

**Componentes nutricionales y digestibilidad *in vitro* de tres forrajeras:  
*Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Cratylia argentea* en ovinos.**

**Diego Fernando Muñoz Carvajal**

**Dairo Alexander Urrea Rengifo**

**Universidad de los Llanos**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**

**Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**Villavicencio, Meta**

**2018**

**Componentes nutricionales y digestibilidad *in vitro* de tres forrajeras:  
*Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Cratylia argentea* en ovinos.**

**Trabajo de tesis para optar por el título de Médico Veterinario y Zootecnista**

**Diego Fernando Muñoz Carvajal**

**Dairo Alexander Urrea Rengifo**

**Directora de tesis**

**María Ligia Roa Vega**

**Zootecnista, M.Sc**

**Universidad de los Llanos**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**

**Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**Villavicencio, Meta**

**2018**

## Agradecimientos

Los autores agradecen a:

Nuestra Directora de tesis, la docente María Ligia Roa Vega por su paciencia, amabilidad, colaboración y orientación para la realización del proyecto de tesis.

El profesional y docente de la Universidad de los Llanos, Cesar Navarro, por sus aportes de conocimiento, de tiempo y consejos que ayudaron a culminar el trabajo de tesis. Al igual que nuestros evaluadores y profesores, Freddy Toro y Tatiana Suescún por sus correcciones y disposición, para la buena manufactura del proyecto.

Al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de los Llanos, a su director Camilo Plazas y personal de trabajo Enid Cuellar por permitirnos realizar los procesos de secamiento y análisis de Fibras (FDN, FDA) y Nitrógeno Total.

Nuestras familias, por su apoyo e incondicionalidad.

Todas las personas que de manera directa o indirecta contribuyeron y ayudaron para la elaboración del proyecto.

## Dedicatoria

Los autores dedican este trabajo de tesis a:

Jehová, nuestro Dios por bendecirnos con inteligencia y sabiduría para resolver las dificultades e inconvenientes para culminar de manera idónea este trabajo.

Nuestra familia, por su apoyo tanto moral como económico durante nuestra carrera.

Nuestros docentes por su pedagogía y aportes cognitivos.

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Director

---

Jurado

---

Jurado

Villavicencio (Meta), xx abril de 2018.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. RESUMEN	8
2. ABSTRACT	9
3. INTRODUCCIÓN	10
4. OBJETIVOS	11
4.1 Objetivo general	11
4.2 Objetivos específicos	11
5. REVISIÓN DE LITERATURA	12
5.1 Situación de la ganadería ovina en departamentos de la orinoquia y piedemonte llanero.	12
5.2 Digestibilidad <i>in vitro</i> en rumiantes.	12
5.3 Botón de oro ( <i>tithonia diversifolia</i> ).	13
5.4 Cratilia ( <i>cratylia argentea</i> ).	14
5.5 Matarratón ( <i>gliricidia sepium</i> ).	14
6. METODOLOGÍA	16
6.1 Localización	16
6.2 Trabajo experimental	16
6.3 Procesamiento de la información	17
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	18
7.1 Calidad nutricional de los forrajes.	18
7.2 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca. DIVMS.	18
7.3 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la fibra detergente neutra. DIVFDN.	21
7.4 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la fibra detergente ácida. DIVFDA.	24
7.5 Digestibilidad <i>in vitro</i> del nitrógeno total. DIVNT.	26
8. CONCLUSIONES	29
9. BIBLIOGRAFÍA	30
10. ANEXOS	36

## LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Calidad nutricional (%) de tres forrajeras, edad de rebrote 50 días.	18
Tabla 2. Digestibilidad de materia seca de los tres forrajes.	19
Tabla 3. Cinética de la digestión de la materia seca de las tres forrajeras.	21
Tabla 4. Digestibilidad de fibra detergente neutra de tres forrajes.	22
Tabla 5. Cinética de la digestión de la fibra detergente neutra de las tres forrajeras.	23
Tabla 6. Digestibilidad de la fibra detergente ácida de tres forrajes.	24
Tabla 7. Cinética de la digestión de la fibra detergente ácida de las tres forrajeras.	26
Tabla 8. Digestibilidad de nitrógeno total de tres forrajeras.	26
Tabla 9. Cinética de la digestión del nitrógeno total de las tres Forrajeras	28.

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Curva de digestibilidad in vitro de la materia seca de tres arbustivas	20
Gráfico 2. Curva de digestibilidad in vitro de la fibra detergente neutro de tres arbustivas	22
Gráfico 3. Curva de digestibilidad in vitro de la fibra detergente ácido de tres arbustivas	23
Gráfico 4. Curva de digestibilidad in vitro de proteína cruda de tres arbustivas	27

## 1. RESUMEN

La optimización en la producción pecuaria en zonas como el Piedemonte Llanero, requiere de alimentos con los componentes nutricionales que aporten al desarrollo eficiente de los animales. Los productores y profesionales agropecuarios deben conocer la gran variedad de materias primas ya sean arbóreas, arbustivas o forrajeras, que pueden usar para la buena nutrición del ganado ovino. Asimismo, incluyendo los aportes proteicos y energéticos, su disponibilidad, adaptabilidad y tiempos de corte. Por lo tanto, este proyecto determinó los componentes nutricionales y la digestibilidad *in vitro* de tres forrajeras, Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Cratilia (*Cratylia argentea*), para alimentación en ovinos. Los componentes nutricionales (materia seca- MS, fibra detergente neutra- FDN, fibra detergente ácida- FDA y nitrógeno total- NT y Proteína cruda-PC por Método de Kjeldahl) y la digestibilidad *in vitro* fueron determinados en los forrajes.

Dentro de los hallazgos, se observó que la Cratilia resultó tener una gran cantidad de MS (30,4%) y PC (22,82%) frente a los otros tratamientos, pero debido a sus altos valores de FDN (42,56%) y FDA (29,34%), la digestibilidad del follaje tiende a disminuir, esta información se valida con los resultados a las 72 horas, de digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS), digestibilidad *in vitro* de fibra detergente neutra (DIVFDN), digestibilidad *in vitro* de fibra detergente ácida (DIVFDA) y digestibilidad *in vitro* de nitrógeno total (DIVNT), siendo 58,59%, 46,83%, 42,53% y 66,40% respectivamente.

Igualmente, se encontró como la mejor alternativa para la alimentación en ovinos el Matarratón, con MS (26,6%), PC (17,71%), FDN (32,52%) y FDA (15,24%), y, por su gran capacidad para digerirse, donde la DIVMS (69,08%), DIVFDN (57,79%), DIVFDA (51,96%) y DIVNT (80,06%).

Las especies estudiadas se caracterizan por su gran calidad proteica y digestible, sobresaliendo en orden de importancia el Matarratón, la Cratilia y el Botón de Oro para la utilización en la alimentación del sector productor ovino.

*Palabras clave:* Piedemonte Llanero, componentes nutricionales, digestibilidad *in vitro*, *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea*.

## 2. SUMMARY

Optimization in livestock production in areas such as the Piedemonte Llanero requires food with the nutritional components that contribute to the efficient development of animals. Agricultural producers must know the great variety of raw materials whether they are arboreal, shrubby or forage; which can be used for good nutrition of sheep. Also, including protein and energy contributions, availability, adaptability and cutting times. Therefore, this project determined the nutritional components and the *in vitro* digestibility of three forages. Golden button (*Tithonia diversifolia*), Matarratón (*Gliricidia sepium*) and Cratylia (*Cratylia argentea*) for feeding in sheep. The nutritional components (dry matter-MS, neutral detergent fiber-NDF, acid detergent fiber-FDA and total nitrogen-NT and crude protein-PC by the Kjeldahl method) and digestibility *in vitro* were determined in the forages. Cratylia resulted to have a large amount of MS (30.4%), and PC (22.82%) compared to the other treatments, but due to its high values of NDF (42.56%) and FDA (29.34 %) foliage digestibility tends to decrease. And it is validated with its results at 72 hours, of digestibility *in vitro* of dry matter (DIVMS), digestibility *in vitro* of neutral detergent fiber (DIVFDN), digestibility *in vitro* of acid detergent fiber (DIVFDA) and digestibility *in vitro* of total nitrogen (DIVNT), being 58.59%, 46.83%, 42.53% and 66.40% respectively. Finding as the best alternative for feeding in sheep the matarratón with MS (26.6%), PC (17.71%), NDF (32.52%) and FDA (15.24%) and for its great ability to digest itself, where DIVMS (69.08%), DIVFDN (57.79%), DIVFDA (51.96%) and DIVNT (80.06%). The species studied are characterized by their high protein and digestible quality, excelling in order of importance the matarratón, cratylia and botón de oro for use in the diet of the sheep producing sector.

*Key words:* Piedemonte llanero, nutritional components, digestibility *in vitro*, *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* and *Cratylia argentea*.

### 3. INTRODUCCIÓN

La producción Ovina a lo largo del territorio Colombiano cuenta con aproximadamente 1.449.705 ejemplares, en donde los departamentos de la Guajira, Magdalena, Boyacá, Cesar y Córdoba presentan la mayor población (ICA, 2017). En el Piedemonte Llanero se implementa cada vez más esta práctica productiva, donde utilizan como base de su alimentación gramíneas forrajeras que se establecen muy bien en el trópico. Aunque las características nutricionales de estos forrajes en la región presentan insuficiencias otorgándoles baja calidad, baja digestibilidad, deficiencias en nutrientes esenciales como es la proteína cruda y altos niveles de fibra.

En ese sentido, con el fin que el productor cuente con más y mejores alternativas para la alimentación de sus animales, el presente estudio determina y evalúa el contenido nutricional y digestibilidad *in vitro* de forrajes y leguminosas arbóreas como el Botón de oro (*T. diversifolia*), el Matarratón (*G. sepium*) y la Cratilia (*C. argétea*) que se distribuyen y adaptan a las condiciones de esta región y su follaje presenta mayores contenidos de proteína que la mayoría de gramíneas que son comúnmente usadas para la alimentación en rumiantes (Narváez & Lascano, 2004).

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general

Determinar la digestibilidad *in vitro* de tres forrajes: *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium*, *Cratylia argéntea* en líquido ruminal Ovino.

### 4.2 Objetivos específicos

- Analizar los resultados del contenido de nitrógeno total, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, de las tres forrajes: *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium*, *Cratylia argéntea* en fresco.
- Evaluar la digestibilidad *in vitro* en líquido ruminal Ovino de las especies forrajes: *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium*, *Cratylia argentea*.

## 5. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1 Situación de la ganadería ovina en departamentos de la orinoquia y piedemonte llanero.

