



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA  
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INCLUSIÓN DE *Cratylia argentea* SOBRE LA DIGESTIBILIDAD *in vivo*  
DE OVINOS PELIBUEY CON UNA DIETA A BASE DE *Brachiaria arrecta*

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA  
SALUD ANIMAL**

PRESENTA:

**MVZ Andrea Belmont Flores**

TUTOR: Dr. Jesús Jarillo Rodríguez FMVZ

COMITÉ TUTORAL: Dr. Luis Corona Gochi FMVZ

Dr. Juan Carlos Ku Vera .....UADY

Ciudad Universitaria Cd. Mx.

Enero

2017.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS

Resulta difícil imaginar lo complicada que habría sido mi vida sin el apoyo incondicional de mis padres, a quiénes hoy dedico otro sueño cumplido, otra meta alcanzada, gracias, esto es por ustedes.

Evidentemente todo este proceso habría sido imposible sin la ayuda de Alex, mi esposo... son tantas y tantas cosas que tengo que agradecerte, muchos altibajos, momentos de emoción desenfrenada y de lágrimas desconsoladas. Gracias por estar conmigo en cada momento. Te amo

## AGRADECIMIENTOS

Se extiende el más sincero agradecimiento al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, a todo su personal por la colaboración para mi estancia y la disposición para llevar a cabo este proyecto.

Al Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica y de Bioquímica y Patología Clínica, todos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, por las facilidades para realizar los análisis.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM por los recursos obtenidos para este estudio.

A los Doctores Jesús Jarillo, Epigmenio Castillo y Luis Corona, porque siempre estuvieron al pie del cañón brindándome su apoyo. Gracias infinitas.

## CONTENIDO

1.	RESUMEN.....	1
2.	ABSTRACT.....	2
3.	INTRODUCCIÓN. ....	3
3.1	Contexto de la producción ovina.....	3
3.2	Producción ovina en el trópico mexicano.....	4
4.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
4.1	Consumo de materia seca.....	7
4.1.1	Forraje.....	7
4.1.2	Ambiente.....	7
4.1.3	Animal.....	8
4.2	Parámetros ruminales.....	8
4.3	Asociación gramínea-leguminosa.....	9
5.	GRAMÍNEAS.....	10
5.1	Características generales.....	10
5.2	<i>Brachiaria arrecta</i> .....	11
6.	LEGUMINOSAS.....	12
6.1	<i>Cratylia argentea</i> .....	12
7.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
7.1	Localización.....	14
7.2	Animales.....	14
7.3	Alojamiento.....	15
7.4	Forrajes.....	15
7.5	Periodos experimentales y dietas.....	16
7.6	Toma de muestras y análisis de laboratorio.....	17
7.6.1	Dietas.....	17
7.6.2	Heces.....	18
7.6.3	Líquido Ruminal.....	18

7.6.4	Sangre.....	19
7.7	Modelo estadístico.....	19
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
8.1	Consumo de Materia Seca.....	20
8.2	Degradabilidad de la materia seca a 48 horas.....	22
8.3	Líquido ruminal.....	23
8.4	Contenido nutrimental.....	24
8.5	Sangre.....	26
9.	CONCLUSIONES.....	26
10.	REFERENCIAS.....	27

## 1. RESUMEN

### **INCLUSIÓN DE *Cratylia argentea* SOBRE LA DIGESTIBILIDAD *in vivo* DE OVINOS PELIBUEY CON UNA DIETA A BASE DE *Brachiaria arrecta***

MVZ Andrea Belmont Flores

La producción ovina tropical presenta deficiencias en la alimentación por la disminución en cantidad y calidad de la MS disponible. Leguminosas, como *Cratylia argentea* han mostrado potencial para mejorar la calidad de la dieta, amplia adaptación al trópico, al corte y pastoreo, sin embargo, se desconocen los efectos a nivel nutricional que aporta al animal; por eso el objetivo fue evaluar la inclusión de *Cratylia argentea* (CA) en una dieta de heno de *Brachiaria arrecta* (Br). El estudio se desarrolló en el CEIEGT-FMVZ-UNAM, Tlapacoyan, Veracruz. Se utilizaron 8 ovinos Pelibuey machos; 4 fistulados al rumen y 4 sin fistular, en un diseño de doble cuadrado latino con 4 periodos de 14 días, (10 de adaptación y 4 de muestreo), 8 ovinos y 4 tratamientos D1 (0%CA+100%Br); D2 (15%CA+85%Br); D3 (30%CA+70%Br); D4(45%CA+55%Br). Los datos se analizaron con el procedimiento MIXED de SAS, con  $P < 0.05$ . El consumo de materia seca (CMS; Kg/animal/día), mostró en promedio: D1: 0.604, D2: 0.679, D3: 0.690 y D4: 0.769, y se observó que a medida que aumenta CA se incrementa el CMS (efecto lineal,  $P < 0.0581$ ). La degradabilidad de los ingredientes a 48 horas fue: D1= CA 44.41%, Br 51.44%; D2= CA: 44.73%, Br: 54.61%; D3= CA: 47.14%, Br: 52.64%; D4= CA: 43.66%, Br: 46.77%. La digestibilidad *in vivo* por colección total de heces fue: D1: 53.25% D2: 57.42% D3: 59.24% D4: 54.48%. Tanto la digestibilidad aparente de MS (efecto líneal,  $P = 0.066$ ) como de la FDA (efecto lineal,  $P=0.055$ ) disminuyeron al incrementarse la concentración de CA en la dieta. Se concluye que en D3, se registra la mayor digestibilidad de los nutrimentos, y el mayor aprovechamiento por parte de los animales.

