balanza (60% gramínea y 40% de las especies) en cada una de las bolsas, agregando la melaza, una vez realizada la asociación de las especies, se procedió a sellarlas, impidiendo la entrada de aire, para esto se usaron bolsas negras de calibre N° 9, (Fotografía 3 y 4) inmediatamente fueron llevadas a un lugar fresco y con sombra, los tratamientos se establecieron como se indica en la Tabla 1; y se dejaron 30 días

de ensilaje, a continuación se evaluaron las características organolépticas, en el momento de destapar los ensilajes basados en los autores Chaverra y Bernal., 2000; observando una coloración amarilla oscura con verde oscuro, olor dulce muy agradable, y textura firme, que indican un ensilaje de excelente calidad. Estas especies comparten su gran aporte de proteína, además, son especies de fácil propagación y establecimiento en los llanos, aumentando su posibilidad de usar en ganaderías.



Fotografía 1.Recolección y pesaje de las muestras. (Tomada por autores, 2015)



Fotografía 2.Pica pasto (Tomada por autores, 2015)



Después de realizado el microsilo se secó el material y se molió hasta que quedaran partículas de 1mm, en las instalaciones del Laboratorio de Nutrición animal de la Universidad de Los Llanos, posteriormente se tomaron muestras de cada tratamiento y se realizó un análisis nutricional, determinando materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), materia orgánica (MO), hemicelulosa (HEM), realizado en el laboratorio de nutrición animal de la universidad de ciencias aplicadas y ambientales UDCA. La proteína cruda se realizó en el equipo digestor automático DK 20 Heating digester junto con el scrubber SMS y JP Recirculating Water aspirator (Fotografía 5), el tiempo de digestión fue de 2 horas y 5 minutos, se dejó enfriar y se agregó 20 ml de ácido Bórico al 4%, (Fotografía 6) a continuación se ponen en el equipo UDK 139 semiautomatic destillation unit. Para la realización de fibras se usó el equipo ANKOM 200 Fiber Analyzer (Fotografía 7)



Fotografía 5. Equipo automático proteína y Scrubber (Tomada por autores, 2017)



Fotografía 6. Aplicación de ácido bórico para titulación. (Tomada por autores, 2017)

Las pruebas para la determinación de la degradabilidad *in vitro* y el análisis se realizaron de igual forma en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de ciencias aplicadas y ambientales (UDCA), para ello se incubaron muestras de los micro-ensilajes con líquido ruminal durante 72 horas a 38°C, seguido de la incubación se realizó el pesaje del residuo degradado y el posterior análisis de materia seca degradada (MSD) fibra detergente neutro degradado (DFDN), fibra detergente ácido degradado (DFDA) y proteína degradada (PD). El líquido ruminal se filtró en un vaso estéril de 250 ml, utilizando una gasa, después se mezcló con la saliva de Mc Dougall, junto con aplicación de CO₂ (Fotografía 8) manteniendo la temperatura de 39°. Previamente se colocó en cada tubo 0,5 g de la muestra realizando tres replicas por cada hora en cada uno de los tratamientos, se sellaron con un tapón de caucho, y se

procedió a introducir en el equipo de baño de maría (Fotografía 9) con la temperatura anteriormente dicha, realizando agitación manual circular constante hasta que cada uno cumpliera los tiempos requeridos (Fotografía 10), al cumplir este tiempo se colocaron en la nevera por una hora para detener el crecimiento de microorganismos, y se llevaron a filtrado introduciendo el residuo en las bolsas de secado. La relación buffer: líquido ruminal fue de 3: 1, es decir que se utilizó 5250 ml de la saliva y 1750 ml de líquido ruminal. La inoculación de cada microsilo, se hizo en tubos de plástico de 100 ml procesando 3 réplicas para cada hora de cada tratamiento (0, 6, 10, 24, 48, 72). Todos los análisis se realizaron en los equipos anteriormente mencionados y enfrentados a un patrón alto (que era la especie acacia), patrón bajo (que era salvado) y blanco (SO4).



Fotografía 7. Equipo de fibras ANKOM 2000.



Fotografía 8. Aplicación de CO₂, líquido ruminal y solución de Mc Dougall. (Tomada por autores, 2017)



Fotografía 9. Equipo de baño de María para Incubación. (Tomada por los autores, 2017)



Fotografía 10. Aplicación de líquido ruminal a las muestras. (Tomada por los autores, 2017)

Tabla 1. Composición de los tratamientos para el ensilaje.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Brachiaria decumbes (1840 g) , melaza (160 g)	Brachiaria decumbes (1104 g)+Tithonia diversifolia.(736g), melaza (160 g)	Brachiaria decumbes (1104 g) + Gliricidia sepium .(736 g) , melaza (160 g)	Brachiaria decumbes (1104 g)+Alocassia macrorrhiza.(736g) , melaza (160 g)	Brachiaria decumbes (1104 g) + Cratylia argétea .(736 g) , melaza (160 g)

* (g)= gramos.

6.3 Procesamiento de la información

Con la información obtenida se establecerá la curva y tasa de degradación de la MS, PC FDN, FDA, a las 0, 6,10, 24, 48, y 72 y horas, de cada uno de los microsilos, para ello los datos experimentales serán ajustados utilizando el Software Excel, Microsoft ®, El diseño estadístico es completamente al azar, cuya fórmula es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij},$$

y_{ij} : Variable aleatoria que representa la observación j -ésima del i -ésimo tratamiento

μ : Efecto constante, común a todos los niveles. Media global.

τ_i : Efecto del tratamiento i -ésimo. Es la parte de y_{ij} debida a la acción del nivel i -ésimo, que será común a todos los elementos sometidos a ese nivel del factor.

E_{ij} : Variables aleatorias que engloban un conjunto de factores, cada uno de los cuales influye en la respuesta sólo en pequeña magnitud pero que de forma conjunta debe tenerse en cuenta.

Se realizó un análisis de varianza para establecer la degradabilidad aparente *in vitro* de los nutrientes de los microsilos. Las variables evaluadas serán promedios de la degradación ruminal (0, 6, 10, 24, 48, 72 horas) de la MS, PC, FDN, FDA. El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS versión 15, (Anexo 1)

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Calidad nutricional de los ensilajes

En la tabla 3 se muestra los resultados del análisis nutricional de los tratamientos en base seca, donde se observa % proteína total (PT), % Fibra detergente neutro (FDN), % fibra detergente ácido (FDA), % hemicelulosa (HEM), materia orgánica (MO) y cenizas (CC %), de los diferentes tratamientos. Según Keller y Miles.,1998; el pasto *Brachiaria decumbens* tiene un porcentaje de proteína cruda en promedio de 8.55% reportada en la base de datos de Corpoica llamada Alimentro, este análisis nutricional fue realizado de tallo y hoja fresca de la especie, que se observa en la tabla 2; por lo cual se demuestra que el T1 (Tabla 3) que tiene 12,23% es una buena manera de preservar la calidad nutricional del pasto, teniendo en cuenta el día de corte, mostrando un comportamiento diferente en cuanto la oferta fresca frente a la ensilada, además de su buena palatabilidad. Asimismo se observó que al asociarse el pasto *Brachiaria decumbens* con otras especies forrajeras (T2, T3, T4, y T5) como se realizó en el presente estudio se evidencia un aumento en la cantidad de proteína hasta un 3% con respecto al T1. Igualmente en los tratamientos T2, T3, T4, T5 los porcentajes de