Anteriormente, en la región de los Llanos Orientales y el Piedemonte se acostumbraba la tenencia de Ovinos de pelo principalmente adjuntas a producciones de ganadería Bovina. Con la única funcionalidad de ser fuente de alimentación para los obreros y personal de la finca y así evitar el sacrificio de Bovinos. Con el paso del tiempo hasta la actualidad, ha cambiado esa percepción y costumbres, y se logra el gran avance de ser tenedores de animales a ser un sistema productivo y potencial ganadero.

Según el (ICA, 2017) los departamentos pertenecientes a la región de la Orinoquia cuentan con una población Ovina: Arauca 14.271, Casanare 13.897, Meta 32.869 y Vichada 1.207 animales, con una totalidad de 62.244 animales. Y los departamentos como Boyacá 105.937 y Caquetá 24.046 animales, con un total de 129.983 animales que hacen parte del Piedemonte Llanero. Como resultado de estas zonas, abarcarían el 13,25% de la población total Ovina del país (1.449.705) y continua en ascenso cada año.

El potencial productivo de estas regiones sigue creciendo y con esto los estudios e investigaciones que favorezcan y optimicen la producción ovina.

### 5.2 Digestibilidad *in vitro* en rumiantes.

La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque por los microorganismos anaerobios ruminales. La digestibilidad de los forrajes permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento Araiza *et al.*, 2013.

El empleo correcto de las técnicas *in vitro* o de laboratorio permite, en un tiempo relativamente corto, obtener un alto número de repeticiones o de muestras según sea el interés. Así mismo, en vista del mayor control de las condiciones, se espera que estas técnicas tengan una menor variabilidad (Ruiz, 2011).

Los métodos *in vitro* que han sido utilizados ampliamente desde su introducción son el de Tilley y Terry ,1963 y el de Van Soest *et al.*, 1966, considerados los procedimientos más exactos para la predicción de la digestibilidad en rumiantes. Estos métodos se consideran de referencia para calcular la digestibilidad en rumiantes, ha sido modificado y adaptado según el tipo de alimento, al igual que se han probado diferentes tampones de dilución para ajustar el pH del inóculo. Pese a su exactitud y modificaciones, este método requiere de mucho tiempo y

trabajo, además cada alimento debe incubarse por separado, limitando el número de muestras a ser analizadas (Giraldo *et al.*, 2007).

Así mismo, la técnica desarrollada por Van Soest *et al.*, 1966, supone una alternativa al método de Tilley y Terry, ya que permite una valoración más rápida de los alimentos sin afectar negativamente la precisión del valor obtenido (Van Soest, 1994). Este procedimiento consiste en una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48 horas a 38°C, seguido del tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro detergente durante 1 hora a 100°C, y los valores obtenidos se consideran una estimación de la digestibilidad real de los alimentos (Bochi-Brum *et al.*, 1999)

El inconveniente de la técnica *in vitro* reside en la variabilidad de sus resultados, debido a que la microflora ruminal está influenciada por el tipo y cantidad de dieta proporcionada al animal (Torres *et al.*, 2009).

### 5.3 Botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

En Colombia esta planta crece en diferentes condiciones agroecológicas, desde el nivel del mar hasta 2700 m, con precipitaciones que fluctúan entre 800 a 5000 mm y en diferentes tipos de suelo, tolerando condiciones de acidez y baja fertilidad. Se encuentra creciendo espontánea a orillas de caminos y ríos (Ríos, 1999).

En el trópico alto colombiano no se cuenta con muchas opciones al momento de elegir especies forrajeras de interés nutricional y que además, cambie el impacto generado por la ganadería; *Tithonia diversifolia*, por su contenido de proteína, carbohidratos solubles (Medina *et al.*, 2009) y la presencia de taninos, puede ayudar a mejorar el balance ruminal en cuanto al aporte de energía y proteína. Lo anterior implica una mayor eficiencia para la transformación del amoníaco en proteína microbiana, lo que a la vez provoca una disminución en los costos energéticos por las menores pérdidas de amoníaco, metano y CO<sub>2</sub> ruminales y una disminución en la contaminación ambiental (Gallego *et al.*, 2014).

La *Tithonia diversifolia* ha sido reconocida entre los productores como una planta con un importante valor nutricional, principalmente por su capacidad para la acumulación de nitrógeno (Medina *et al.*, 2009) y por el nivel de fibra bruta, siendo este del 31,6% a los sesenta días de edad (Roa *et al.*, 2010), características que dejan al botón de oro en condiciones nutricionales similares a las de otras plantas arbustivas destinadas a la producción forrajera en el trópico alto colombiano, entre las que se pueden mencionar el nacedero (*Trichanthera gigantea*), san joaquín (*Malvaviscus penduliflorus*), morera (*Morus alba*), chachafruto (*Erythrina edulis*), aliso (*Alnus acuminata*) (Gallego *et al.*, 2014).

En cuanto a su potencial forrajero presenta características deseables para su uso en la alimentación de bovinos, conejos, cuyes, ovejas y cerdos (Mahecha *et al.*, 2007). Posee un contenido de proteína cruda (PC) entre 14 y 28% y una degradabilidad ruminal que oscila entre 50 y 90%. No obstante, las variables químicas son fuertemente dependiente de la fenología de la planta y de la edad de la biomasa (Ríos, 1999).

#### 5.4 *Cratylia (Cratylia argentea)*.

*Cratylia argentea* es una leguminosa arbustiva nativa de Brasil, Perú y Bolivia, que se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 900 msnm, en lugares con climas húmedos o subhúmedos, y épocas secas de cinco a seis meses. Se adapta, además, a suelos ácidos de mediana fertilidad con buen drenaje (Lascano *et al.*, 2005).

Tiene un valor nutritivo superior al de otras leguminosas arbustivas, además de que sólo tiene pequeñas cantidades o no contiene taninos. Se mantiene verde y productiva durante la temporada de sequía, produciendo más forraje que muchas otras leguminosas arbustivas superando las 9 t/ha/año (Valles *et al.*, 2014).

La composición química de la *Cratylia argentea* se ve afectada por la madurez y por la parte de la planta que se analice, teniendo las hojas y tallos finos poseen menor contenido de pared celular que los tallos gruesos, lo que favorece la Digestibilidad in Vitro (DIVMS) y con ello el consumo por parte de los animales (Santana & Medina, 2005). Una gran ventaja de esta leguminosa arbustiva son sus bajos niveles de taninos, altos niveles de proteína cruda, lo cual hace una excelente fuente de nitrógeno fermentable en el rumen (Wilson & Lascano, 1997).

Se reporta una calidad nutritiva de *Cratylia argentea* en un cultivo sembrado en el mes de julio, realizando cortes de uniformización entrando el periodo de época seca y en el mes de mayo, donde se empezaron a realizar cortes cada ocho semanas. Una Proteína Cruda PC entre 15 y 20% en época seca y 10 y 21.6% en época de lluvias (Rodríguez & Guevara, 2002). Y según el tipo de suelo terraza y mesón, con 90 días de rebrote se puede encontrar resultados respectivamente de PC (17.82 y 18.24), FDN (62.64 y 56.69), FDA (54.72 y 48.18), DIVMS (35.34 y 43.28) (Suarez *et al.*, 2008).

#### 5.5 Matarratón (*Gliricidia sepium*).

Leguminosa arbórea originaria de Centro América y norte de Sur América, que crece desde el nivel del mar hasta los 1600 m de altitud, en una amplia variedad de suelos incluyendo los ácidos con pH de 5 a 7, y erosionados, con buen crecimiento tanto en suelos livianos como en los profundos. Para su mejor

crecimiento requiere temperaturas ambientales entre 22°C y 30 °C, con 800 a 2300 mm de precipitación. El matarratón se caracteriza por alcanzar hasta 15 m de altura y 40 cm de diámetro, con una producción de 6200 kg/ha/corte de forraje verde en época de lluvia y 800 kg/ha/corte en época seca, con cortes trimestrales. Esta leguminosa, se usa comúnmente para ramoneo o como banco de proteína, además de ser utilizada también para cercas vivas, siendo propagada ya sea sexual o asexualmente (Hurtado *et al.*, 2012). El matarratón contiene un alto contenido de proteína bruta, con valores que van desde 18,8 hasta 27,6% en las hojas y de 14,1 a 25% en tallos tiernos con un 65% digestibilidad.

En otros estudios se 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 (Cardozo, 2013).

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Localización

Esta investigación se realizó en el municipio de Villavicencio, en la granja de UNILLANOS sede Barcelona y en el Laboratorio de Nutrición Animal de Unillanos ubicados en el kilómetro 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.

### 6.2 Trabajo experimental

Las recolecciones de las forrajeras Botón de Oro (Tratamiento 1), Cratilia (Tratamiento 2) y Matarratón (Tratamiento 3), se hicieron en un periodo de corte de 50 días, en la granja Unillanos. Las muestras de material verde (MV) fueron de 1000 gr, las cuales fueron llevadas al Laboratorio de Nutrición Animal, donde se deshidrataron en una estufa de aire forzado a 72°C por 72 horas, posteriormente se molieron (criba de 2 mm) para homogenizar el tamaño de la partícula. Se tomaron muestras de cada una y se determinaron los valores de: materia seca (MS), humedad final (HF), nitrógeno total (NT), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente acida (FDA) siguiendo la metodología de la A.O.A.C., 2006.

Para las pruebas *in vitro* se incubaron los forrajes con líquido ruminal durante 72 horas a 38°C, seguido del tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro-detergente durante 1 hora a 100°C. La extracción del líquido se realizó manualmente y en horas de la mañana (7 a.m.) en animales previamente sacrificados, se retira toda la ingesta situada en la parte alta del rumen y se extrae la parte semilíquida que es filtrada en un vaso estéril de 250 mililitros (ml), utilizando una gasa. El material extraído es mezclado con la solución de Mc Dougall previo al inicio de la incubación. La jeringa con inóculo es mantenido a una temperatura de 38°C, en un baño de maría y lleno a capacidad evitando la oxigenación del material. La relación buffer: líquido ruminal es de 3: 1, es decir que se utiliza 3.75 ml de buffer por cada 1.25 ml de líquido ruminal para las 72 horas de incubación. La inoculación de cada forraje, se hace en jeringas de 20 ml procesando 3 muestras para cada hora (6, 12, 24, 48 y 72), utilizando 150 jeringas. Ya montadas, selladas y rotuladas las jeringas se introducen a la incubadora heidolph®, (**Modelo** Plug & Play Unimax) la cual mantiene una temperatura constante de 39°C y movimientos circulares a una velocidad 113 revoluciones por minuto (RPM). Obtenido el residuo degradado, realizó el pesaje en balanza analítica y después para análisis de Digestibilidad de materia seca (DMS), Digestibilidad de fibra detergente neutra (DFDN), Digestibilidad de fibra detergente ácida (DFDA) y digestibilidad de Nitrógeno total (DNT).