Palabras Clave: *Cratylia argentea*, *Brachiaria arrecta*, ovinos, digestibilidad

## 2. ABSTRACT

INCLUSION OF *Cratylia argentea* ON THE *in situ* DIGESTIBILITY IN PELIBUEY SHEEP WITH A BASE DIET OF *Brachiaria arrecta*.

MVZ Andrea Belmont Flores

Tropical sheep production presents shortcomings in the supply by the decrease in quantity and quality of the available DM. Legumes, as *Cratylia argentea* (CP 21.85%) have shown potential to improve the quality of the diet, wide adaptation to the tropics to the cutting and grazing, however, the nutritional effects are unknown, therefore the objective was to evaluate the inclusion of *Cratylia argentea* in a diet of hay of *Brachiaria arrecta*, (CP 8.17%) The study was developed in the CEIEGT-FMVZ-UNAM, in Tlapacoyan, Veracruz. 8 Pelibuey male lambs were used; 4 ruminally fistulated and 4 without it. The design was a double 4 x 4 Latin Square. Each experimental period was 14 days, the first 10 for adaptation and the last 4 for measurements. The data were analyzed with Proc MIXED SAS, (P < 0.05). The diets were: D1 (0%CA+100%Br); D2 (15%CA+85%Br); D3 (30%CA+70%Br); D4(45%CA+55%Br) The dry matter intake (DMI) (kg/sheep/day), were: D1: 0.604, D2: 0.679, D3: 0.690 and D4: 0.769, increasing CA increases the DMI. The degradability of the ingredients at 48 hours were: D1 CA 44.41%, Br 51.44%; D2: CA: 44.73%, Br:54.61%; D3: CA: 47.14%, Br: 52.64%; D4: CA:43.66%, Br: 46.77%; The digestibility by total collection of feces was: D1: 53.25% D2: 57.42% D3: 59.24% D4: 54.48%. The apparent digestibility of DM decreased (linear effect, P = 0.066) and the FDA (linear effect, P = 0.055) with increasing concentration of CA in the diet. In D3, the best digestibility of nutrients and greater utilization are observed by animals.

Key words: *Cratylia argentea*, *Brachiaria arrecta*, sheep, digestibility

### 3. INTRODUCCIÓN

#### 3.1. Contexto de la producción ovina.

Según datos de la FAO, la producción mundial de carne de ovino en 2013 fue de 8,702,257 millones de toneladas, asimismo, pronosticó que para 2014 la producción mundial de carne de ovino sería de 14 millones de toneladas.<sup>1</sup> China es el principal país productor de carne ovina a nivel mundial, sin embargo como exportador es poca su participación, ya que toda su producción es para consumo interno, Australia y Nueva Zelanda son los principales exportadores, juntos comercian 70% de las exportaciones mundiales.<sup>2</sup> Estos dos países están altamente tecnificados y aunque su extensión territorial es relativamente pequeña en comparación con otros países, su producción supera por mucho a países que podrían tener más potencial.

Por otra parte, México se ubica entre los 10 primeros países productores de ganado a nivel mundial, un lugar destacado si se considera que las condiciones de producción actuales presentan un marcado rezago en cuestiones tecnológicas, de manejo y de alimentación. Si se pudiera hacer una mejora, por mínima que fuera, la producción aumentaría considerablemente.

Hasta 2014, se contaba con un inventario ganadero de 8 575 908 ovinos, que se traduce en un incremento de 19% respecto del inventariado en los diez años recientes.<sup>3</sup> Este incremento es lento, poco a poco los ganaderos han hecho una transición a la producción ovina, resultado de la creciente demanda de carne de ovino. El Consumo Nacional Aparente (CNA) es casi el doble de la producción, en 2005, la producción fue de 46,299.2 toneladas y el CNA fue 85,965.2 toneladas.<sup>4</sup> Y según datos de SAGARPA, la disponibilidad *per cápita* para el 2005, fue de 0.8 kg/habitante/año. Si se considera que el CNA supera ampliamente la disponibilidad *per cápita* resulta lógico pensar que la producción nacional tiene

puntos de venta asegurados lo que repercutiría en una disminución de las importaciones y mayor flujo económico interno. En el periodo del 2000 al 2007, México se ubicó en el puesto 14 de países importadores de carne de ovino, y para este periodo la tasa media de importaciones fue de 7%. Aproximadamente 43% de la carne de ovino que se consume en México proviene de las importaciones. Los países de donde se importa carne principalmente son Nueva Zelanda (54.90%) y Australia (38.30%) y en menor cantidad se importa también de países como Estados Unidos, Chile, Canadá y Austria. Lo que hay que destacar es que lo que se importa son cortes congelados sin deshuesar, estos cortes son de bajo valor comercial, ya que los cortes finos de alto precio son comercializados a Europa.<sup>2</sup> A pesar de la mejora en los precios de comercialización, los precios de importación son menores, el precio de la carne en cortes en congelación oscila entre \$58.00 y \$66.00, esto representa una desventaja para los productores<sup>5</sup> y a nivel nacional el precio en pie en de carne de ovino, se vende de \$35.00 a \$46.00<sup>6,7</sup>; y en canal de \$85.00 a \$100.00.<sup>8</sup> Entre las acciones que se recomiendan para disminuir las importaciones destaca que la alimentación sea principalmente con forraje de pastoreo, de esta forma se disminuyen costos y se puede ser más competitivos.<sup>2</sup>