FDN de 44,9, 51,0, 49,3 y 51,9 % respectivamente presentaron una disminución con relación al tratamiento T1 (60,07%). Un estudio realizado por Carabaño y Blass., 1997 sugieren que el tipo y cantidad de fibra afectan la eficacia metabólica de la utilización de la energía digestible, también argumentan que los máximos rendimientos se alcanzan con un porcentaje de 33,5 % de FDN. Por otra parte, la calidad de los forrajes depende de la digestibilidad de la materia seca y teniendo en cuenta que la calidad esta predispuesta por múltiples factores, entre ellos los medioambientales, se discurre que un forraje es de alta calidad, cuando tiene aproximadamente 70% de DIVMS, menos del 50% de FDN y más del 15% de PC. (Marco., 2011); esto concuerda con los resultados, en donde se destaca que todos los tratamientos obtuvieron más del 15% de proteína, y el T2, T4, tienen menos del 50% de FDN, por lo tanto estos, son los más indicados para ofertar a los animales, y ensilar junto con el pasto *Brachiaria* (Tabla 3).

Tabla 2. Análisis de la gramínea *Brachiaria decumbens* (Hoja y tallo fresco) en el departamento del Meta.

Análisis principal	Unidad	Promedio	Min	Max
MS total	%MH	24.28	19.26	31.89
Proteína cruda	%MS	8.55	5.56	13.02
Extracto etéreo	%MS	1.13	0.74	1.47
FDN	%MS	64.81	61.03	69.3
FDA	%MS	30.74	27.88	36.15
Hemicelulosa	%MS	34.07	28.47	38.75

Nota: Tomado de base de datos de Corpoica – Alimentro. Keller y Miles., 1998.

Tabla 3. Composición nutricional en base seca de los tratamientos (%)

Tto	PT	FDN	CC	FDA	HEM	MO	MS	C
T1	12,2 ±0,9	60,0±0,5	39,9±0,5	31,7±0,4	28,3±0,6	89,2±0,2	87,3±0,1	10,7±0,2
T2	15,4±0,3	44,9±0,5	55,0±0,5	24,5±0,6	20,4±0,2	86,8±0,1	84,1±0,1	13,1±0,2
T3	16,6±0,5	51,0±0,5	48,9±0,5	28,2±0,5	22,8±0,03	89,6±0,2	84,9±0,2	10,3±0,2
T4	15,1±0,7	49,3±1,1	50,6±2,1	26,6±0,6	22,7±0,5	88,9±0,1	85,4±0,5	11,0±0,1
T5	16,8±0,3	51,9±0,5	48,0±0,5	29,1±0,9	22,8±1,4	89,8±0,1	87,4±0,2	10,1±0,4

Abreviaturas: Tto: tratamiento- *Brachiaria decumbens* (T1), *B. decumbens* + *T. diversifolia* (T2), *B. decumbens* +*G. sepium* (T3), *B. decumbens* +*A. Macrorrhiza* (T4), *B. decumbens* + *C. argentea* (T5)

7.2 Degradabilidad *In vitro* de la materia seca (DIVMS)

Las mayores DIVMS ($P>0,05$) a las 72 horas, fueron T2 y T4, siguiendo en su orden T3 y T1, y por ultimo T5. (Tabla 4), lo cual sugiere que la mezcla de pasto *Brachiaria decumbens* con Botón de oro y pasto *Brachiaria* con Bore, potencializan aproximadamente en un 18,8% el aprovechamiento de esta gramínea beneficiando su degradabilidad en comparación con las otras mezclas. Es de anotar que T2 obtuvo una DIVMS superior ($P>0,05$) en todas las horas de incubación (Tabla 4, Grafico 1), mientras que el T4 incremento su DIVMS a las 48 y 72 horas, con relación a las demás mezclas (Tabla 4). Gonzalez *et al.*, 2014, argumentan que el botón de oro (*Tithonia diversifolia*) presenta una alta fermentabilidad de la materia seca y por tanto una rápida disponibilidad de nutrientes, Por lo cual es común asociarlo con gramíneas, para obtener mejores resultados. Efectos diferentes se encontraron en el estudio de Roa y Galeano.,2015, en donde obtuvieron que a los 30 días de ensilado, la *Cratylia* tenía mayor porcentaje de materia seca comparado con el botón de oro 34,8 y 27,2% respectivamente, en nuestro estudio, estos dos tratamientos fueron diferentes, ya que se evidenció mayor porcentaje en el botón de oro. Sin embargo en un trabajo similar se encontraron Valores altos de DIVMS, estos se han asociado con el potencial de los rumiantes para mantener niveles adecuados de producción Flores *et al.*, 1998, ya que es un indicativo de la capacidad de un alimento para aportar nutrientes a la flora ruminal. Además el estudio de Marco.,2011, menciona que la alta calidad de ensilaje o

forrajes tiene una estrecha relación con una DIVMS del 70%; afirmación que nos podría indicar que el T2, es apto como fuente alternativa en época seca, aunque también dentro de estos rangos se encuentra el T3, y T4, es decir que también serían una buena opción. En un estudio realizado en cerdos, se evaluaron dos tratamientos, el primero compuesto por 75% de concentrado y 35 % de Bore, y el segundo tratamiento con 100 % de Bore, frente al tratamiento control 85,0%; los resultados obtenidos en digestibilidad de materia seca, fue de 75,2 y 56,9 % respectivamente, mostrando una evidente disminución de la degradabilidad de la materia seca, al parecer la alta tasa de inclusión de forraje en la dieta (35%) que se usó en la prueba, afecto los procesos digestivos en los cerdos en crecimiento, además observaron presencia de partículas de concentrado no digerido en heces. Quirama *et al.*, 2002; estos resultados son diferentes a los vistos en el presente estudio, ya que el Bore, presento una buena degradabilidad de materia seca en rumiantes, junto con el Botón de oro, esto es debido a la diferencia en los sistemas digestivos en los animales, siendo óptimo para rumiantes y no para monogástricos. Además se resalta que la adición de *Cratylia* al pasto *Brachiaria*, no tiene ningún efecto sobre la DIVMS puesto que los comportamientos de T1 y T5 en las 48 y 72 horas fue similar, lo cual se puede deber al grado de maduración de esta arborea que influye en el DIVMS (Tabla 4, Grafico 1). El T5 concuerda con el estudio encontrado por Lascano *et al.*, 2002, en donde mencionan que la *Cratylia* obtuvo un DIVMS menor que el *G. sepium*, y otras especies al igual que el presente estudio, corroborando este.