También se realizó el modelaje de la cinética de degradación de estos nutrientes: MS, FDN, FDA y NT, utilizando modelos no lineales, como el de Orskov y McDonald, 1979.

$P = a + b * (1 - \exp -c*t)$  Donde:

P= degradabilidad potencial

t = tiempo de incubación

a = intercepto con el eje Y en el tiempo cero. Representa el sustrato soluble y completamente degradable

b = la diferencia entre el intercepto (a) y la asíntota. Representa la fracción insoluble pero potencialmente degradable del sustrato el cual es degradado por los microorganismos de acuerdo con un proceso cinético de primer orden.

c = tasa constante de la función b. Se utilizó la constante de tasa de degradación (c) 0,022% según NRC 1980.

### 6.3 Procesamiento de la información

Los datos experimentales resultantes serán ajustados en Software Excel, Microsoft®; y en el programa estadístico SSPS, versión 15, con la aplicación de pruebas de comparación de Tukey para establecer las diferencias entre forrajes. Las variables analizadas serán: digestibilidad *In vitro* de la MS, nitrógeno total, FDN y FDA. A las 0, 6, 12, 24, 48 y 72 horas.

Se utilizó un diseño completamente al azar tres tratamientos con tres replicaciones cuyo modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon(i)j$$

$Y_{ij}$  = Variables respuestas digestibilidad *In vitro* de la MS nitrógeno total, FDN y FDA

$\mu$  = Efecto de los factores constantes.

$T_i$  = Efecto del tratamiento  $i$  ( $i = 1, 2, 3$  y  $4$ ).

$\epsilon(i)j$  = Error experimental observado en el tratamiento  $i$ , que se encuentra en la  $j$ -ésima repetición.

Se realizó un análisis de varianza para establecer la digestibilidad aparente *in vitro* de los nutrientes de las muestras. Las variables evaluadas serán los 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.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Calidad nutricional de los forrajes.

En los valores de PC de cratilia, según Valles *et al.*, 2014, se encontraron semejanzas a pesar de su edad de corte. Por otra parte, el porcentaje de FDN y FDA presentan una amplia diferencia, de 10% y 4% respectivamente, con relación a los observados por los mismos autores. El contenido de proteína del Matarratón, según lo reportado por Hurtado *et al.*, 2012, es alto, entre 18,8% hasta 27,6%, lo que está de acuerdo con los valores de este trabajo (Tabla 1). Según el estudio de Molina *et al.*, 2013, la FDN fue similar, con una variación aproximada de una unidad porcentual; mientras que para la FDA fue una diferencia del 10%, con relación a lo obtenido por estos autores. (Tabla 1)

Tabla 1. Calidad nutricional (%) de tres forrajeras, edad de rebrote 50 días.					
Forrajes	MS	FDN	FDA	NT	PC
Cratilia	30,4	42,56±0,33	29,34±1,6	3,65±0,28	22,82±1,75
Matarratón	26,6	32,52±0,37	15,24±0,66	2,83±0,27	17,71±1,66
Botón de oro	15,2	35,84±0,73	30,6 ±1,7	3 ±0,38	18,78±2,35

MS= materia seca. FDN= fibra detergente neutro. FDA= Fibra detergente ácido. NT= nitrógeno total. PC= proteína cruda.

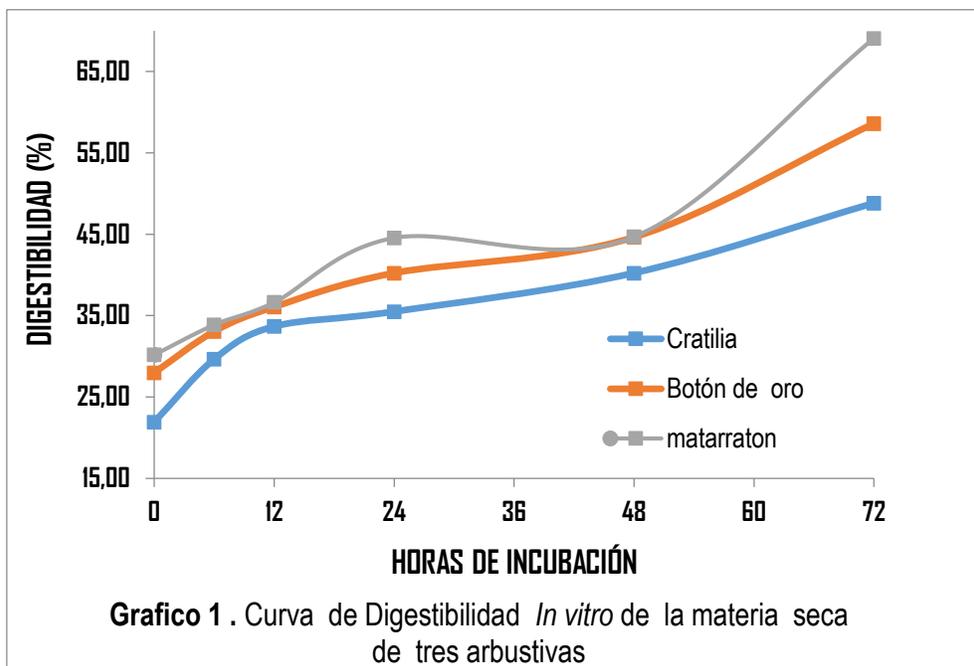
### 7.2 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca. DIVMS

El mayor valor de digestibilidad *in vitro* ( $P>0,05$ ) en los tres tratamientos a las 72 horas (tablas 2), fue para *G. sepium*; cabe destacar que este comportamiento se mantuvo en todas las horas evaluadas, demostrándose, que esta arbustiva tiene capacidad forrajera, lo que la hace una fuente importante de alimento para los Ovinos, su DIVMS es de 69,08%, siendo superior con relación a 58,59% de *T. diversifolia* y 48,82% de *C. argentea* (Tabla 2). Comparando los valores de DIVMS, de este experimento con otras investigaciones en el trópico realizadas por Sosa *et al.*, 2004, de especies forrajeras en Ovinos, se halló una DIVMS de

53.3%, lo cual es inferior con *G. sepium* y *T. diversifolia* y superior a *C. argentea*, haciendo referencia a la digestibilidad del material vegetal en el rumen que está relacionada a la proporción de pared celular; además, consideran que las especies arbóreas con contenidos de 20 a 35 % de FDN pueden ofrecer valores altos de digestibilidad de materia seca, debido a que esta no solo depende de la FDN, sino también al grado de lignificación de la planta. Cardozo, 2013, encontró valores de 66 % de DIVMS de *G. sepium*, en una evaluación de digestibilidad con *Cynodon nlemfuensis*; al igual que Cáceres, 1997, quien observó gran diferencia del matarratón frente a la gramínea, donde analizaron que a medida que aumenta el valor de la FDA, la digestibilidad del follaje disminuye, con esto se deduce que a menor contenido de FDA, mayor será la digestibilidad; para el caso de la *G. sepium* con respecto a las gramíneas, la *G. sepium* presenta mejores valores.

Tabla. 2 Digestibilidad de materia seca de los tres forrajes			
HORA	T1	T2	T3
0	21,94 <sup>a</sup>	28,00 <sup>a</sup>	30,20 <sup>a</sup>
6	29,66 <sup>a</sup>	33,07 <sup>ab</sup>	33,89 <sup>b</sup>
12	33,67 <sup>a</sup>	36,07 <sup>b</sup>	36,64 <sup>b</sup>
24	35,49 <sup>a</sup>	40,23 <sup>ab</sup>	44,56 <sup>b</sup>
48	40,23 <sup>a</sup>	44,63 <sup>a</sup>	44,70 <sup>a</sup>
72	48,82 <sup>a</sup>	58,59 <sup>b</sup>	69,08 <sup>c</sup>
T1= Cratilia ( <i>Cratylia argentea</i> ) T2= Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ), T3= Matarratón ( <i>Gliricidia sepium</i> ) -Se observa significancia cuando hay letras diferentes en la misma fila.			

El comportamiento de los tres forrajes, evidenció la relación entre T2 y T3, puesto que parten de valores similares, y, al compararlos a las 12 y 48 horas muestran similitud los datos de DIVMS, mientras que a las 72 horas, el matarratón alcanza valores del 69% y el botón de oro se queda con el 58%. Diferente al caso de la cratilia, donde su curva de degradación es constante y estuvo siempre por debajo de las otras dos forrajeras, con un 49% de DIVMS (Gráfico 1). Referente a la cinética de degradación ruminal (Tabla 3), se observa que T2 tiene mayor potencial para degradar la MS: 10, 23%, en comparación con 7,42 y 9,83% de T1 y T3, respectivamente, aunque la fracción soluble fue superior en T3.



Los valores DIVMS de T2, 58,59 %, están por debajo, con respecto a lo encontrado por Gallego *et al.*, 2014, (75,28 %) en época lluviosa y con una edad de 60 días, lo cual coincide con Vereda *et al.*, 2011, quienes reportan durante el período lluvioso DIVMS valores a los 60 días de 75 %; por otro lado, Soto *et al.*, 2009, trabajaron con especies forrajeras tropicales a diferentes edades de rebrote y hallaron valores de 65,3% para *G. sepium* y 57% para *T. diversifolia* en rebrotes de 10 semanas. González *et al.*, 2011 obtuvieron valores inferiores a las digestibilidades verdaderas, en comparación con las aparentes, estando en un rango de 72.25 a 79.77 %, lo cual es similar a los estudios anteriormente nombrados, que comparados con esta investigación son superiores; es de anotar, que estos autores destacan que el desarrollo de la planta y la composición nutricional de la *T. diversifolia* puede presentar variaciones en función de las condiciones del suelo donde se cultive, así como de otros factores ambientales, siendo de especial importancia el efecto de las temporadas secas o lluviosas.

La calidad nutricional de una planta depende de múltiples factores, dentro de los cuales se encuentra la digestibilidad; en este trabajo se puede observar que el resultado más bajo de DIVMS de las forrajeras estudiadas, fue la de *Cratylia argentea* (48.82 %), siendo similar a la hallada en investigaciones realizadas por Argel y Lascano, 2000, en donde se reporta 48 % de DIVMS comparado con 51% de *G. sepium*; también Lascano, 1995, cita una DIVMS de 48.1% para *Cratylia* y 50,5% para *G. sepium* lo cual está asociado a su bajo contenido de taninos condensados. Flores *et al.*, 1998 encontraron una DIVMS de *C. argentea* de 51,9

%, y resaltan la buena digestibilidad de MS de la planta al observar resultados similares en degradabilidad ruminal (53.5 %). Correa y Pinzón, 2010, quienes realizaron una investigación en Tauramena, Casanare, identificaron valores de DIVMS de 49,6 %, relacionándolo por debajo de lo reportado por Ibrahim *et al.*, 2000, de 52.8% en degradabilidad ruminal *in situ* en rebrotes de *C. argentea*, pero mayor, a la reportada por Celis *et al.*, 2004, en zona de ladera del Valle del Cauca con una DIVMS de 47%.