### **3.2. Producción ovina en el trópico mexicano.**

La alimentación del ganado en trópico, se basa principalmente en el pastoreo de gramíneas; pero éstas maduran rápidamente, su disponibilidad y calidad varía en función de la cantidad de precipitación pluvial a través del año,<sup>9</sup> se vuelven menos apetecibles; aumenta el contenido de lignina, además, el contenido de proteína cruda (PC) disminuye, esto, aunado al mal manejo, representa para los productores un problema importante en la selección de dietas para el ganado.<sup>10</sup>

Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en 2001, los sistemas de producción ovina son muy similares a los de los bovinos; la producción de corderos se hace en sistemas

extensivos y la engorda de una forma más intensiva, por lo que muchos ganaderos han tomado la decisión de cambiar a estas producciones para cubrir la creciente demanda de carne, aunado a la facilidad de crianza y a la rapidez de su desarrollo.<sup>11</sup> Dentro de estas producciones, la base de la alimentación está principalmente conformada por gramíneas, el problema radica en su calidad, la mayoría de las gramíneas son estacionales y en general de bajo contenido nutrimental; cuando se alimenta al ganado con forrajes de baja calidad, simplemente no se cubren sus requerimientos mínimos de mantenimiento, se llega a un balance energético negativo y se desencadenan pérdidas de peso o el tiempo en el que llegan al peso de sacrificio es mayor.<sup>10</sup>

Por supuesto existen otras opciones que pueden de cierta forma compensar las deficiencias que tiene el forraje, no sólo durante la época de sequía, se pueden utilizar cereales, pastas de oleaginosas, henos, subproductos de cosecha, concentrados comerciales; sin embargo, son caros y esto representa una limitante en su uso ya que reduce las ganancias de los productores. Estas deficiencias en la alimentación han llevado a la búsqueda de nuevas alternativas, fáciles y de bajo costo que ayuden a cubrir las necesidades nutricionales e incrementen los parámetros productivos.

Los rumiantes, son capaces de aprovechar dietas ricas en fibras, ya que la estructura de su sistema digestivo junto con las enzimas y bacterias ruminales, permiten la asimilación de celulosa, hemicelulosa y otros compuestos propios de los forrajes, para alimentar de una manera más eficiente al ganado se han realizado innumerables estudios y una de las opciones que se exploran es el uso de leguminosas forrajeras arbustivas que tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción, especialmente en zonas subhúmedas del trópico con períodos largos de sequía. Se ha observado que su uso como complemento en dietas de baja calidad, aumenta la proporción de nitrógeno y fibra degradable, lo que aumenta la población de microorganismos celulolíticos y esto incrementa la degradación del forraje.<sup>12</sup>

Es por eso que se ha propuesto el presente estudio, con el que se pretende evaluar si al incrementar el porcentaje de inclusión de *Cratylia argentea* en niveles equidistantes (0%, 15%, 30% y 45%) en una dieta a base de *Brachiaria arrecta*, también se incrementa el consumo y la digestibilidad de la dieta total. Además se pretende medir la degradabilidad en rumen a 48 horas de los ingredientes de la dieta y los cambios que se presenten en rumen. Con todos estos datos se definirá qué nivel de inclusión de leguminosas es mejor en cuanto al aprovechamiento de nutrimentos y su digestibilidad.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Consumo de materia seca

Consumo se define como la cantidad de materia seca (MS) que un animal ingiere en cierto periodo, teniendo alimento *ad libitum*, la cantidad que consumen los animales depende de un conjunto de factores; la selectividad y preferencia del ganado, son de los más determinantes, sin embargo existen algunos propios del forraje, como su composición química; o de las condiciones ambientales, humedad, temperatura, precipitación y hasta el estado fisiológico del animal, que afectan el consumo de materia seca (CMS).<sup>12,13</sup>

#### 4.1.1 Forraje

La cantidad de forraje que un rumiante consume va en función de la cantidad de fibra que el alimento posee, si la dieta está conformada por alimentos con un alto contenido de fibra, su degradabilidad es menor, el consumo se ve limitado por el espacio ruminal; por lo tanto se requiere más alimento para cubrir sus requerimientos de energía, debido a que su calidad no es la adecuada, el rumen se llena y su degradación y el tránsito, son más lentos.<sup>14</sup>

#### 4.1.2 Ambiente

Las temperaturas elevadas disminuyen el consumo de los animales; por el contrario cuando la temperatura baja, el consumo aumenta, Mazorra *et al.* (2009) determinaron que a los 26° C se afecta el consumo de manera negativa, De la misma forma, el crecimiento de las plantas se ve modificado por la temperatura, cuando hay temperaturas elevadas, las plantas producen más fibras que son poco digestibles, acelerando el desarrollo de tallos y su maduración. Debido a estas condiciones de temperatura, se considera que en promedio las gramíneas tropicales son 13% menos digestibles que las gramíneas templadas y por ende su calidad nutritiva es menor.<sup>15,16</sup>

### **4.1.3 Animal**

Cuando el manejo clínico y de medicina preventiva no es el indicado, los animales pueden presentar parasitosis o infecciones, estos casos provocan que el consumo disminuya y en ocasiones es tan drástica la disminución de CMS que puede desencadenar algún problema metabólico.<sup>17</sup>

Un factor determinante para las hembras es la gestación, ya que representa un desafío para el animal en todos aspectos, la capacidad gástrica se ve limitada por el crecimiento fetal, el consumo disminuye y en la lactancia, se presenta un balance energético negativo para las hembras, por lo que es muy importante alimentarlas con forrajes de buena calidad. Cuando no se alimentan adecuadamente por largos periodos, la condición corporal disminuye y su consumo es mayor que un animal con buena condición.<sup>16, 18</sup>