Un estudio de Galindo *et al.*, 2011, relacionan al Botón de oro con la baja producción de gas metano, ya que este presenta una alta fermentabilidad de la materia seca, haciendo que haya una rápida disponibilidad de nutrientes, ellos utilizaron 20% de inclusión en una dieta a base de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), y observaron una notable reducción en la población de protozoos y bacterias metanogénicas, además de un aumento de organismos celulíticos, por lo cual nos indica que la mezcla de gramíneas con este tipo de plantas puede ayudar a mejorar la disponibilidad de nutrientes, y disminuir la emisión de gases. También su uso en la alimentación animal es cada vez más generalizado debido a su alta rusticidad, buen valor nutricional, alta

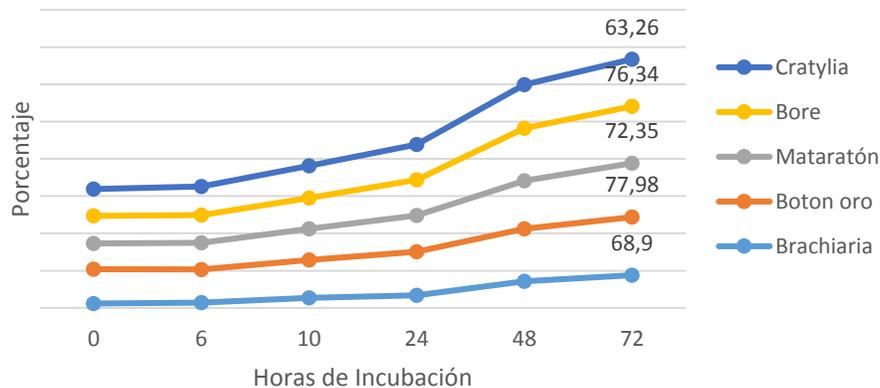
digestibilidad de materia seca, además de la elevada tasa de producción de biomasa, alcanzando anualmente 77 Ton de carbono por hectárea. (Murgueito *et al.*, 2003). Ramírez *et al.*, 2010, demostraron que la inclusión de *Tithonia* hasta el 20% de la dieta en la alimentación de ovejas, aumenta el consumo de materia seca y la digestibilidad del alimento, concluyó que este porcentaje no cambia el nitrógeno retenido, por lo cual la convierte en una planta como alternativa en alimentación de animales criados bajo pasturas de baja calidad, como se comporta en época de verano. También se ha evaluado dependiendo la edad de corte, como es el caso de La –O *et al.*, 2008, en donde evaluaron el efecto de la edad de corte en la capacidad fermentativa y dinámica de degradación ruminal en ovinos, concluyeron que las ubicadas en los días 70 y 90, obtuvieron un 85 y 90% de degradabilidad de la materia seca y mejor aprovechamiento de nutrientes por el animal.

Tabla 4. Degradación In vitro de la materia seca degradada DIVMS.

Horas	T1	T2	T3	T4	T5
0	30,91 ^a	45,84 ^b	34,77 ^a	34,35 ^a	36,03 ^a
6	32,05 ^a	44,6 ^c	37,59 ^b	37,25 ^b	36,46 ^b
10	38,53 ^a	50,94 ^c	41,56 ^b	41,7 ^b	42,81 ^b
24	42 ^a	58,62 ^c	48,57 ^b	47,86 ^b	47,47 ^b
48	60,76 ^a	70,43 ^c	64,35 ^b	70,53 ^c	58,63 ^a
72	68,9 ^b	77,98 ^d	72,35 ^c	76,34 ^d	63,26 ^a

Valores con superíndice diferentes difieren a $P < 0,05$, para los tratamiento.

Abreviaturas: Tto: tratamiento- *Brachiaria decumbens* (T1), *B. decumbens* + *T. diversifolia* (T2), *B. decumbens* + *G. sepium* (T3), *B. decumbens* + *A. Macrorrhiza* (T4), *B. decumbens* + *C. argentea* (T5)



Grafica 1. Degradabilidad In vitro de la materia seca

7.3 Degradabilidad *In vitro* de la proteína DIVP

Tenemos que la mayor ($P > 0,05$) DIVP a las 72 horas fue el T2, continuo de este están el T1, T3, y T4, los cuales fueron similares entre sí, y por ultimo está el T5, por lo cual se puede deducir que el T2, tiene mejor DIVP ($P > 0,05$), y por ende una mejor digestibilidad de fibra, en cuanto al T5 (Tabla 5, Grafico 2) que fue el de mínimo valor ($P < 0,05$) se puede resaltar que en otros estudios similares comparado con otras especies este también dio un menor valor, incluso comparados con la gramínea *Brachiararia decumbens* Roa y Muñoz., 2012. Galindo.,2009, en su estudio sobre “efecto de una mezcla múltiple de leguminosas herbáceas y *Leucaena leucocephala* en la población microbiana y productos fermentativos del rumen”, demostraron que la utilización de leguminosas que aportan fuentes proteicas, propicia mayor disponibilidad de compuestos como amoniaco, aminoácidos y péptidos, así como ácidos grasos de cadena corta ramificados, los cuales se producen como resultado de la degradación de las proteínas, que a su vez estas sustancias favorecen la degradación de la fibra, lo cual propone que el T2, (Tabla 5, Grafico 2) fortalece la disponibilidad de proteína y aprovechamiento de esta en un 18,5%. Comparado con los otros tratamientos. Se resalta el comportamiento de los tratamientos en la hora 10, donde mostraron una degradabilidad igual en todos (Tabla 5, Grafico 2), mientras que a las 24 y 48 horas el