Analizando la cinética de degradación *in vitro*, la cual fue simulada utilizando la formula según NRC 1980, que se aplica en el rumen, se encontró que la fracción potencialmente degradable (P) fue de T3 78,91%, siendo superior en 12,78% para T2 y T1 de 28,72%, en la fracción c se demostró también que la degradación por hora fue mayor para T2 10,23% en comparación con los otros 2 tratamientos. Esto indica que el botón de oro es más soluble en el tiempo que las otras dos, (Tabla 3).

Fracción	T1	T2	T3
a (%)	21,94	28	30,2
b (%)	48,82	58,59	69,08
c (%/h)	7,42	10,23	9,83
P(%)	56,24	68,82	78,91

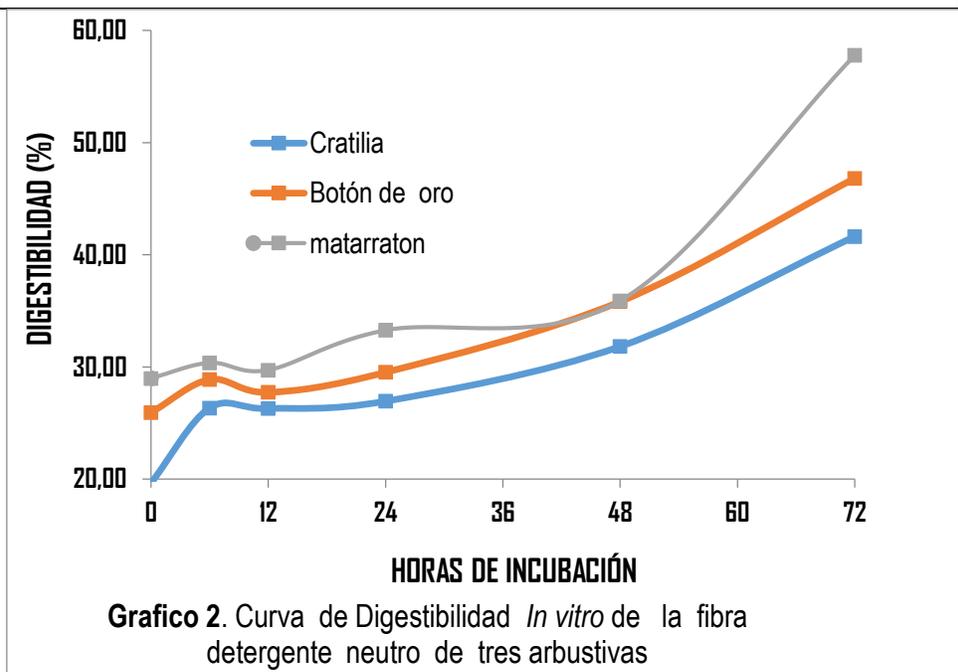
T1= *Cratylia argentea* T2= *Tithonia diversifolia* T3= *Gliricidia sepium* .Se aplicó la fórmula de Orskov y McDonald, 1979:  $P = a + b * (1 - \exp -c*t)$  Donde: P= degradabilidad potencial, t = 72 horas, a=fracción soluble y degradable, b = fracción insoluble, potencialmente degradable, c = tasa constante de degradación: 0,022% según NRC 1980.

### 7.3 Digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra. DIVFDN

Los valores de DIVFDN evidencian un mayor desempeño de T3 a partir de las cero horas de digestión (Tabla 4), sin embargo, a las 48 horas T2 fue similar a la de T3 (Gráfico 2), pero, a las 72 horas se observa que la digestibilidad de la T3 aumenta en 19 % con relación a T2 y un 27% mayor que T1. Estos datos indican que la DIVFDN depende de la madurez del forraje e influye la disponibilidad de nutrientes de cada planta.

Tabla. 4. Digestibilidad de fibra detergente neutra de tres forrajes			
HORA	T1	T2	T3
0	19,64 <sup>a</sup>	25,94 <sup>ab</sup>	28,98 <sup>b</sup>
6	26,34 <sup>a</sup>	28,89 <sup>a</sup>	30,37 <sup>b</sup>
12	26,30 <sup>a</sup>	27,75 <sup>ab</sup>	29,72 <sup>b</sup>
24	26,95 <sup>a</sup>	29,53 <sup>ab</sup>	33,27 <sup>b</sup>
48	31,83 <sup>a</sup>	35,84 <sup>a</sup>	35,91 <sup>a</sup>
72	41,63 <sup>a</sup>	46,83 <sup>ab</sup>	57,79 <sup>b</sup>

T1= *Cratylia argentea* T2= *Tithonia diversifolia* T3= *Gliricidia sepium*. Se observa significancia cuando hay letras diferentes en la misma fila.



Hoffman & Combs, 2005, en su estudio en el uso de la digestibilidad del FDN en la formulación de raciones, afirman que un aumento en el contenido de nutrientes digestibles totales, energético y proteico, incrementa la producción de leche; estos planteamientos fueron basados en un trabajo anteriormente realizado por Oba & Allen, 1999, quienes determinaron que una unidad de aumento en el contenido de DFDN en la dieta, resulta en 0.177 kg/día de incremento en el consumo de materia seca, reflejándose en el incremento de energía y en la producción de leche. Es de anotar, que la célula vegetal posee una pared celular constituida por carbohidratos estructurales y lignina, lo cual corresponde a la FDN, esto quiere decir, que conforme a la maduración del forraje, disminuye la capacidad de

ingestión y digestión del material vegetativo; conllevando a la reducción de su valor nutricional.

Castellano *et al.*, 2015 muestran en su trabajo de nutrición y alimentación de ganado bovino la presente ecuación (CONS%W) la cual representa el consumo de MS expresado como un porcentaje del peso vivo del animal y % de FDN del alimento ofrecido. En esta ecuación se puede apreciar que, a mayor contenido de FDN menor es el consumo de materia seca estimado en base al porcentaje de peso vivo (CONS%W). Este proceso es explicado por el alto volumen ruminal que ocupan los alimentos con mayor contenido de fibra y el mayor tiempo de retención en el tracto digestivo que se requiere para digerirlos (Castellano *et al.*, 2015).

Lo anterior indica, que existe una relación directamente proporcional entre el tiempo de maduración del forraje y el contenido de FDN, cuando son menores sus digestibilidades, mayor es el tiempo de maduración y mayor el contenido de FDN, o viceversa. Esto concuerda con los resultados encontrados en esta investigación, puesto que la *Gliricidia sepium* obtuvo una FDN 32,6 a tiempo de corte y DFDN (57,9%), *T. diversifolia* 36,1 y DFDN (46,83%), y por último, la *Cratylia argentea* 42% y DFDN (41,61%), respectivamente. Romero, 2000 reporta en *G. sepium* una digestibilidad de la FDN del 50% y asume con su investigación que estos resultados son bajos debido a la presencia de taninos que tiene esta arbórea, lo cual influye en el rumen, disminuyendo la digestibilidad de proteína, pared celular, materia orgánica y fibra, obedeciendo este resultado a la falta de nitrógeno ruminal.

Analizando la cinética de degradación *in vitro*, la cual fue simulada utilizando la fórmula según NRC, 1980, que se aplica en el rumen, se encontró que la fracción potencialmente degradable (P) fue de T3, 68.96%, siendo superior en 16,12% para T2 y 29,37 T1, en la fracción c se demostró también que la degradación por hora fue mayor para T3 (11,17%) en comparación con los otros 2 tratamientos. Esto indica que el matarratón es más soluble en el tiempo que las otras dos, (Tabla 5).

Tabla 5. Cinética de la digestión de la fibra detergente neutra de las tres forrajeras			
Fracción	T1	T2	T3
a (%)	19,64	25,94	28,98
b (%)	41,63	46,83	57,79
C (%/h)	7,07	11,01	11,17
P(%)	48,7	57,84	68,96

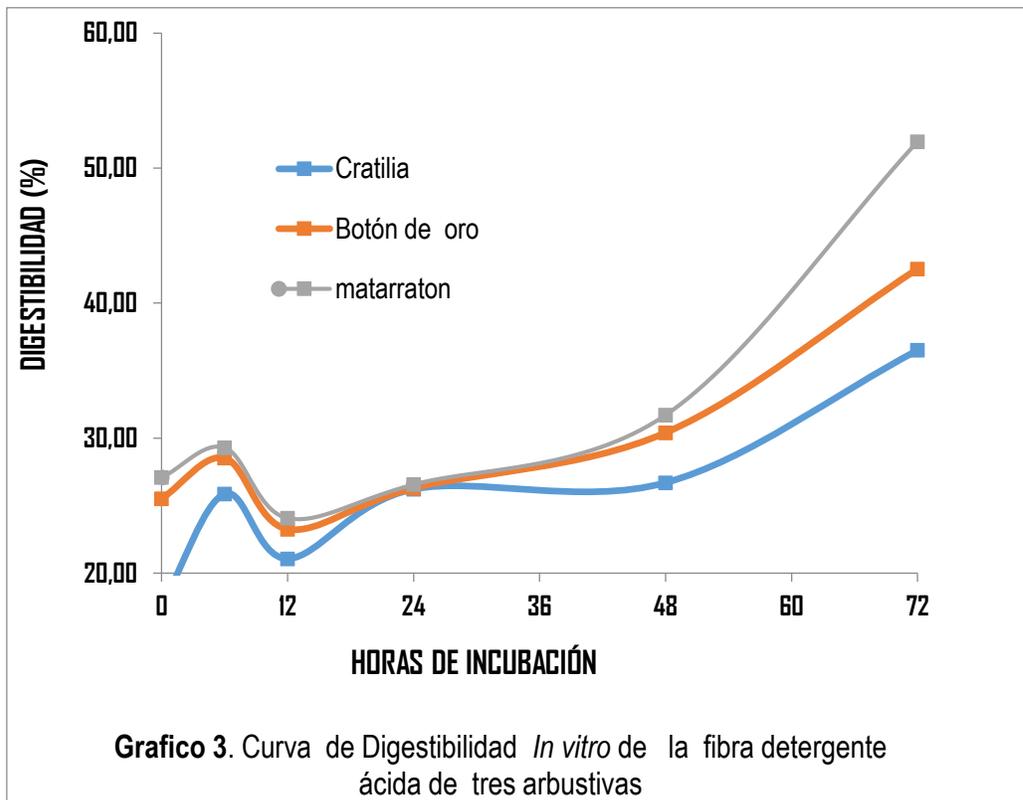
T1= *Cratylia argentea* T2= *Tithonia diversifolia* T3= *Gliricidia sepium* .Se aplicó la fórmula de Orskov y McDonald, 1979:  $P = a + b * (1 - \exp -c*t)$  Donde: P= degradabilidad potencial, t = 72 horas, a=fracción soluble y degradable, b = fracción insoluble, potencialmente degradable, c = tasa constante de degradación: 0,022% según NRC 1980.