## **4.2 Parámetros ruminales**

El tiempo que permanece un alimento en el rumen, su volumen y la tasa de fermentación del alimento, son factores que afectan directamente en la eficiencia de un alimento y la forma en la que el animal lo utiliza y lo aprovecha. Si lo que se busca es una degradación elevada del forraje, este debe permanecer mucho tiempo retenido en el rumen, y la tasa de renovación ruminal es menor, una renovación ruminal mayor, representa una ventaja ya que existe mayor consumo de forraje, lo que compensa la baja digestibilidad. Como se ha mencionado previamente, la velocidad de pasaje se afecta con el aumento de consumo de materia seca, pero existe otra causa; la disminución en el tamaño de la partícula del alimento. En general, podría considerarse que si el tamaño de la partícula es menor, la degradación mejora por que la superficie a la que tienen acceso las bacterias ruminales es mayor; sin embargo si el tamaño disminuye demasiado, la tasa de pasaje aumenta, la fibra sale con mayor rapidez y por ende el tiempo de degradación es menor.<sup>19</sup>

Se considera normal una variación de pH entre 5.5 y 7.5, pudiendo alterarse principalmente por la composición del alimento, la forma y la frecuencia de alimentación; cuando la dieta es alta en forrajes, el pH tiende a ser neutro (6.8 – 7.0); ya que la población de microorganismos celulolíticos aumenta. De la misma forma cuando se incluyen carbohidratos no estructurales en exceso, se favorece un pH bajo (6.2-6.6) debido a que se incrementa la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV's) y ácido láctico descompensando la función buffer; los valores de pH en éstas condiciones de dietas altas en grano y concentrado llegan a valores entre 5.4 y 6.0. La variación posprandial del pH, comienza a las 2 horas, en las que desciende paulatinamente y entre las 6 y 8 horas se obtienen los valores más bajos. Cuando el animal no come durante varias horas pueden encontrarse valores entre 8.0 y 8.2, lo que es normal y se normaliza al iniciar la ingesta de alimentos.<sup>20</sup>

### **4.3 Asociación gramínea- leguminosa**

Se considera asociación a una interrelación armónica y equilibrada entre dos o más especies, siendo en este caso gramíneas y leguminosas. El propósito es establecer dentro de las praderas, un componente que mejore la dieta del animal para las épocas críticas. Hay que considerar que cuando se pretende hacer una asociación con especies introducidas se debe manejar la “agresividad vegetativa” de ambas plantas, cuando el equilibrio se rompe, la más agresiva es la que termina invadiendo.<sup>21</sup>

Las gramíneas tropicales son siempre la primera elección para la alimentación del ganado bajo estas condiciones, sin embargo su bajo contenido protéico y su baja digestibilidad influyen negativamente en su uso. Es por eso que se han estudiado asociaciones con leguminosas para que ejerzan un efecto simbiótico y se ha determinado que el beneficio se da en términos de ganancia de peso vivo del animal.<sup>22</sup> Poppi & Mc Lennan (1995) determinaron que el porcentaje de asociación más adecuado entre ambas es 30% de leguminosa y 70% de gramínea, ya que en este punto se da el máximo aprovechamiento de la proteína que proporciona la

leguminosa; en un mayor porcentaje, el animal no aprovecha la cantidad extra de nutrientes.<sup>23</sup>

## **5. Gramíneas**

El valor nutritivo de una planta se define como la capacidad para cubrir los requerimientos del animal para su mantenimiento, crecimiento y reproducción.<sup>24</sup> La calidad del pasto se asocia con su estado de crecimiento, tipo y factores medioambientales. Los nutrientes también varían dependiendo de la época del año, como se mencionaba anteriormente, las altas temperaturas incrementan la proporción de fibras, aumentando así el desarrollo de tallos y madurando los tejidos vegetales. La edad de la planta influye directamente a la proporción de hojas, éstas disminuyen por la lignificación. Esto determina el consumo y la digestibilidad de las gramíneas.

En términos de los requerimientos del animal, se considera que el valor real de proteína que necesitan los microorganismos ruminales es de 12%, pero la saliva reciclada adiciona alrededor de 5%, por lo que un pasto con un contenido de proteína de 7 % ya es suficiente para cubrir los requerimientos de mantenimiento.<sup>25</sup>

### **5.1 Características generales**

En términos generales, los pastos del trópico tienen menos digestibilidad que los de clima templado. Como se mencionó antes, los pastos tropicales tienen niveles muy bajos de proteína, se considera que su nivel crítico, por debajo del cual limita el consumo es 7% (base seca). Este nivel está considerado como el mínimo para garantizar un balance de nitrógeno positivo; este valor es superado fácilmente bajo condiciones adecuadas de humedad y manejo apropiado (fertilización, estado de madurez, presión de pastoreo, tiempo de descanso de las praderas).<sup>12</sup>

En comparación con las gramíneas de clima templado, las gramíneas tropicales tienen una tasa de degradación ruminal más lenta debido a que la fibra que contienen es menos soluble; la razón de su alto contenido de fibra es que poseen más pared celular que contenido celular, esto va relacionado con la edad de las plantas y la temperatura ambiental, entre otros factores. El componente principal de las plantas son los carbohidratos como la celulosa y la hemicelulosa; además de otros compuestos estructurales como la lignina, se trata de un compuesto complejo, heterogéneo y no digerible. Cuando los pastos maduran, la concentración de estos compuestos se incrementa y esto reduce el espacio del contenido celular, como consecuencia, los animales deben pasar más tiempo rumiando y el consumo junto con la digestibilidad se reducen considerablemente.<sup>20,26</sup>