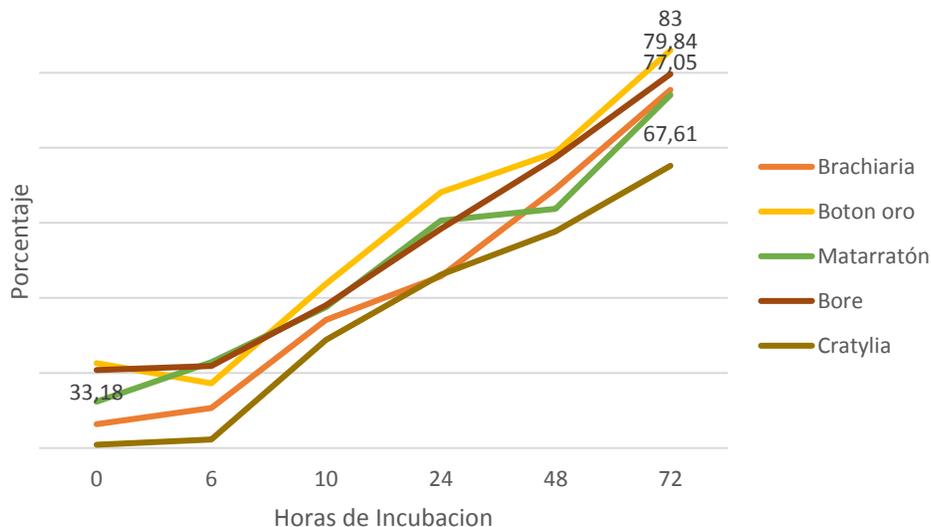
T2 aumento su DIVP ($P > 0,05$) con relación a los demás tratamientos (Tabla 5, Grafico 2). Además cabe mencionar que la eficiencia de degradabilidad de proteína, o cantidad de la misma de una herbácea o arbusto, se debe a la presencia de Taninos condensados totales Galindo., 2009, razón por la cual se debe tener en cuenta el momento óptimo de cosecha, para oferta o ensilado de la misma, ya que se ha encontrado que el contenido de taninos se incrementa con la etapa de maduración Solano.,1997, por consiguiente se asemeja al comportamiento del T5, en donde es probable que no sea consumido por los animales, debido al estado de madurez y concentración de taninos, debido a su bajo ($P < 0,05$) rendimiento de DIVP. Verdecia et al., 2011, el corte óptimo de material de Botón de oro, debe realizarse entre los 30 a 40 días, donde la proteína bruta en base seca varia del 18,9 al 28,75%, Materia seca del 23%, FDN de 34,4 % al 50,5% y FDA del 27,7 al 32,1%, en donde podemos decir que el T2 fue cosechado para el estudio, en el momento óptimo de corte.

Tabla 5. Degradabilidad de la proteína degradada PD.

Horas	T1	T2	T3	T4	T5
0	33,18 ^{ab}	41,33 ^d	36,18 ^{bc}	40,39 ^{cd}	30,44 ^a
6	35,34 ^{ab}	38,62 ^{ab}	41,46 ^b	40,94 ^b	31,36 ^a
10	47,07 ^{ab}	51,85 ^c	48,78 ^{abc}	49,01 ^{bc}	44,39 ^a
24	52,89 ^a	64,06 ^b	60,32 ^b	59,21 ^b	53,09 ^a
48	64,56 ^{ab}	69,40 ^b	61,88 ^a	68,70 ^b	58,88 ^a
72	77,73 ^b	83,01 ^c	77,05 ^b	79,84 ^b	67,61 ^a

Valores con superíndice diferentes difieren a $P < 0,05$, para los tratamiento.

Abreviaturas: Tto: tratamiento- *Brachiaria decumbens* (T1), *B. decumbens* + *T. diversifolia* (T2), *B. decumbens* + *G. sepium* (T3), *B. decumbens* + *A. Macrorrhiza* (T4), *B. decumbens* + *C. argentea* (T5)



Grafica 2. Degradabilidad In vitro de la Proteina.

7.4 Degradabilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro DIVFDN

En la Tabla 6 vemos a las 72 horas como el T4 tuvo una DIVFDN superior ($P > 0.05$) a los demás tratamientos, seguido del T2, y conjuntamente el T1 y T3, y al final el T5 (Tabla 6, Grafico 3). Por lo tanto el T4 y el T2, favorece en un 21,69% y 17,6% respectivamente el incremento de su degradabilidad, lo cual indica que el contenido celular quedo disponible para las bacterias del rumen, ello permite incrementar su población y por tanto su eficiencia en la degradación de otros nutrimentos (Roa y Galeano., 2015). También se puede comprobar que el T4, consiguió una DIVFDN mayor a partir de la hora 10, hasta la hora 72 ($P > 0,05$) de incubación, así mismo el T2 al inicio de las horas de degradación, fue que tuvo el porcentaje mayor, pero disminuyo ($P < 0,05$) en la hora 24 con respecto a el T4, que mantuvo su elevación hasta el final de las horas de incubación. Naranjo y Cuartas., 2011 mencionan en su estudio sobre la “caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros, con potencial para la suplementación de rumiantes el trópico ato de Colombia” que el contenido de FDN se relaciona positivamente con el llenado del rumen y con la densidad del forraje, es decir limita el consumo, además los contenidos de FDN afectan la disponibilidad de energía. Por otra parte se continúa evidenciando que el T5 no tiene ningún efecto favorable sobre la DIVFDN, puesto que el

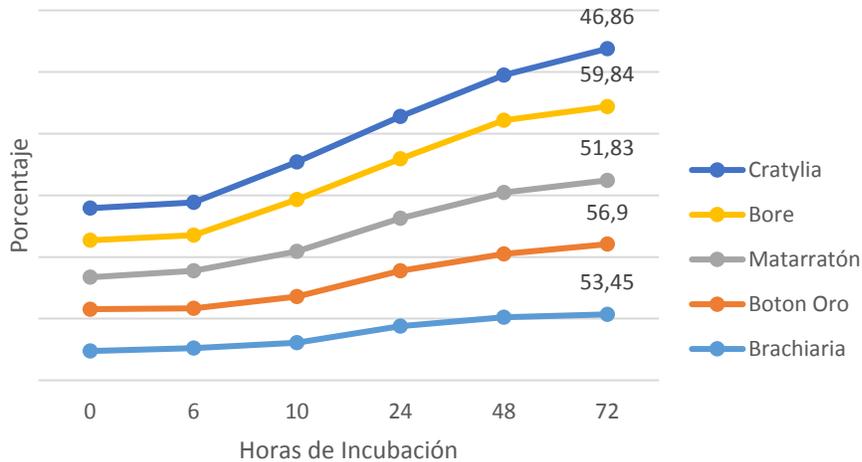
comportamiento hasta las horas 24, fueron similares con T1 y a partir de esta el T5, no mostro ningún aumento característico, por lo cual se deduce que es por su estado avanzado de madurez, y que influye en la DIVFDN (Tabla 6, Grafico 3), concordando con el estudio de Carmona., 2007 que en su artículo de revisión menciona que los cambios de digestibilidad asociados con madurez son más drásticos en la mayoría de las gramíneas que en leguminosas y no leguminosas arbustivas forrajeras. Sus cambios en la madurez son marcados y no solo se reflejan en energía sino también en el contenido de proteína. Por lo cual, la inclusión de forrajes con FDN menor al 50%, puede mejorar la digestibilidad de la dieta como se observó en el estudio realizado por Nieves et al., 2010, donde al hacer una inclusión de 18% de Botón de oro obtuvieron un digestibilidad de la FDN del 67,44% con una diferencia del 40% más alto que el tratamiento control. Por esta razón se evidencia que el T4 y T2, fueron los que obtuvieron mejor comportamiento en la degradabilidad. Por otra parte Roa y Galeano.,2015 realizaron un trabajo sobre “calidad nutricional y digestibilidad *In situ* de ensilajes de cuatro leñosas forrajeras”, donde usaron botón de oro, y Cratylia, entre otras, comunes con el presente estudio, en el cual indicaron que al aumentar el tiempo de conservación de los ensilajes también incrementan los porcentajes de MS, FDN y Lignina, recomendando el uso de este, antes de los 60 días de preservación, ya que después de estos días, su calidad comienza a bajar.