#### 7.4 Digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente ácida (DIVFDA)

En la DIVFDA se evidencia que T3 obtuvo mayor valor comparado con los dos tratamientos, seguido de T2 y por último de T1 (Tabla 6). El comportamiento de las tres forrajeras es diverso, a las 0 horas hay diferencia de ( $P \geq 0.05$ ), siguiendo un patrón similar hasta las 12 horas; a las 24 horas los datos se vuelven homogéneos (Gráfico 3), mostrando gran similitud; pero, en adelante toma nuevamente diferencia, donde T3 sobrepasa el 50%, T2 con 42,5% y T3 con un 36,5%, siendo este un valor muy bajo de digestibilidad de FDA, teniendo en cuenta, que este dato afecta negativamente la digestibilidad de FDN y MS. También se observa gran similitud en la curva de digestibilidad de las forrajeras, pero no en los valores; cabe resaltar que en la hora 24 no hubo diferencia significativa de los tres forrajes, pero a partir de dicho momento las constantes toman direcciones diferentes, donde se resalta el mayor valor de T3 con 52%, y el menor valor 36% perteneciente a la T1. (Tabla 4 y Gráfica 3)

Sánchez, 2000, reporta que en ganado lechero, el contenido de energía de los forrajes frecuentemente se ve relacionada al contenido de FDA. West, 1996, sugiere que el uso de dietas bajas en fibra durante épocas cálidas mejora el consumo de materia seca, la producción de leche y posiblemente reducen el estrés térmico. Sin embargo, no se debe exceder con esta condición y corresponde mantener un mínimo de FDA del 17 a 18% para prevenir una acidosis.

Tabla 6. Digestibilidad de la fibra detergente ácida de tres forrajes			
HORA	T1	T2	T3
0	17,58 <sup>a</sup>	25,52 <sup>b</sup>	27,08 <sup>b</sup>
6	25,88 <sup>a</sup>	28,52 <sup>ab</sup>	29,30 <sup>b</sup>
12	21,07 <sup>a</sup>	23,26 <sup>a</sup>	24,08 <sup>a</sup>
24	26,23 <sup>a</sup>	26,30 <sup>a</sup>	26,57 <sup>a</sup>
48	26,70 <sup>a</sup>	30,40 <sup>a</sup>	31,71 <sup>a</sup>
72	36,52 <sup>a</sup>	42,53 <sup>a</sup>	51,96 <sup>a</sup>
T1= Cratilia ( <i>Cratylia argentea</i> ) T2= Botón de oro ( <i>Tithonia diversifolia</i> ), T3= Matarratón ( <i>Gliricidia sepium</i> )- Se observa significancia cuando hay letras diferentes en la misma fila.			



Di Marco, 2011, en su estudio sobre estimación de la calidad de los forrajes, apunta que su calidad depende del medio ambiente, por esta razón se encuentran forrajes con diferentes expresiones nutricionales (MS, NT, FDA, FDN), esto lleva a tener en cuenta el tiempo de corte y calidad del suelo. Castellano *et al.*, 2015, en su investigación de nutrición y alimentación del ganado ovino, resaltan que la digestibilidad del forraje no solamente depende del contenido de FDN, sino también del grado de lignificación de las paredes celulares y el porcentaje de digestibilidad de FDA, y que estas variaciones son atribuidas principalmente a características morfológicas de la planta, lugar, edad del árbol, tipo de suelo y a la edad de rebrote, por la posición de la fracción en la rama y por el componente de la misma.

Analizando la cinética de degradación *in vitro*, la cual fue simulada utilizando la formula según NRC 1980, que se aplica en el rumen, se encontró que la fracción potencialmente degradable (P) fue de T3, 62,82%, siendo superior en 13,09% para T2 y 34,73 T1, en la fracción c se demostró también que la degradación por hora fue mayor para T2 (11,55%) en comparación con los otros 2 tratamientos. Esto indica que el botón de oro es más soluble en el tiempo que las otras dos, (Tabla 7).

Tabla 7. Cinética de la digestión de la fibra detergente ácida de las tres forrajeras			
Fracción	T1	T2	T3
a (%)	17,58	25,52	27,08
b (%)	36,52	42,53	51,96
C (%/h)	6,48	11,55	10,86
P(%)	41	54,08	62,82

T1= *Cratylia argentea* T2= *Tithonia diversifolia* T3= *Gliricidia sepium*. Se aplicó la fórmula de Orskov y McDonald, 1979:  $P = a + b * (1 - \exp -c*t)$  Donde: P= degradabilidad potencial, t = 72 horas, a=fracción soluble y degradable, b = fracción insoluble, potencialmente degradable, c = tasa constante de degradación: 0,022% según NRC 1980.

### 7.5 Digestibilidad *in vitro* del nitrógeno total. DIVNT.

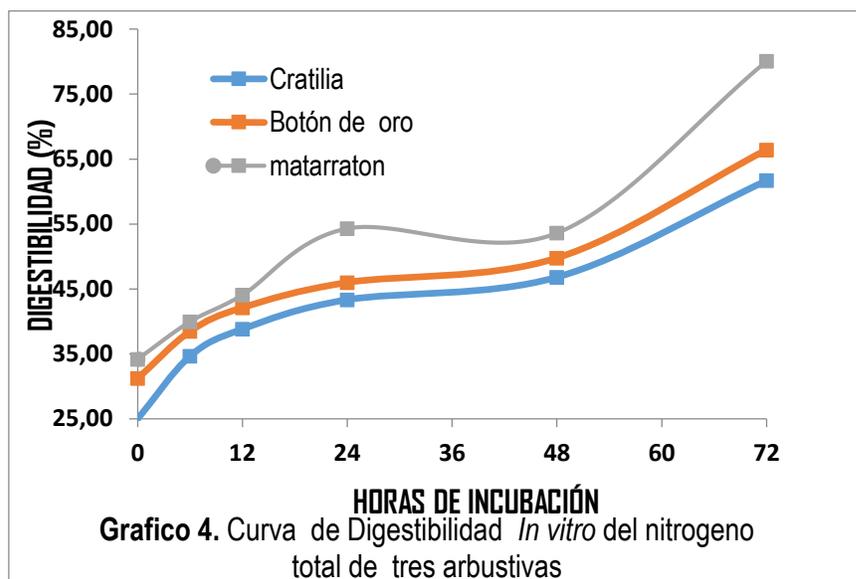
Se evidencia que T3 tuvo mayor respuesta, desde la primera medición, aunque a las cero horas no hay significancia en los valores, se puede observar que siempre estuvo por encima de T2, el cual a pesar de haber presentado un 3% de nitrógeno total (18,25% PC), su digestibilidad estuvo 14,2% por debajo en relación con T3 a las 72 horas (Tabla 8).

Tabla 8. Digestibilidad de nitrógeno total de tres forrajeras			
HORA	T1	T2	T3
0	24,96 <sup>a</sup>	31,20 <sup>a</sup>	34,17 <sup>a</sup>
6	34,63 <sup>a</sup>	38,46 <sup>b</sup>	39,95 <sup>b</sup>
12	38,81 <sup>a</sup>	42,11 <sup>b</sup>	44,06 <sup>b</sup>
24	43,33 <sup>a</sup>	45,99 <sup>b</sup>	54,30 <sup>b</sup>
48	46,81 <sup>a</sup>	49,76 <sup>a</sup>	53,60 <sup>a</sup>
72	61,68 <sup>a</sup>	66,40 <sup>a</sup>	80,06 <sup>b</sup>

T1= *Cratylia argentea* T2= *Tithonia diversifolia* T3= *Gliricidia sepium*. Se observa significancia cuando hay letras diferentes en la misma fila

Al comparar T2 con T1 no hay significancia mayor en los datos iniciales a cero horas, pero T1, a pesar de tener el más alto contenido de nitrógeno total (Tabla 1), presenta la digestibilidad más baja. Otro punto a destacar (Gráfico 4), es que los 3 tratamientos en la hora 48, estuvieron con resultados homogéneos de 50±3,2% de

digestibilidad, y, de esta hora en adelante T3 empieza a ascender notablemente hasta llegar a un 80,06% de digestibilidad del NT.



Lemos, 2014, reporta que el matarratón es una alternativa para la producción de leche, lo cual coincide con Hurtado *et al.*, 2012, quien encontró valores de proteína cruda digestible del 91,6% a las 72 horas; valor que está por encima de los reportados por Navarro *et al.*, 2011, quienes encontraron valores de digestibilidad de proteína cruda *in situ* en rumen, el cual, al compáralo con la digestibilidad *in vitro* fue de 31,63%; de acuerdo a este último, es totalmente adverso al resultado de esta investigación.

Correa & Mariño, 2010, en su trabajo sobre la calidad nutricional de *Cratylia argentea*, encontraron una digestibilidad de proteína ligada a FDN del 61,2%, lo cual estaría relacionado con el dato obtenido en esta investigación (61,68%). Roa & Muñoz, 2012, en una evaluación de degradabilidad *in situ* en bovinos suplementados con arbóreas, encontraron valores de digestibilidad de NT de 54,7%; por encima de los datos reportados por Lascano *et al.*, 2002, quienes citan un 44% de DIVNT, informe similar al reportado por Ibrahim *et al.*, 2000, que fue de 48% de degradabilidad en rebrotes de 60 días de *Cratylia argentea*, estos datos son menores a los de esta investigación (Tabla 8), pero se puede atribuir a la edad de corte, puesto que ningún dato fue relacionado con edades de rebrote menores a 60 días.