## 5.2 *Brachiaria arrecta*



*Brachiaria arrecta* (Hack. Ex T. Durand & Schinz.) Stent; sin. *Urochloa arrecta* (Hack ex T. Durand & Schinz) Morrone & Zuloaga, antes se conocía como *Brachiaria radicans* Napper, también se conoce como “Pasto Tanner”,<sup>27,28</sup> se trata de un pasto nativo de África tropical. Morfológicamente, se describe como un pasto estolonífero perenne con tallos lisos, tolera inundaciones y suelos ácidos con alto porcentaje de aluminio y sequías de hasta 6 meses. No crece favorablemente a la sombra. Puede soportar pastoreo intensivo y recuperarse satisfactoriamente, sin embargo es susceptible si se hace un corte inferior a los 5 cm.<sup>29</sup>

A nivel nutricional reporta porcentajes de proteína de 7.8%, su palatabilidad es aceptable y el potencial de producción de materia seca es de 34 tn/ha/año.<sup>30</sup>

Un método efectivo para incrementar el aporte protéico de las pasturas de *Brachiaria*, es mediante su asociación con leguminosas. Se considera que la mayoría de las especies de *Brachiaria* son agresivas y por eso es importante buscar con cuáles especies de leguminosas se pueden asociar correctamente.<sup>26</sup>

## 6. Leguminosas

Las leguminosas forrajeras tienen una amplia difusión en la alimentación de rumiantes, uno de sus principales atributos es el elevado contenido de proteínas (14-28%) y concentraciones de fibra menores a 40% que permiten un mayor aprovechamiento por parte de los animales. Otra característica importante es la rusticidad que les permite desarrollarse en condiciones adversas.<sup>31</sup>

### 6.1 *Cratylia argentea*



El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), evaluó diferentes leguminosas y *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze (sin. *Floribunda cratylia*, *Floribunda dioclea*) sobresalió mostrando amplia adaptación a zonas bajas tropicales con sequías prolongadas y suelos ácidos de baja fertilidad.<sup>32</sup>

*Cratylia argentea* es originaria de la Amazonia, región que comprende Brasil, Perú, Bolivia, y parte de Argentina.<sup>14,33</sup> Es un arbusto perenne, abundantemente ramificado desde la base. Se adapta fácilmente a zonas bajas con períodos secos prolongados, suelos ácidos y de baja fertilidad con altos niveles de aluminio, donde presenta buen crecimiento, pero es sensible al mal drenaje. Por otra parte, produce abundante semilla y su establecimiento es relativamente rápido cuando las condiciones son adecuadas. Además posee una alta retención foliar principalmente de hojas jóvenes y una alta capacidad de

rebrote durante la época seca, debido a un desarrollo radicular vigoroso y profundo de hasta 2 m.<sup>14,34,35</sup> Crece bien a altitudes de hasta 930 m, pero prefiere altitudes entre 300 y 800 metros y una precipitación anual de al menos 900 mm.<sup>35</sup>

*Cratylia argentea* contiene trazas de taninos y posee un alto contenido de proteína; entre 15.4% y 28%<sup>36</sup> esto es superior que el de la mayoría de leguminosas adaptadas a suelos ácidos.<sup>37</sup> Muestra un excelente rebrote después del corte y puede considerarse una valiosa fuente de proteínas en los sistemas de producción ganadera, especialmente durante la estación seca, tanto en corte como en sistemas de pastoreo.<sup>38,39</sup>

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1 Localización

Este trabajo se desarrolló en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ-UNAM) ubicado en el kilómetro 5.5 de la carretera federal Tlapacoyan-Martínez de la Torre Veracruz, es un clima tropical cálido húmedo con lluvias todo el año (Afm (w)e) (García, 1983)<sup>40</sup>, con una temperatura promedio de 23.7°C; su precipitación pluvial media anual es de 1879.5 mm.<sup>41</sup> Se encuentra a 113 metros sobre el nivel del mar.

### 7.2. Animales

Se utilizaron 8 ovinos pelibuey, divididos en dos grupos, el grupo 1 lo



conformaron 4 ovinos machos, canulados al rumen con un peso promedio de 41.5 kg PV y el segundo grupo lo conformaron 4 ovinos machos sin canular, con un peso promedio de 25 kg PV; sin embargo durante el experimento, uno de los animales del Grupo 1, enfermó y murió, por lo que al realizar el análisis estadístico, se eliminaron sus datos.

Los animales permanecieron en jaulas metabólicas individuales con comedero y bebedero automático. La dieta base estuvo constituida por *Brachiaria arrecta* y *Cratylia argentea* de corte que se incluyó en 4 proporciones: 0%, 15%, 30% y 45% de la dieta total (BS).

### 7.3 Alojamiento:



Se usaron jaulas metabólicas diseñadas y construidas especialmente para este experimento, las medidas fueron: 1.20 m de largo, 60 cm de ancho, altura de 70 cm del piso, con comedero abatible y dos puertas; una posterior y otra al lado izquierdo para facilitar el manejo y la toma de muestras, el piso fue de rejilla que permitía el paso de las heces para su recolección total. Debajo

del piso de la jaula se colocó un marco con malla plástica con pendiente hacia la parte trasera. De la misma forma, se instaló por dentro de la jaula un bebedero de cazuela automático que permitía que los animales tuvieran agua fresca *ad libitum*.