Tabla 6. Degradabilidad de la fibra en detergente neutro FDN.

Horas	T1	T2	T3	T4	T5
0	23,70 ^a	33,98 ^c	25,86 ^a	29,96 ^b	26,04 ^a
6	26,16 ^a	32,22 ^a	30,42 ^a	28,86 ^a	26,65 ^a
10	30,43 ^a	37,33 ^b	36,74 ^b	42,21 ^c	30,42 ^a
24	43,99 ^b	44,88 ^b	42,43 ^b	48,33 ^c	34,25 ^a
48	51,02 ^c	51,48 ^c	49,84 ^b	58,53 ^d	36,60 ^a
72	53,45 ^b	56,90 ^c	51,83 ^b	59,84 ^d	46,86 ^a

Valores con superíndice diferentes difieren a $P < 0,05$, para los tratamiento.

Abreviaturas: Tto: tratamiento- *Brachiaria decumbens* (T1), *B. decumbens* + *T. diversifolia* (T2), *B. decumbens* + *G. sepium* (T3), *B. decumbens* + *A. Macrorrhiza* (T4), *B. decumbens* + *C. argentea* (T5)



Grafica 3. Degradabilidad In vitro FDN

7.5 Degradabilidad *in vitro* de la fibra detergente ácido DIVFDA

La DIVFDA mayor fue 72 horas fueron el T4 y T2, en ese orden, seguido de T1 y T3, y siendo el de menor aporte el T5. (Tabla 7, Grafico 4). Esto indica que el Bore y Botón de oro, mezclado cada uno con el pasto *Brachiaria* ayudan en un 25,6% y 21,1% respectivamente, a la digestibilidad del pasto usado en este estudio, comparado con las otras mezclas. Se analiza que el T2 hasta las horas 24, era el que tenía mayor ($P>0,05$) DIVFDA y las horas 48 y 72, se mantuvieron (Tabla 7, Grafico 4). El T4 aumento ($P>0,05$) su DIVFDA a partir de las horas 24 a la 72, por encima del T2, quedándose como el de mejor comportamiento, en esta parte. Con respecto a los demás tratamientos, se destaca que de igual manera, el T5 no tuvo una variación importante sobre la DIVFDA, comparada con el T1 (Tabla 7, Grafico 4). Los forrajes están constituidos por tres fracciones: la de rápida degradación, la de lenta degradación, y la indigestible. En la primera se encuentran los azúcares y algunos compuestos nitrogenados solubles que desaparecen en las primeras seis horas, la cual fue visible el comportamiento en el T2; mientras que en la segunda se incluyen parte de los componentes de la FDN, celulosa y hemicelulosa, que son degradadas hasta las 72 horas y sus valores dependen de tipo de forraje y su estado de madurez; como se evidencio en el T5, en cual no hubo una buena degradación, por el contrario el T4 y T2, se destacaron (Rosero *et al.*, 2010). Un estudio realizado por Roa y Muñoz., 2012, se observa que en la *Cratylia* hay una mayor degradabilidad FDN, FDA y NFDN potencial con relación a las otras especies evaluadas, lo que implica que las bacterias del rumen fueron eficientes para degradar su pared celular y así disponer de nitrógeno adherido, lo cual beneficia el crecimiento de microorganismos, resultado que no es compatible con el del presente estudio, posiblemente con la edad de corte del T5, y la mezcla de este, dando posibilidad a un mejor tratamiento al T4 seguido del T2, que concuerda con un mejor resultado. Ensayo realizados en el CIAT, con ovinos en jaulas metabólicas alimentados con una gramínea deficiente en proteína (6%) encontró que la suplementación de *Cratylia* a niveles del 40% de la oferta total resulto en un aumento del 18% de consumo, y mayor concentración de amonio (Wilson y Lascano., 1997). Sin embargo, fue evidente que la suplementación con la leguminosa resulto en una reducción de la digestibilidad de la dieta, lo cual estuvo asociado con el alto nivel de

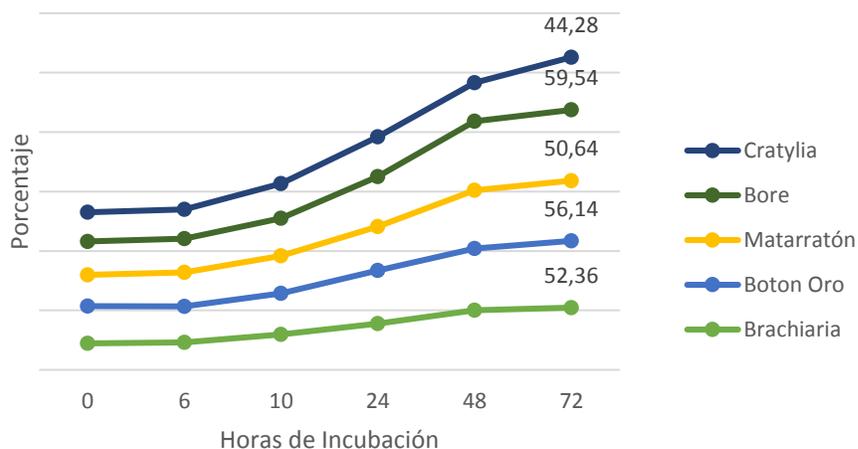
fibra indigerible (38%), en comparación con la gramínea, por lo que es mejor cosecharla en la edad correcta para evitar la alta fibra indigerible (Lascano *et al.*, 2002).

Tabla 7. Degradabilidad fibra detergente ácido degradada DFDA

Horas	T1	T2	T3	T4	T5
0	22,60 ^a	31,17 ^d	26,43 ^c	28,10 ^c	24,50 ^b
6	23,07 ^a	30,33 ^b	28,56 ^b	28,31 ^b	24,79 ^a
10	29,66 ^a	34,64 ^c	31,59 ^b	31,69 ^b	29,11 ^a
24	38,92 ^{ab}	44,56 ^b	36,91 ^{ab}	42,12 ^{ab}	33,53 ^a
48	50,04 ^b	51,88 ^c	49,15 ^b	58,14 ^d	32,27 ^a
72	52,36 ^c	56,14 ^d	50,64 ^b	59,54 ^e	44,28 ^a

Valores con superíndice diferentes difieren a $P < 0,05$, para los tratamiento.