Mahecha & Rosales, 2005, mencionan sobre la proteína digestible de la *T. diversifolia* que no sobrepasa el 45%; Medina *et al.*, 2009, resaltan su importante valor nutricional, estando su digestibilidad ruminal de la proteína entre 68,93% y 73,73%, haciendo referencia que no se vio afectada por el contenido de metabolitos secundarios. Estos datos coinciden con los hallados por Gualberto *et al.*, 2011, quienes infieren sobre la potencialidad de este forraje, al presentar buena

aceptabilidad y altos niveles de proteína, además su rápida degradabilidad y buen nivel de fermentación ruminal. Rodríguez *et al*, 2007, resaltan que la presencia de taninos, pueden optimizar el uso de proteína tanto en el rumen como en el duodeno. Hess *et al*, 2006, aclara que para maximizar este efecto es conveniente usar mezclas de forrajes con y sin taninos, con esto habrá una parte de proteína fermentable y la otra será sobrepasante, lo que evitaría pérdidas de amonio al reducir la degradación de proteínas e incrementar su flujo al duodeno.

Analizando la cinética de degradación *in vitro*, la cual fue simulada utilizando la fórmula según NRC 1980 que se aplica en el rumen, se encontró que la fracción potencialmente degradable (P) fue de T3, 90,79%, siendo superior en 14,57% para T2 y 24,15% T1, en la fracción c se demostró también que la degradación por hora fue mayor para T2 (11,16%) en comparación con los otros 2 tratamientos. Esto indica que el botón de oro es más soluble en el tiempo que las otras dos (Tabla 9).

Tabla 9. Cinética de la digestión del nitrógeno total de las tres forrajas			
Fracción	T1	T2	T3
a (%)	24,96	31,19	34,17
b (%)	61,68	66,4	80,06
C (%/h)	7,18	11,16	10,73
P(%)	68,86	77,56	90,79

T1= *Cratylia argentea* T2= *Tithonia diversifolia* T3= *Gliricidia sepium* .Se aplicó la fórmula de Orskov y McDonald, 1979:  $P = a + b * (1 - \exp -c*t)$  Donde: P= degradabilidad potencial, t = 72 horas, a=fracción soluble y degradable, b = fracción insoluble, potencialmente degradable, c = tasa constante de degradación: 0,022% según NRC 1980.

El proceso de digestibilidad *in vitro* muestra valores por debajo de los resultados mostrados de digestibilidad potencial; pero muestran relación los datos encontrados puesto que se puede analizar la misma constante de diferencia en todos los datos; en el caso de T1 su diferencia fue  $7,03 \pm 0,5 \%$ , T2 diferencia de  $10,9 \pm 0,73$ , y, T3 diferencia de  $10,64 \pm 0,78$ . La digestibilidad potencial por la fórmula de Mc Donald muestra que los datos de DMS, DFDN, DFDA, DNT de T1 están por debajo de T2 y T3; también se asocia que T3 presenta valores mayores en las diferentes evaluaciones realizadas.

## 8. CONCLUSIONES

Los componentes nutricionales sin proceso de degradación, permitieron concluir que *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Cratylia argentea*, adaptadas en las condiciones del piedemonte llanero en Colombia, muestran notables diferencias. La *Cratylia argentea* cuenta con mayor contenido de materia seca (30,4% MS) y a su vez presenta mayor porcentaje de proteína cruda (22,82%) y cantidad de fibras (FDN y FDA). La *Gliricidia sepium*, exhibe los valores más bajos tanto en proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, en el orden de 17,71%, 32,52% y 15,24%, respectivamente. La *Tithonia diversifolia* se caracterizó por su poco contenido de materia seca (15,2%) y su resultado elevado de fibra detergente ácida (30,6%).

La digestibilidad in vitro de las forrajeras estudiadas en líquido ruminal ovino, concluye que la *Gliricidia sepium* es el forraje con mayor desempeño de digestibilidad comparados en los diferentes ítems evaluados (Tabla 2, 3, 4 y 5) y es el mejor para implementar en dietas para producciones ovinas, seguida de la *Tithonia diversifolia* y *Cratylia argentea*, en orden descendente.

No obstante, cabe destacar que la *Cratylia argentea*, aunque tuvo los resultados más bajos en las evaluaciones realizadas, fue el forraje con mayor cantidad de MS, lo que tiene un efecto positivo sobre los valores de la digestibilidad in vitro, debido a que si este es mayor, más altas serán las cantidades de PC y MS disponibles por unidad de alimento consumido.

Corresponde precisar, que diferentes autores coinciden en la afirmación, que la calidad de un forraje depende de factores como: suelo, medio ambiente, edad del rebrote, edad de la planta, época del año, etc., lo cual nos puede indicar que el valor nutricional de estas arbustivas puede llegar a alcanzar valores más altos que los indicados en esta investigación.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. (2006). *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis*. Washington, D. C.
- Alberto, G. L. (2016). *Evaluación agronómica y análisis productivo del botón de oro (Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray)*. Recuperado el 09 de Abril de 2018, de Evaluación agronómica y análisis productivo del botón de oro (Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray): [http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/6113/1/GallegoCastroL\\_2016\\_Evaluaci%C3%B3nAgron%C3%B3icaAnálisis.pdf](http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/6113/1/GallegoCastroL_2016_Evaluaci%C3%B3nAgron%C3%B3icaAnálisis.pdf)
- Araiza Rosales, E., Delgado Licon, E., Carrete Carreón, F., Medrano Roldán, H., Solis Soto, A., Murillo Ortiz, M., & Haubi Segura, C. (2013). Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 79-94.
- Argel , P. J., & Lascano, C. E. (2000). Cratylia argentea: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*, 189, 190. Obtenido de <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Lascan11.PDF>
- Bochi-Brum, O., Carro, M., Valdés, C., González, J., & López, S. (1999). DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE FORRAJES Y CONCENTRADOS: EFECTO DE LA RACIÓN DE LOS ANIMALES DONANTES DE LÍQUIDO RUMINAL. *Archivos de zootecnia* , 51-61.
- Cardozo Vargas, J. V. (SEPTIEMBRE de 2013). *EL MATARRATON (Gliricidia sepium) EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES*. Obtenido de EL MATARRATON (Gliricidia sepium) EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES.: <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1076/1/93117211.pdf>
- Cardozo, J. (2013). EL MATARRATON (Gliricidia sepium) EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES. *UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA*, 11-66.
- Castellano G., G., Orellana M., C., & Escanilla C., J. P. (Diciembre de 2015). *MANUAL BÁSICO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE GANADO*. Obtenido de MANUAL BÁSICO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE GANADO: <http://ficovino.agronomia.uchile.cl/wp-content/uploads/2016/01/Manual-B%C3%A1sico-de-Nutrici%C3%B3n-y-Alimentaci%C3%B3n-Ovina.pdf>

- Celis, P., Sanchez, G., & Parra, P. (octubre de 2004). Calidad nutritiva de las arbustivas forrajeras *Malvaviscus arboreus*, *Codariocalyx gyroides* y *Cratylia argentea*. *revista Corpoica*, 5(1), 56,59. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de [http://corpoica.gov.co/SitioWeb/Archivos/Revista/8ArbustivasForrajeras\\_pp56-59\\_RevCorpo\\_v5n1.pdf](http://corpoica.gov.co/SitioWeb/Archivos/Revista/8ArbustivasForrajeras_pp56-59_RevCorpo_v5n1.pdf)
- Correa, Y. T., & Mariño, S. (2010). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE Cratylia argentea SOMETIDA A DIFERENTES MÉTODOS DE CONSERVACIÓN, EN EL PIEDEMONTE LLANERO*. Obtenido de *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE Cratylia argentea SOMETIDA A DIFERENTES MÉTODOS DE CONSERVACIÓN, EN EL PIEDEMONTE LLANERO.:* <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6735/T13.10%20C817e.pdf?sequence=1>
- Cortes, H. (2010). SITUACIÓN DEL RECURSO OVINO Y CAPRINO EN COLOMBIA. *Ministerio de Agricultura de Colombia*.
- Di Marco, O. (2011). *ESTIMACIÓN DE CALIDAD DE LOS FORRAJES*. Obtenido de *ESTIMACIÓN DE CALIDAD DE LOS FORRAJES:* [http://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/45-calidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf)
- Flores, O., Bolivar, D., Botero, J., & Ibrahim, M. (Enero de 1998). *Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de ruminantes en el trópico*. Obtenido de FAO. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/lrrd/lrrd10/1/cati101.htm>
- Gallego, L., Mahecha, L., & Angulo, J. (2014). POTENCIAL FORRAJERO DE *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray EN LA PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS. *Agronomía Mesoamericana*. SCIELO, 393-403.
- Gallego-Castro, L. A., Mahecha-Ledesma, L., & Angulo-Arizala, J. (2014). *POTENCIAL FORRAJERO DE Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray EN LA PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS*. Recuperado el 19 de marzo de 2018, de *POTENCIAL FORRAJERO DE Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray EN LA PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS:* <http://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v25n2/a17v25n2.pdf>
- Giraldo, C., Valderrama, E., Montoya, L., & Armbrecht, I. (2007). Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 269-279.

- González, H., Orozco, A., Estrada, A., Rios, F., Gutierrez, E., Bernal, H., & Valenciaga, D. (04 de julio de 2011). Composición química, degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(1), 50, 51. Recuperado el 19 de marzo de 2018, de <http://www.redalyc.org/html/1930/193024313008/>
- Gualberto, R., Souza Junior, O. F., Costa, N. R., Braccialli, C. D., & Gaion, L. (2011). InFuência do espaçamento e do estágio de desenvolvimento da planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray. *Nucleus, INNS, Vol. 7(2)*, 135, 149.
- Hess, H., Gómez, J., & Lascano, C. (noviembre de 2006). Recuperado el 20 de marzo de 2018, de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=QT2009000035>
- Hoffman, P., & Combs, D. (Abril de 2005). Uso de la digestibilidad del FDN en la Formulación de Raciones. 6(3), 1,2. Recuperado el 25 de marzo de 2018, de <https://fyi.uwex.edu/forage/files/2014/01/NDFDRationesp-FOF1.pdf>
- Hurtado, D., Nocua, S., Narváez, W., & Vargas, J. (2012). Valor nutricional de la morera (*Morus sp.*), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum maximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *vet.zootec*, 56-65.
- Ibrahim, M., Pezo Quevedo, D., Franco, M. H., Camero, A., & Araya, J. L. (2000). *Degradabilidad ruminal in situ solubilidad de la proteína de rebrotes de Cratylia argentea de diferentes edades*. Recuperado el 29 de Enero de 2018, de DEPOSITO DOCUMENTOS DE LA FAO: <http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6319S/>
- ICA. (2017). *Instituto Colombiano Agropecuario*. Obtenido de Censo Pecuario Nacional - 2017 CENSO OVINO Y CAPRINO EN COLOMBIA: <https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2017.aspx>
- Lascano, C. (1995). *CGSpaceA Repository of Agricultural Research Outputs* *Calidad nutritiva y utilización de Cratylia argentea*. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de Taller de Trabajo sobre *Cratylia* (1995, Brasília, D.F., Brasil). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera: Memorias . Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/Cratylia\\_02\(783\).pdf#page=90](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Cratylia_02(783).pdf#page=90)
- Lascano, C., Rincón, A., Plazas, C., Avila, P., Bueno, G., & Argel, P. (2002). Cultivar Veranera (*Cratylia argentea* Desvaux O. Kuntze) – Leguminosa

arbustiva de usos múltiples para zonas con periodos prolongados de sequía en Colombia. *CORPOICA, CIAT*, 27.