### 7.4 Forrajes:



Para la obtención de la leguminosa, se realizó un corte de uniformización a 60 cm de altura y a los 105 días (15 semanas) se cortó para uso en las dietas. La separación de hojas y tallos finos se hizo manualmente, posteriormente se secaron de manera uniforme a la sombra. Una vez seco, se colocó en costales de lona para facilitar su traslado al laboratorio de Forrajes del CEIEGT en donde se colocó en cajas de cartón para su secado en estufa a 55°C por 24 a 48 horas, el tiempo varió ya que el

grado de humedad difería entre costales. Al sacar del horno el material vegetal, se almacenó en bolsas de nylon negras selladas para evitar que se humedecieran

nuevamente. Este proceso se realizó hasta completar la cantidad necesaria de alimento calculado, antes de iniciar el período experimental se trituró en una picadora estacionaria.

En el caso de *Brachiaria arrecta*, se utilizaron pacas henificadas de entre 45 a 60 días de corte. Se conservaron las pacas en la sombra y antes de iniciar el período experimental, se picó con un molino de martillos con criba de 1 pulgada.

## **7.5 Períodos experimentales y Dietas.**

### Diseño experimental

Se establecieron 4 períodos de 14 días; 10 de adaptación y los 4 restantes para toma de muestras. Las dietas experimentales se ofrecieron de la siguiente forma:

Día 1: Para calcular la dieta inicial, se consideró el 3% de PV.

Día 2 al 10: Antes de ofrecer la dieta, se realizó el pesaje del alimento rechazado, de esta forma se pudo medir lo que el animal consumió y se reajustó con el 10% extra del consumo del día anterior

Día 11 al 14: Se obtuvo el promedio de los 10 días de adaptación y se restringió la cantidad ofrecida al 96% de ese promedio para asegurar el consumo total.

Se establecieron 4 dietas y cada una se dio a 2 animales; uno de cada grupo, de tal manera que al mismo tiempo dos animales consumían la misma dieta. Las dietas se constituyeron como a continuación se describe:

**Dieta 1:** 0 % de *Cratylia argentea* y 100 % de *Brachiaria arrecta*

**Dieta 2:** 15 % de *Cratylia argentea* y 85 % de *Brachiaria arrecta*

**Dieta 3:** 30 % de *Cratylia argentea* y 70 % de *Brachiaria arrecta*

**Dieta 4:** 45 % de *Cratylia argentea* y 55 % de *Brachiaria arrecta*

## 7.6 Toma de muestras y análisis de laboratorio:

### 7.6.1 Dietas:

El suministro de alimento se realizó una vez al día a las 8 am; se determinó el consumo de materia seca (MS) por diferencia entre el forraje ofrecido y el rechazado, la digestibilidad de la dieta se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$((\text{consumido-excretado})/\text{consumido}) * 100.$$

Diariamente se muestrearon las dietas durante el periodo de adaptación para realizar una sola muestra al día 11 y analizarla posteriormente en el laboratorio. Al final de cada período se obtuvieron 7 muestras que correspondían a cada tratamiento ovino. Las muestras se secaron a 55°C por 24 horas, después se utilizó un molino Wiley con criba de 2 mm para pulverizar las muestras.

En el laboratorio del CEIEGT se realizaron los siguientes análisis: Proteína cruda (PC = [N] x6.25, %) por el método de Kjeldahl (AOAC, 1980)<sup>42</sup>, fibra en detergente neutro (FDN, %), fibra en detergente ácido (FDA, %), y lignina-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (LIG, %) de acuerdo a Van Soest *et al.* (1991)<sup>43</sup>, estas tres últimas con el analizador de fibras ANKOM 200®.

Se determinó la degradabilidad *in situ* de los ingredientes a 48 horas de incubación ruminal,<sup>44</sup> para esto se utilizaron bolsas de poliéster blanco libre de nitrógeno con tamaño de poro de 53 ± 10 micrones y de 10 cm de ancho x 20 cm de

largo,<sup>45</sup> las cuales fueron secadas en una estufa por 24 horas, posteriormente se llenaron con 5 gramos de muestra de ingrediente, secada y molida, se introdujeron al rumen y transcurrido el tiempo, se extrajeron, se lavaron y se metieron a secar para determinar el porcentaje de materia seca que se degradó.

### 7.6.2 Heces



Durante los 4 días de muestreo, se colectó el total de las heces, para facilitar esta tarea, se utilizaron arneses con bolsas colectoras que se fijaron por medio de cinturones a los animales, de esta forma cuando el animal defecaba, las heces caían dentro de la bolsa y los residuos que atravesaron el piso, se colectaron en la malla

plástica. Del total diario se conservó una porción de 10 gr para su posterior congelación y al tener las muestras de los 4 días se sometieron a los mismos análisis que las dietas, excepto degradabilidad *in situ*.

### 7.6.3 Líquido Ruminal

El último día de cada periodo se tomaron muestras de 50 ml de líquido ruminal 0, 3, 6, 9 y 12 horas post-alimento, en las que se midió inmediatamente el pH con un potenciómetro. Este procedimiento se llevó a cabo únicamente para identificar si existían modificaciones en el pH que fueran riesgosas para el animal, como resultado de las dietas experimentales.

#### 7.6.4 Sangre

Al inicio de cada tratamiento y al final todo el experimento se obtuvieron muestras de sangre por punción a vena yugular, en tubos Vacutainer® sin anticoagulante; se centrifugaron para obtener el suero sanguíneo, se colocó en alícuotas de 1.5 mL y se congelaron para su posterior procesamiento en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.