Abreviaturas: Tto: tratamiento- *Brachiaria decumbens* (T1), *B. decumbens* + *T. diversifolia* (T2), *B. decumbens* + *G. sepium* (T3), *B. decumbens* + *A. Macrorrhiza* (T4), *B. decumbens* + *C. argentea* (T5)



Grafica 4. Degradabilidad In vitro de la FDA

8. CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis de todos los datos, se concluye que el tratamiento que mejor se relaciona con los objetivos propuestos en este proyecto, es el tratamiento de *B. decumbens* con Botón de oro, seguido del *B. decumbens* mezclado con Bore; ya que poseen una buena proteína y degradabilidad, haciendo que el rumen aproveche mejor estos nutrientes. Esta se afianza con Mahecha., 2007, en el cual resaltan el potencial de *Tithonia diversifolia* como forrajera, que aporta un alto valor nutritivo, con altos contenidos de proteína, alta digestibilidad de la materia seca. Por el contrario el tratamiento que no cumplió en gran parte con los objetivos, ya que no obtuvo unos buenos resultados, fue el tratamiento de la *Cratylia argentea* o Veranera, la cual es muy probable que haya sido afectación del tiempo de madurez de la planta, haciendo que haya menos proteína disponible y degradabilidad. Por otro lado, Rivera *et al.*, 2013, en su estudio in vitro, concluyen que bajo un sistema de silvopastoreo, con inclusión de especies forrajeras no tradicionales, se puede permitir una disminución en la producción de gases, ya que *T. diversifolia* alcanzo 43,3% menor en la producción de gas, sin afectar su degradabilidad, por lo cual es beneficioso la inclusión de estas especies en los sistemas de producción.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más estudios sobre estas mismas especies, y asociaciones, en diferentes edades de corte, y uso con otras gramíneas presentes en la región, para aprovechar sus cualidades nutritivas. También se espera evaluar las asociaciones del presente estudio, en animales vivos, para determinar el consumo de las mismas, y saber si la edad de corte y tiempo de ensilaje, afecta su palatabilidad.

10. BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis (18th). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. Washington, DC.
- Anzola H, et al., (2014). El uso eficiente de los forrajes tropicales en la alimentación de los bovinos. *Revista Ciencia Animal*, (7), 111-132.
- Arias, Adelis y Hernández, H. (2002). Composición química del pasto aguja (*Brachiaria humidicola*) sometida a pastoreo en una finca del municipio Guanares estado Portuguesa. *Revista Científica*. Universidad de Los Andes. Vol. XII, Suplemento II.
- Araque¹, Cesar, Quijada¹, Tonny, D'Aubeterre¹, Ramón, Páez², Luís, Sánchez³, Alexander, y Espinoza⁴, Freddy. (2006). Bromatología del matarratón (*Gliricidia sepium*) a diferentes edades de corte en Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 24(4), 393-399. Recuperado en 28 de marzo de 2017, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000400001&lng=es&tlng=es.
- Argel PJ *et al.*, (2001). Cultivar Veraniega (*Cratylia argentea* (Desv) O. Kuntze). Una leguminosa arbustiva para la ganadería de américa latina tropical. Consorcio tropileche. Boletín técnico. Min de agricultura y ganadería de Costa Rica. Pág. 26
- Berndt S. (2002). Composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur. Universidad Austral de Chile; escuela agronomía. Tesis.
- Brahim M, Franco M, Pezo DA, Camero A, Araya JL. (2000) Degradabilidad ruminal in situ y solubilidad de la proteína de rebrotes de *Cratylia argentea* de diferentes edades. Depósito de documentos FAO [internet]. [Consulta 12 de Abril de 2017]. disponible: En <http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6319S/>
- Blanco ML; Delgado FJ; Gómez J. (2010). Evaluación del ensilaje de Bore (*Alocassia macrorrhiza*) y Aro (*Trichantera gigantea*) como complemento alimenticio para la ceba en ovinos criollos (camuros). *Rev. Spei Domus*. Vol. 6 N°13 pág. 49-54.
- Botero M. (2004). Valor nutricional de forrajes arbustivos para cerdas adultas. Tesis de maestría; universidad Nacional de Colombia sede Palmira Valle.
- Canchila et al., (2009). Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. *Revista pastos y forrajes*; Vol. 32 N°4.
- Carabaño, R.; De Blas, C.; et al., 1997. Necesidades de Fibra en Conejos. Madrid: Fedna. 17p.
- Cardozo J. (2013). El matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes. Universidad Nacional abierta y a distancia. Monografía-especialización en nutrición animal.
- Carmona JC., (2007). Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. *Revista Lasallista de Investigación* Disponible En: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69540107>> ISSN 1794-4449

- Castillo et al., (2013). Rendimiento total de materia seca y calidad nutritiva de hojas y tallos jóvenes de cuatro accesiones de *Cratylia argentea* en el trópico húmedo de Veracruz- México. Avances en la investigación agropecuaria; vol. 17 N°1. pág. 79-93.
- Chaverra H, Bernal J. El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. Bogotá DC, Colombia: IICA, Tercer Mundo Editores; 2000.
- Combatt et al., (2008). CRECIMIENTO DE *Brachiaria decumbens* Stapf Y *Cynodon nlemfuensis* Vandyerst EN SUELOS SULFATADOS ÁCIDOS DE CÓRDOBA. Revista MVZ de Córdoba; Vol. 13 N°2.
- Correa Y.T y Mariño S.N. (2010). Evaluación de la calidad nutricional de *Cratylia argentea* sometida a diferentes métodos de conservación, en el piedemonte llanero. Universidad de la Salle. Tesis pregrado. Facultad de Zootecnia.
- Criollo et al., (2002). Evaluación del valor nutricional del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (Hemis) Gray bajo asociación con Aliso (*Alnus jorullensis* H.B.K); Revista de ciencias agrícolas; Vol. 19 N°2.
- FEDEGAN., 2010. Ganadería colombiana sostenible. FEDEGAN. recuperado de: <http://www.fedegan.org.co/programas/ganaderia-colombiana-sostenible>.
- Frias y Valerio. (2013). Comportamiento de las arbustivas forrajeras *Morus alba* y *Cratylia argentea* bajo tres frecuencias de corte en el noreste de la republica dominicana. Instituto dominicano de investigaciones agropecuarias y forestales; VI congreso SODIAF.
- Flores O I et al., (1998): Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de rumiantes en el trópico. Livestock Research for Rural Development. Vol. 10, Article #2
- Gallego ej., et al (2012). Propuesta para el uso de especies arbóreas y arbustivas forrajeras en sistemas ganaderos en el valle del Patía. Cauca.
- Galindo J., (2009). Efecto de una mezcla múltiple de leguminosas herbáceas y *Leucaena leucocephala* en la población microbiana y productos fermentativos del rumen de añojos mestizos de Cebú. Revista Cubana de Ciencia Agrícola [en línea] 2009, 43 en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015481008> ISSN 0034-7485.
- Galindo J; Gonzales N; Sosa A; Ruiz T; Torres V. (2011). Effect of the *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray (Giant Mexicam sunflower) on the population of rumen protozoa and methanogens under *in vitro* conditions. Cuban Journal of Agricultural science. Vol 45 N°1. Pag 33-37.
- Garcés et al., 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista Lasallista de investigación., Vol. 1 N°1. Pág. 66-71.
- Gómez, E. (2006). una revisión sobre el bore (alocasia macrorrhiza). la FAO.
- Gómez et al., (2006). Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. CIPAV.
- Gómez, M., L. Rodríguez, E. Murgueitio, C. Ríos, M. Rosales, C. Molina, C. Molina, E. Molina y J. Molina. (1990). Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. Fundación CIPAV, Cali, Colombia. pág. 13-67.