- Lemos, J. N. (2014). *El Matarratón (Gliricidia sepium) como alternativa para la producción de leche en ganado bovino*. Obtenido de El Matarratón (Gliricidia sepium) como alternativa para la producción de leche en ganado bovino: <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/2779/1/11795460.pdf>
- Mahecha, L., Escobar, J., Suárez, J., & Restrepo, L. (2007). *Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú)*. *Livest. Res. Rural Dev.*, 9.
- Mahecha, L., & Rosales, M. (2005). *Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (Tithonia diversifolia [Hemsl.] Gray), en la producción animal en el trópico*. Obtenido de Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (Tithonia diversifolia [Hemsl.] Gray), en la producción animal en el trópico: <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd17/9/mahe17100.htm>
- McDonald, I. (1981). A revised model for estimation of protein degradability in the rumen. *Journal of Science Cambridge*, 251.
- Medina, M., García, D., González, E., González, L., Cova, P., & Morantinos, P. (2009). Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia tropical*, 134.
- Medina, M., García, E., González, L., Cova, L., & Morantinos, P. (2009). Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Trop*, 3-19.
- Molina, I., Cantet, J., Montoya, S., Correa, G., & Barahona, R. (2013). Producción de metano in vitro de dos gramíneas tropicales solas y mezcladas con *Leucaena leucocephala* o *Gliricidia sepium*. *SciELO*, 15-28.
- Narváez, N., & Lascano, C. (2004). Caracterización química de especies arbóreas tropicales con potencial forrajero en Colombia. *Pasturas Trop*, 66-74.
- Oba, M., & Allen, M. (marzo de 1999). Evaluation of the Importance of the Digestibility of Neutral Detergent Fiber from Forage: Effects on Dry Matter Intake and Milk Yield of Dairy Cows. *Elsevier*, 82, 589, 596. Recuperado el 10 de abril de 2018
- Orskov, E. R., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J Agr Sci*, 499-503.
- Ríos, C. (1999). *Tithonia diversifolia (hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico*. *Conferencia electrónica de la FAO*

sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica" (págs. 217-230). Cali, Colombia: Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.

- Roa V, M., & Muñoz M, J. (Abril de 2012). Evaluación de la degradabilidad in situ en bovinos suplementados con cuatro especies arbóreas. *Rev. MVZ Córdoba*, vol. 17(1), 2903, 2905, 2906. Recuperado el 26 de marzo de 2018, de <http://www.redalyc.org/html/693/69323749013/>
- Roa, M., Castillo, C., & Téllez, E. (2010). Influencia del tiempo de maduración en la calidad de ensilajes con forrajes arbóreos. . *Sistemas de Producción Agroecológicos* , 63-73.
- Rodríguez , R., Sosa, A., & Rodríguez, Y. (2007). La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(4), 303,311. Recuperado el 19 de 04 de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193017712001.pdf>
- Rodríguez, I., & Guevara, E. (2002). Producción de materia seca y valor nutritivo de la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* en el sur del estado de Anzoátegui, Venezuela. *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola, INIA. Revista Científica*, 56.
- Romero, C. (Enero de 2000). *Efecto del pastoreo con ovinos sobre la concentracion de taninos condensados en Gliricidia sepium walp en el tropico*. Obtenido de Efecto del pastoreo con ovinos sobre la concentracion de taninos condensados en *Gliricidia sepium walp en el tropico*: [http://digeset.uco.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Claudia%20Elena%20Romero%20Lara.pdf](http://digeset.uco.mx/tesis_posgrado/Pdf/Claudia%20Elena%20Romero%20Lara.pdf)
- Ruiz, R. (2011). Comparación de dos metodos in vitro para estimar la digestibilidad de pastos tropicales en rumiantes. *Revista CITECSA*, 15-22.
- Sánchez, J. (2000). NUTRICIÓN ENERGÉTICA DEL GANADO LECHERO. *nutricion animal tropical*, 6(1), 101, 114, 123. Recuperado el 02 de abril de 2018, de [http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/nutricion\\_energetica\\_del\\_ganado\\_lechero.pdf](http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/nutricion_energetica_del_ganado_lechero.pdf)
- Santana, M., & Medina, S. (2005). Forage quality and production of dry matter of *Cratylia argentea* (desv.) O. Kuntze harvested at three different heights and re-growth intervals. *Livestock Research for Rural Development*, 8.
- Sosa Rubio, E. E., Pérez Rodríguez , D., Ortega Reyes, L., & Zapata Buenfil, G. (mayo de 2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México*,

42(2), 137, 139. Recuperado el 17 de marzo de 2018, de <http://www.redalyc.org/html/613/61342201/>

- Soto, S., Rodríguez, J., & Russo, R. (2009). Digestibilidad in vitro en forrajes tropicales a diferentes edades de rebrote. *Revista Tierra tropical*, 84, 85. Obtenido de Digestibilidad in vitro en forrajes tropicales a diferentes edades de rebrote.
- Suarez, S., Carulla, J., & Velásquez, J. (2008). Composición química y digestibilidad in vitro de algunas especies arbóreas establecidas en el piedemonte Amazónico. *Revista Zootecnia Tropical*, 3.
- Tilley, J., & Terry, R. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J Br Grass Soc*, 104-111.
- Torres, G., Arbaiza, T., Carcelén, F., & Lucas, O. (2009). COMPARACION DE LAS TÉCNICAS in situ, in vitro Y ENZIMÁTICA (CELULASA) PARA ESTIMAR LA DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES EN OVINOS. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 5-9.
- Valles, B., Castillo, E., Ocaña, E., & Jarillo, J. (2014). Cratylia argentea: UN ARBUSTO FORRAJERO POTENCIAL EN SISTEMAS SILVOPASTORILES. RENDIMIENTO Y CALIDAD DE ACCESIONES SEGÚN LAS EDADES DE REBROTE Y ESTACIONES CLIMÁTICAS. *Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina*, 278-292.
- Van Soest, P. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminants*. New York: Cornell University Press.
- Van Soest, P., Wine, R., & Moore, L. (1966). Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. *Proc. 10th Int. Grasslands Congress. Finnish Grassland Association.*, 438-441.
- Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., Leonard, I., Álvarez, Y., Bazán, Y., Bodas, R., . . . López, S. (01 de mayo de 2011). Calidad de la Tithonia diversifolia en una zona del Valle del Cauca. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 12(5), 6, 8, 9. Recuperado el 19 de marzo de 2018, de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050511/051113.pdf>
- West, J. (1996). *Alimentación del ganado lechero en ambientes cálidos*. Recuperado el 01 de Abril de 2018, de Alimentación del ganado lechero en ambientes cálidos.
- Wilson, Q., & Lascano, C. (1997). Cratylia argentea como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por ovinos. *Revista Pasturas Tropicales*, 2.

## 10. ANEXOS

### ANOVA DE UN FACTOR

#### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DMS0H	Inter-grupos	109,861	2	54,930	3,506	,098
	Intra-grupos	94,007	6	15,668		
	Total	203,868	8			
DFDN0H	Inter-grupos	136,332	2	68,166	5,545	,043
	Intra-grupos	73,753	6	12,292		
	Total	210,086	8			
DFDA0	Inter-grupos	155,843	2	77,922	8,553	,018
	Intra-grupos	54,662	6	9,110		
	Total	210,505	8			
DNT0	Inter-grupos	134,026	2	67,013	3,547	,096
	Intra-grupos	113,356	6	18,893		
	Total	247,382	8			
DMS6	Inter-grupos	30,193	2	15,097	6,710	,029
	Intra-grupos	13,499	6	2,250		
	Total	43,693	8			
DFDN6	Inter-grupos	24,934	2	12,467	7,553	,023
	Intra-grupos	9,903	6	1,651		
	Total	34,837	8			
DFDA6	Inter-grupos	20,158	2	10,079	6,083	,036
	Intra-grupos	9,941	6	1,657		
	Total	30,099	8			
DNT6	Inter-grupos	45,191	2	22,596	10,287	,012
	Intra-grupos	13,179	6	2,196		
	Total	58,370	8			
DMS12H	Inter-grupos	14,965	2	7,483	8,895	,016
	Intra-grupos	5,048	6	,841		
	Total	20,013	8			
DFDN12H	Inter-grupos	17,752	2	8,876	6,638	,030
	Intra-grupos	8,023	6	1,337		
	Total	25,774	8			
DFDA12	Inter-grupos	14,503	2	7,252	2,939	,129
	Intra-grupos	14,803	6	2,467		
	Total	29,306	8			
DNT12	Inter-grupos	42,255	2	21,128	8,123	,020
	Intra-grupos	15,606	6	2,601		
	Total	57,861	8			

DMS24	Inter-grupos	123,389	2	61,695	9,023	,016
	Intra-grupos	41,026	6	6,838		
	Total	164,415	8			
DFDN24	Inter-grupos	60,646	2	30,323	8,453	,018
	Intra-grupos	21,524	6	3,587		
	Total	82,170	8			
DFDA24	Inter-grupos	,195	2	,097	,028	,972
	Intra-grupos	20,745	6	3,457		
	Total	20,940	8			
DNT24	Inter-grupos	225,524	2	112,762	7,125	,026
	Intra-grupos	94,959	6	15,827		
	Total	320,484	8			
DMS48	Inter-grupos	39,375	2	19,687	4,104	,075
	Intra-grupos	28,780	6	4,797		
	Total	68,154	8			
DFDN48	Inter-grupos	32,731	2	16,366	3,826	,085
	Intra-grupos	25,665	6	4,278		
	Total	58,396	8			
DFDA48	Inter-grupos	40,490	2	20,245	2,875	,133
	Intra-grupos	42,250	6	7,042		
	Total	82,740	8			
DNT48	Inter-grupos	69,552	2	34,776	3,957	,080
	Intra-grupos	52,733	6	8,789		
	Total	122,285	8			
DMS72H	Inter-grupos	616,166	2	308,083	69,872	,000
	Intra-grupos	26,455	6	4,409		
	Total	642,621	8			
DFDN72H	Inter-grupos	408,669	2	204,334	8,798	,016
	Intra-grupos	139,357	6	23,226		
	Total	548,026	8			
DFDA72H	Inter-grupos	363,439	2	181,719	4,166	,073
	Intra-grupos	261,692	6	43,615		
	Total	625,130	8			
DNT72H	Inter-grupos	546,639	2	273,319	15,828	,004
	Intra-grupos	103,612	6	17,269		
	Total	650,251	8			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