Se analizó el contenido de urea y  $\beta$ -hidroxibutirato por colorimetría empleando kits comerciales; estos metabolitos únicamente se consideraron como indicadores del metabolismo protéico y energético, respectivamente; los niveles de urea en sangre son normalmente bajos y relativamente constantes, ya que principalmente se excreta por medio de los riñones, la cantidad presente esta invariablemente condicionada por la ingestión de proteínas y su catabolismo, así como en condiciones de estrés y fiebre.<sup>46</sup>

En el caso de  $\beta$ -hidroxibutirato, se trata de un cuerpo cetónico que se incrementa cuando hay deficiencias de energía en el animal, se considera que para vacas en lactancia el nivel óptimo es  $\leq 1.2$  mmol/L.<sup>47</sup>

## 7.7 Modelo estadístico:

Se utilizó un diseño experimental doble cuadrado latino 4X4, sin embargo, al perder un animal, se perdió una columna. Se verificó que los datos cumplieran el supuesto de normalidad y aquellos expresados en porciento se convirtieron a medidas angulares de la proporción correspondiente, con la fórmula:  $\arcseno\sqrt{\%/100}$ . Las mediciones de consumo de materia seca y digestibilidad de ésta, se analizaron con un ANDEVA para un modelo mixto con PROC GLM de SAS (SAS Inc., Cary, North Carolina, USA), el modelo experimental fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + C_i + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:

- $Y_{ijk}$  = es la variable de respuesta,
- $\mu$  = es la media general, común a todas las observaciones
- $A_i$  = 7 animales
- $P_j$  = 4 periodos
- $T_k$  = tratamiento, (D1:0%Ca + 100%Br; D2: 15%Ca + 85%Br; D3: 30%Ca + 70% Br; D4: 45%Ca + 55%Br.)
- $C_i$  = Cuadrado (1: fistulados; 2: sin fistular)
- $\varepsilon_{ijk}$  es el error experimental común a todas las observaciones

El efecto del animal se consideró aleatorio, en tanto que los demás efectos se consideraron efectos fijos. Las variables medidas varias veces dentro de un día de muestreo o en días sucesivos o alternados del periodo de medición, se analizaron con un ANDEVA de mediciones repetidas PROC MIXED de SAS (SAS Inc., Cary, North Carolina, USA). En un ANDEVA preliminar de cada variable, se probaron cuatro estructuras de varianza-covarianza: simetría compuesta, no estructurada, autorregresiva y Toeplitz, seleccionando finalmente aquella que presentó el menor valor del Criterio de Información de Akaike Corregido. El efecto de tratamientos se valoró empleando contrastes ortogonales para los efectos lineal, cuadrático y cúbico del tratamiento. El nivel de probabilidad fue de  $P < 0.05$ .

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Consumo de materia seca:

El consumo de materia seca para cada tratamiento, se determinó con base al peso metabólico para obtener una medición más real del consumo y al porcentaje de peso vivo. El Cuadro 1 muestra que el mayor consumo de MS de las dietas se presentó en el tratamiento 4; sin embargo, este consumo no es necesariamente el que aporta la mayor cantidad de nutrimentos, como se puede ver en los cuadros 1 y 2. En las tres formas de evaluar el de consumo, sólo se observó un efecto lineal.

**Cuadro 1.** Consumo voluntario de materia seca (kgMS/día) de los tratamientos de acuerdo con el peso metabólico y el porcentaje de peso vivo

CMS	% <i>Cratylia argentea</i>				EEM	P		
	0	15	30	45		Lineal	Cuad	Cub
CMST <sup>1</sup>	603.73	678.61	692.30	768.70	0.037	0.008	0.773	0.200
CMSPM <sup>2</sup>	49.06	55.18	53.18	62.19	3.75	0.023	0.845	0.211
CMSPPV <sup>3</sup>	2.10	2.34	2.29	2.64	0.17	0.035	0.853	0.235

<sup>1</sup> Consumo de materia seca total;

<sup>2</sup> Consumo de materia seca con base al peso metabólico

<sup>3</sup> Consumo de materia seca con base al porcentaje del peso vivo

Los animales consumieron más forraje en el tratamiento 4 (D4; 45% Ca + 55% Br;  $P < 0.01$ ); lo que coincide con el estudio realizado por Wilson y Lascano (1997), en el que establecieron 4 dietas y los niveles de CA, fueron 0, 10, 20 y 40%, respectivamente, determinaron que a medida que el nivel de *C. argentea* aumentaba,

se incrementaba también el CMS, sin embargo estas diferencias no fueron significativas ( $P > 0.05$ ), probablemente se debió a que el aporte de nitrógeno en la dieta fue mayor, ocasionando una mayor eficiencia microbiana. Por otro lado, Fassler y Lascano (1995), no encontraron incremento significativo de CMS en un estudio en el que suplementaron con CA (40%) en una dieta de *B. dyctioneura*. Es posible que las diferencias en su estudio se debieran a la edad de los forrajes utilizados, ya que el porcentaje de nitrógeno reportado para la dieta que contenía CA, fue de 32% y en el presente estudio, los contenidos de nitrógeno se mantuvieron por arriba del 44%.