- Gómez ME. (2001). Una revisión sobre el Bore (*Alocasia macrorrhiza*), CORPOICA. II Conferencia electrónica sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Santa fe de Bogotá. 207p.
- Gonzales JC, Hahn CM Y Narváz W.(2014). Características botánicas de la *Tithonia diversifolia* (Asterales: asterácea) y su uso en la alimentación animal. Boletín científico- Museo de historia natural; 18(2), pág. 45-58.
- Guimarães et al., (2004). Avaliação de Pastagem Diferida de *Brachiaria decumbes* Stapf: 1. Características Químico-Bromatológicas da Forragem Durante a Seca. Revista Brasileira de zootecnia; Vol. 33 N°1.
- Ghani F.D. (1988). The potential of aroids in Malaysia. En Edible Aroids, Oxford University press. New York.
- Inayat A; Gordon O. (2009). Influencia de las fases lunares (Menguante y luna llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) para la formación de un banco de proteína. Tesis cede el Prado. Quito (Ecuador). Facultad de ciencias agropecuarias de Ecuador.
- Ipou J; et al (2011). A new invasive species of the agrosystems in the south Cote d' Ivoire: *Tithonia diversifolia* (Hemsl). A Gray (Asteraceae). African Journal of food science and technology. Vol. 1 N°6 pág. 146-150.
- Kayuki KC; Wortmann CS. (2001). Plant Materials for soil fertility management in subhumid tropical áreas. Agronomic journal. Vol. 93 N°4 pág. 929-935.
- Keller y Miles., (1998). Base de datos de Corpoica- ALIMENTRO.
- La O LO; et al. (2008). Efecto de la edad de corte en la capacidad fermentativa in vitro y la dinámica de degradación ruminal in situ de *Tithonia diversifolia*. Zootecnia Tropical. Vol. 26 N°3. Pág. 243-247.
- Lascano et al., (2001). Evaluación de sistemas de uso de *Cratylia argentea* para la producción de leche. CIAT
- Lascano C; Plazas C; Bueno G. (2002). *Cratylia argentea*, leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con periodos prolongados de sequía en Colombia. CIAT.
- López, F. (2012). Evaluación de tres dietas con harina de hoja de bore (*alocasia macrorrhiza*) en pollos de engorde. ; revista mvz córdoba; vol. 17; 3236- 3242.
- Mahecha, L y Rosales. (2005). valor nutricional del follaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (hemsl.)Gray en la producción animal en el trópico. Revista Rural Dev. Vol. 17 N°9.
- Mahecha L, Escobar J P, Suárez J F y Restrepo L F (2007): *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). Livestock Research for Rural Development. Volume 19, Article #16.
- Marco OD (2011). Estimación de la calidad de los forrajes. Sitio argentino de producción animal. Producir XXI, Bs. As; 20(240). Pág. 24-30
- Mass BL. (1995). Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. Memorias del taller sobre *Cratylia*. Brasilia- Brasil. pág. 62-74.

- Murgueito E; Rosales M; Gómez M.E. (2003). Agroforestería para la producción animal sostenible. 3 edición, CIPAV. Cali- Colombia.
- Navarro CA, et al., (2011). Comparación de la técnica *in vitro* con la *in situ* de diez forrajes en bovinos rumino-fistulados en el piedemonte llanero del Meta. Revista de sistemas agroecológicos. Vol. 2 N°2:2011.
- Naranjo JF, Cuartas CA., (2011). Caracterización nutricional y de la cinética de la degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros con potencial para la suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia. Revista CES medicina veterinaria y zootecnia, Vol. 6N° 1; pág. 9-19.
- Nieves D. et al (2010). Digestibilidad de nutrientes en follaje de Árnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde. Tropical and subtropical agroecosystems. Vol. 14 N°1. Pág. 309 – 314.
- Ojeda., 1988. Valor nutritivo de forrajes tropicales conservados como ensilajes. Estación experimental de pastos y forrajes. Vol. 11 N°3. Recuperado de: <http://payfo.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/view/1353/1981>
- Olivera, Yuseika *et al.*, (2008). Nota técnica: Persistencia del pastizal en una colección de *Brachiaria spp.* En un suelo ácido. Pastos y forrajes. Vol. 31. N°4. Pág. 333.
- Pedraza R. (1992). Valor nutritivo y degradabilidad ruminal del follaje de *Gliricidia sepium*, simulación del comportamiento productivo de vacas lecheras suplementadas con *Gliricidia*. Taller de producción de ganado de doble propósito. International foundation for science. Universidad autónoma de Yucatán. México.
- Peters M et al., (2002). Especies forrajeras multipropósitos: opciones para productores de centro américa. Centro de internacional de agricultura tropical (CIAT). Cali Colombia.
- Pizarro EA et al., (1995). Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras, arbustivas en el cerrado brasileño. Memorias del taller sobre *Cratylia*. Brasilia-Brasil. Pág. 40- 49.
- Posada LS, y Noguera RR., (2005). Técnica *in vitro* de producción de gases: una herramienta para la evaluación de alimentos en rumiantes. *Livestock Research for rural Development*. Vol.17, Art, #36. Recuperado abril 12, 2017, de <http://www.lrrd.org/lrrd17/4/posa17036.htm>
- Posada RR., (2011). Comparación de dos métodos *in vitro* para estimar la digestibilidad de pastos tropicales en rumiantes; Revista CITECSA: Vol. 2 N°2.
- Quirama AM. Et al. (2002). Valor nutricional de la hoja de nacedero (*Trichantera gigantea*) y de Bore (*Xantosoma*) en cerdos. XII encuentro nacional de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia- Colombia. 4 p.
- Ramírez et al., (2012). Rendimiento y calidad de la *Brachiaria decumbes* en suelo fluvisol del valle del cauto, Cuba; Revista electrónica de veterinaria REDVET: Vol. 13 N°4.