HSD de Tukey

Variable dependien	(I) TRAT	(J) TRAT	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
DMS0H	1	2	-6,06000	3,23191	,226	-15,9764	3,8564
		3	-8,26333	3,23191	,095	-18,1797	1,6531
	2	1	6,06000	3,23191	,226	-3,8564	15,9764
		3	-2,20333	3,23191	,782	-12,1197	7,7131
	3	1	8,26333	3,23191	,095	-1,6531	18,1797
		2	2,20333	3,23191	,782	-7,7131	12,1197
DFDN0H	1	2	-6,30000	2,86266	,150	-15,0834	2,4834
		3	-9,34667*	2,86266	,039	-18,1301	-,5633
	2	1	6,30000	2,86266	,150	-2,4834	15,0834
		3	-3,04667	2,86266	,568	-11,8301	5,7367
	3	1	9,34667*	2,86266	,039	-,5633	18,1301
		2	3,04667	2,86266	,568	-5,7367	11,8301
DFDA0	1	2	-7,94333*	2,46446	,041	-15,5050	-,3817
		3	-9,50333*	2,46446	,020	-17,0650	-1,9417
	2	1	7,94333*	2,46446	,041	-,3817	15,5050
		3	-1,56000	2,46446	,808	-9,1216	6,0016
	3	1	9,50333*	2,46446	,020	1,9417	17,0650
		2	1,56000	2,46446	,808	-6,0016	9,1216
DNT0	1	2	-6,43667	3,54896	,244	-17,3259	4,4525
		3	-9,21333	3,54896	,090	-20,1025	1,6759
	2	1	6,43667	3,54896	,244	-4,4525	17,3259
		3	-2,77667	3,54896	,727	-13,6659	8,1125
	3	1	9,21333	3,54896	,090	-1,6759	20,1025
		2	2,77667	3,54896	,727	-8,1125	13,6659
DMS6	1	2	-3,41000	1,22472	,071	-7,1678	-,3478
		3	-4,23000*	1,22472	,031	-7,9878	-,4722
	2	1	3,41000	1,22472	,071	-,3478	7,1678
		3	-,82000	1,22472	,789	-4,5778	2,9378
	3	1	4,23000*	1,22472	,031	-,4722	7,9878
		2	-,82000	1,22472	,789	-2,9378	4,5778
DFDN6	1	2	-1,48000	1,04897	,394	-4,6985	1,7385
		3	2,55000	1,04897	,111	-,6685	5,7685
	2	1	1,48000	1,04897	,394	-1,7385	4,6985
		3	4,03000*	1,04897	,020	-,8115	7,2485
	3	1	-2,55000	1,04897	,111	-5,7685	-,6685
		2	-4,03000*	1,04897	,020	-7,2485	-,8115
DFDA6	1	2	-,87333	1,05099	,699	-4,0981	2,3514
		3	2,64667	1,05099	,100	-,5781	5,8714
	2	1	-,87333	1,05099	,699	-2,3514	4,0981
		3	3,52000*	1,05099	,036	-,2953	6,7447
	3	1	-2,64667	1,05099	,100	-5,8714	-,5781
		2	-3,52000*	1,05099	,036	-6,7447	-,2953
DNT6	1	2	-3,83000*	1,21008	,044	-7,5429	-,1171
		3	-5,32000*	1,21008	,011	-9,0329	-1,6071
	2	1	3,83000*	1,21008	,044	-,1171	7,5429
		3	-1,49000	1,21008	,479	-5,2029	2,2229
	3	1	5,32000*	1,21008	,011	1,6071	9,0329
		2	1,49000	1,21008	,479	-2,2229	5,2029

DMS12H	1	2	-2,40333*	,74889	,042	-4,7011	-,1055
		3	-2,97667*	,74889	,017	-5,2745	-,6789
	2	1	2,40333*	,74889	,042	,1055	4,7011
		3	-,57333	,74889	,736	-2,8711	1,7245
3	1	2,97667*	,74889	,017	,6789	5,2745	
	2	,57333	,74889	,736	-1,7245	2,8711	
DFDN 12H	1	2	-1,45000	,94414	,341	-4,3469	1,4469
		3	-3,42667*	,94414	,026	-6,3235	-,5298
	2	1	1,45000	,94414	,341	-1,4469	4,3469
		3	-1,97667	,94414	,171	-4,8735	,9202
	3	1	3,42667*	,94414	,026	,5298	6,3235
		2	1,97667	,94414	,171	-,9202	4,8735
DFDA 12	1	2	-,81667	1,28250	,806	-4,7517	3,1184
		3	2,19000	1,28250	,278	-1,7451	6,1251
	2	1	,81667	1,28250	,806	-3,1184	4,7517
		3	3,00667	1,28250	,124	-,9284	6,9417
	3	1	-2,19000	1,28250	,278	-6,1251	1,7451
		2	-3,00667	1,28250	,124	-6,9417	,9284
DNT12	1	2	-3,30000	1,31682	,101	-7,3404	,7404
		3	-5,25000*	1,31682	,017	-9,2904	-1,2096
	2	1	3,30000	1,31682	,101	-,7404	7,3404
		3	-1,95000	1,31682	,363	-5,9904	2,0904
	3	1	5,25000*	1,31682	,017	1,2096	9,2904
		2	1,95000	1,31682	,363	-2,0904	5,9904
DMS24	1	2	-4,73667	2,13505	,146	-11,2876	1,8143
		3	-9,06667*	2,13505	,013	-15,6176	-2,5157
	2	1	4,73667	2,13505	,146	-1,8143	11,2876
		3	-4,33000	2,13505	,186	-10,8809	2,2209
	3	1	9,06667*	2,13505	,013	2,5157	15,6176
		2	4,33000	2,13505	,186	-2,2209	10,8809
DFDN 24	1	2	-2,58333	1,54646	,290	-7,3283	2,1616
		3	-6,32333*	1,54646	,015	-11,0683	-1,5784
	2	1	2,58333	1,54646	,290	-2,1616	7,3283
		3	-3,74000	1,54646	,113	-8,4850	1,0050
	3	1	6,32333*	1,54646	,015	1,5784	11,0683
		2	3,74000	1,54646	,113	-1,0050	8,4850
DFDA 24	1	2	,3433	1,5182	,972	-4,315	5,002
		3	,2667	1,5182	,983	-4,392	4,925
	2	1	-,3433	1,5182	,972	-5,002	4,315
		3	-,0767	1,5182	,999	-4,735	4,582
	3	1	-,2667	1,5182	,983	-4,925	4,392
		2	,0767	1,5182	,999	-4,582	4,735
DNT24	1	2	-3,65333	3,24824	,535	-13,6198	6,3132
		3	-11,96333*	3,24824	,024	-21,9298	-1,9968
	2	1	3,65333	3,24824	,535	-6,3132	13,6198
		3	-8,31000	3,24824	,095	-18,2765	1,6565
	3	1	11,96333*	3,24824	,024	1,9968	21,9298
		2	8,31000	3,24824	,095	-1,6565	18,2765
DMS48	1	2	-,06667	1,78822	,999	-5,5534	5,4201
		3	4,40333	1,78822	,107	-1,0834	9,8901
	-	3	4,47000	1,78822	,102	-1,0167	9,9567
		3	-4,40333	1,78822	,107	-9,8901	1,0834
		2	-4,47000	1,78822	,102	-9,9567	1,0167
DFDN 48	1	2	,07000	1,68869	,999	-5,1114	5,2514

Subconjuntos homogéneos.

**DMS0H**

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	
1	3	21,9367	
2	3	27,9967	
3	3	30,2000	
Sig.			,095

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDNOH**

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	3	19,6367	
2	3	25,9367	25,9367
3	3		28,9833
Sig.		,150	,568

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDA0**

HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	3	17,5800	
2	3		25,5233
3	3		27,0833
Sig.		1,000	,808

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DNT0**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	
1	3	24,9600	
2	3	31,3967	
3	3	34,1733	
Sig.		,090	

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DM S6**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	3	29,6567	
2	3	33,0667	33,0667
3	3		33,8867
Sig.		,071	,789

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDN6**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
3	3	26,3400	
1	3	28,8900	28,8900
2	3		30,3700
Sig.		,111	,394

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDA6**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
3	3	25,8767	
1	3	28,5233	28,5233
2	3		29,3967
Sig.		,100	,699

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DNT6**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	3	34,6333	
2	3		38,4633
3	3		39,9533
Sig.		1,000	,479

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DMS12H**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	3	33,6667	
2	3		36,0700
3	3		36,6433
Sig.		1,000	,736

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDN12H**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	3	26,2967	
2	3	27,7467	27,7467
3	3		29,7233
Sig.		,341	,171

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDA12**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
3	3	21,0700
1	3	23,2600
2	3	24,0767
Sig.		,124

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DNT12**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	3	38,8133	
2	3	42,1133	42,1133
3	3		44,0633
Sig.		,101	,363

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DMS24**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	3	35,4900	
2	3	40,2267	40,2267
3	3		44,5567
Sig.		,146	,186

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDN24**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	3	26,9500	
2	3	29,5333	29,5333
3	3		33,2733
Sig.		,290	,113

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDA24**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
2	3	26,227
3	3	26,303
1	3	26,570
Sig.		,972

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DNT24**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	3	42,3333	
2	3	45,9867	45,9867
3	3		54,2967
Sig.		,535	,095

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DMS48**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
3	3	40,2267
1	3	44,6300
2	3	44,6967
Sig.		,102

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDN48**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
3	3	31,8267
2	3	35,8367
1	3	35,9067
Sig.		,114

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDA48**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
3	3	26,7033
1	3	30,4000
2	3	31,7133
Sig.		,130

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DNT48**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
3	3	46,8067
2	3	49,7567
1	3	53,5967
Sig.		,069

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DMS72H**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
3	3	48,8167		
2	3		58,5867	
1	3			69,0800
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDN72H**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
3	3	41,6267	
2	3	46,8267	46,8267
1	3		57,7933
Sig.		,435	,071

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DFDA72H**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
3	3	36,5200
2	3	42,5300
1	3	51,9600
Sig.		,064

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

**DNT72H**HSD de Tukey<sup>a</sup>

TRAT	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
3	3	61,6767	
2	3	66,4000	
1	3		80,0567
Sig.		,402	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.