- Ramírez RU et al. (2010). Effect of diet inclusión of the *Tithonia diversifolia* on feed intake, digestibility and nitrogen balance in tropical sheep. *Agroforestry systems*. Vol. 80 N°2. Pág. 295-302.
- Rao, I.M. et al. (2006). Selección de híbridos de *Brachiaria* con resistencia al aluminio. *Pasturas Tropicales*. 28 (3):20.
- Ríos et al., (1995). Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) Helms. CIPAV; Cali, Colombia 125P
- Ríos KC. (2002). *Tithonia diversifolia*, (hemsl.) Gray una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. *Agroforesteria para la producción animal en Latinoamérica*. Bogotá- Colombia.
- Rincón A, Ligarreto G, Garay E. (2008). Producción de forrajes en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo y *Brachiaria brizantha* cv Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. *Rev. Fac. Nal.Agr. Medellín*. Vol. 61. N°1. Pág. 4336-4346.
- Rivera J. et al. (2013). Agroforesteria pecuaria y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Revista Colombiana de ciencias pecuarias*. Vol. 26. Pág. 313-316
- Roa V, María, y Muñoz M, Javier. (2012). Evaluación de la degradabilidad in situ en bovinos suplementados con cuatro especies arbóreas. *Revista MVZ Córdoba*, 17(1), 2900-2907.
- Roa, ML, y Galeano, J. R. (2015). Calidad nutricional y digestibilidad in situ de ensilajes de cuatro leñosas forrajeras. *Pastos y Forrajes*, 38(4), 431-440.
- Rodríguez JJ y Aviles LR. (1997). Pastoreo intensivo y tradicional: su influencia sobre el sistema suelo-planta-animal en el sureste de México. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* Vol. 5 N°1. Pág. 72-75.
- Romero y Gonzales. (2000). Efecto de la alimentación con *Cratylia argentea* fresca y ensilada durante la época seca sobre la producción de leche y sus componentes. CIAT.
- Rosero J; Ortiz S; Franco, L; Peters, M y Ramírez. (2010). Sistemas de siembra de *Cratylia argentea* cultivar veranera en dos localidades del valle del río Cauca, Colombia. *Acta agronómica*. Vol. 59 N°4. Pág. 429-434.
- Simón L. (1996). Rol de los árboles y arbustos multipropósitos en las fincas ganaderas. En: *Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical*. (Ed. T. Clavero). La universidad del Zulia, Venezuela. Pág. 41.
- Solano H., (1997). Efecto de diferentes concentraciones de taninos sobre la flora microbiana ruminal y en la degradabilidad in vitro del forraje de alfalfa. Tesis de maestría en ciencias agrarias. Monterrey, nuevo León.
- Valencia L.M et al. (2010). Herramientas para el manejo sostenible de fincas ganaderas. ISBN 978-958-9386-61-3 pág. 92-94
- Van Lier E y Regueiro M. (2008). Digestión en retículo-rumen. Departamento de producción animal y pasturas. Universidad de la República de Montevideo-Uruguay.

- Verdecia D.M et al. (2011). Calidad de la *Tithonia diversifolia* en una zona del valle del Cauto. Revista electrónica de veterinaria. Vol. 12 N°5. Pág. 1-13.
- Villa R y Hurtado J., (2016). Evaluación nutricional de diferentes ensilajes para alimentar conejos. Revista de ciencias agrícolas. Vol. 33 N°2, pág. 76-83.
- Wattiaux M. (1996). Guía técnica lechera, nutrición, alimentación. Universidad de Wisconsin. Manson-USA.
- Wilson QT; Lascano CE. (1997), *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por ovinos, Pasturas tropicales. Vol. 19 N°3. Pág. 2-8.

11. ANEXOS

Anexo 1. ANOVA de los tratamientos usados en el presente estudio.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DMSCERO	Inter-grupos	378,636	4	94,659	14,003	,000
	Intra-grupos	67,601	10	6,760		
	Total	446,237	14			
DPROTCER	Inter-grupos	258,381	4	64,595	23,061	,000
	Intra-grupos	28,010	10	2,801		
	Total	286,392	14			
DFDN CER	Inter-grupos	199,328	4	49,832	37,722	,000
	Intra-grupos	13,210	10	1,321		
	Total	212,539	14			
DFDACER	Inter-grupos	139,161	4	34,790	88,158	,000
	Intra-grupos	3,946	10	,395		
	Total	143,107	14			
DMSSEIS	Inter-grupos	243,799	4	60,950	22,873	,000
	Intra-grupos	26,647	10	2,665		
	Total	270,446	14			
DPROTSEIS	Inter-grupos	213,533	4	53,383	5,672	,012
	Intra-grupos	94,117	10	9,412		
	Total	307,650	14			
DFDNSEIS	Inter-grupos	77,767	4	19,442	2,855	,081
	Intra-grupos	68,092	10	6,809		
	Total	145,859	14			
DFDASEIS	Inter-grupos	106,691	4	26,673	17,684	,000
	Intra-grupos	15,083	10	1,508		
	Total	121,774	14			
DMSDIEZ	Inter-grupos	260,230	4	65,057	77,321	,000
	Intra-grupos	8,414	10	,841		
	Total	268,644	14			
DPROTDIEZ	Inter-grupos	90,356	4	22,589	8,427	,003
	Intra-grupos	26,807	10	2,681		
	Total	117,163	14			
DFDN DIEZ	Inter-grupos	304,345	4	76,086	39,935	,000
	Intra-grupos	19,052	10	1,905		
	Total	323,398	14			
DFDADIEZ	Inter-grupos	56,511	4	14,128	30,244	,000
	Intra-grupos	4,671	10	,467		
	Total	61,183	14			
DMSVEINTI	Inter-grupos	436,077	4	109,019	134,975	,000
	Intra-grupos	8,077	10	,808		
	Total	444,154	14			
DPROTVEINT	Inter-grupos	281,405	4	70,351	19,895	,000
	Intra-grupos	35,362	10	3,536		
	Total	316,767	14			
DFDNVEINTI	Inter-grupos	328,937	4	82,234	69,488	,000
	Intra-grupos	11,834	10	1,183		
	Total	340,772	14			
DFDAVEINTI	Inter-grupos	223,976	4	55,994	5,426	,014
	Intra-grupos	103,203	10	10,320		
	Total	327,179	14			
DMSCUARENTA	Inter-grupos	356,853	4	89,213	61,294	,000
	Intra-grupos	14,555	10	1,455		
	Total	371,408	14			
DPROTEICUARENT	Inter-grupos	239,601	4	59,900	10,570	,001
	Intra-grupos	56,670	10	5,667		
	Total	296,271	14			
DFDN CUARENTA	Inter-grupos	762,824	4	190,706	1472,329	,000
	Intra-grupos	1,295	10	,130		
	Total	764,119	14			
DFDACUARENT	Inter-grupos	1111,111	4	277,778	698,999	,000
	Intra-grupos	3,974	10	,397		
	Total	1115,085	14			
DMSSETENTA	Inter-grupos	421,078	4	105,270	148,616	,000
	Intra-grupos	7,083	10	,708		
	Total	428,162	14			
DPROTEISETENTA	Inter-grupos	398,995	4	99,749	58,159	,000
	Intra-grupos	17,151	10	1,715		
	Total	416,146	14			
DFDNSETENTA	Inter-grupos	294,927	4	73,732	122,428	,000
	Intra-grupos	6,022	10	,602		
	Total	300,950	14			
DFDASETENTA	Inter-grupos	401,664	4	100,416	259,737	,000
	Intra-grupos	3,866	10	,387		
	Total	405,530	14			