En otro estudio realizado por Sánchez y Ledin (2006),<sup>48</sup> que consistió en suplementar bovinos con 2 y 3 kg de CA, en una dieta a base de ensilado de sorgo, determinaron que el CMS aumentó consistentemente ( $P < 0.05$ ) conforme el nivel de CA incrementaba debido al contenido de PC, aunado a que los niveles de FDN y FDA fueron menores a los que contenía el ensilado, ya que se utilizaron únicamente hojas. Se ha comprobado que la suplementación proteica incrementa el CMS en dietas de baja calidad, ejerciendo un efecto aditivo.<sup>49</sup> El incremento del CMS cuando se suplementa con CA, puede deberse a que se mejora la actividad microbiana ruminal como resultado del incremento de nutrientes esenciales para los microorganismos del rumen.<sup>51</sup>

**Cuadro 2.** Consumo, excreción y digestibilidad de materia orgánica, nitrógeno, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina

	% <i>Cratylia argentea</i>				Error estandar	P lineal	P cuad	Cub
	0	15	30	45				
<b>CMSR<sup>1</sup></b>	0.637	0.732	0.754	0.738	0.004	0.0581	0.1656	0.6040
<b>CMO<sup>2</sup></b>	1.104	1.092	1.078	1.073	0.006	0.0001	0.671	0.004
<b>CN<sup>3</sup></b>	0.176	0.203	0.235	0.248	0.008	0.0001	0.3	0.49
<b>CFDN<sup>4</sup></b>	0.972	0.939	0.925	0.905	0.01	0.0002	0.411	0.647
<b>CFDA<sup>5</sup></b>	0.607	0.592	0.586	0.443	0.007	0.1375	0.240	0.989
<b>CLIG<sup>6</sup></b>	0.194	0.218	0.244	0.264	0.012	0.0001	0.129	0.437
<b>Excreción</b>								
<b>Fecal</b>								
<b>MO</b>	0.877	0.898	0.872	0.869	0.002	0.32	0.585	0.373
<b>N</b>	0.071	0.085	0.090	0.104	0.001	0.0001	0.872	0.067
<b>FDN</b>	0.742	0.719	0.695	0.676	0.014	0.0003	0.843	0.848
<b>FDA</b>	0.436	0.435	0.441	0.439	0.008	0.6975	0.920	0.709
<b>LIG</b>	0.139	0.139	0.168	0.179	0.011	0.0085	0.621	0.350
<b>Digestibilidad</b>								
<b>MS</b>	71.91	67.69	67.45	65.90	1.15	0.066	0.527	0.575
<b>MO</b>	59.47	40.84	45.70	49.07	0.002	0.404	0.136	0.436
<b>N</b>	51.32	44.53	55.39	49.31	0.003	0.860	0.954	0.230
<b>FDN</b>	55.42	45.80	49.34	45.83	0.003	0.189	0.471	0.295
<b>FDA</b>	53.55	42.76	43.22	39.79	0.008	0.055	0.417	0.456
<b>LIG</b>	21.44	21.72	21.62	27.20	0.008	0.693	0.764	0.858

<sup>1</sup> Consumo restringido de materia seca

<sup>2</sup> Consumo de materia orgánica

<sup>3</sup> Consumo de nitrógeno

<sup>4</sup> Consumo de Fibra Detergente Neutro

<sup>5</sup> Consumo de Fibra Detergente Ácido

<sup>6</sup> Consumo de Lignina

En el Cuadro 2 puede observarse que la digestibilidad de la materia seca disminuyó y se presentó una tendencia al efecto lineal,  $P < 0.066$ , al incrementarse la adición de *Cratylia*. Esto se debió al mayor contenido de lignina de las hojas de *Cratylia* respecto al heno de *Brachiaria* (19.90 vs 10.30% lignina).

En el caso de la excreción fecal de nitrógeno, FDN y lignina, se presentó un efecto altamente significativo (0.0001, 0.0003 y 0.0085 respectivamente); sin embargo la excreción de materia orgánica y la de FDA, se mantuvieron estadísticamente igual. El consumo de materia orgánica disminuyó linealmente (0.0001) conforme aumentó el contenido de CA en la dieta, esto podría asociarse con una proporción de la materia orgánica, posiblemente más indigestible ya que contiene celulosa y lignina, a medida que el porcentaje de CA aumenta en la dieta, el consumo de materia orgánica disminuye por que la cantidad de *Brachiaria* consumida es menor

La digestibilidad de FDA disminuyó (efecto lineal,  $P < 0.055$ ) conforme aumentó la inclusión de *Cratylia* en la dieta, debido al incremento del consumo de más fibra conforme se incrementó el % de CA.

## **8.2 Degradabilidad de la materia seca a 48 horas**

En el Cuadro 3 se puede observar que la mayor degradabilidad de *Cratylia argentea* se presenta con 30% de inclusión (45.46%,  $P < 0.0001$ ) cuando el porcentaje de inclusión es mayor, la degradabilidad no aumenta, por el contrario baja no sólo para *Cratylia*, también para *Brachiaria*. Por otro lado se observa que en 15% de inclusión de *Cratylia* existe la mayor degradabilidad de *Brachiaria* (53.69%,  $P < 0.0001$ ). Por lo tanto, el nivel en el que se aprovechan mejor los nutrimentos de ambos forrajes es en el tratamiento 3. En estudios realizados por Wilson y Lascano (1997) se observó que a medida que se incrementaba la proporción de CA, las digestibilidades disminuían lo que coincide con lo encontrado en el presente estudio.

**Cuadro 3.** Degradabilidad de la materia seca de los ingredientes de acuerdo con el porcentaje de inclusión de *Cratylia argentea* en la dieta.

% CA	Degradabilidad de <i>Cratylia</i> (%)	EEM	P	Degradabilidad de <i>Brachiaria</i> (%)	EEM	P
0	42.78	1.45	<0.0001	47.80	3.52	0.0002
15	45.30	1.10	<0.0001	53.69	2.66	<0.0001
30	45.46	1.45	<0.0001	49.77	3.52	0.0001
45	40.88	1.10	<0.0001	43.78	2.66	<0.0001

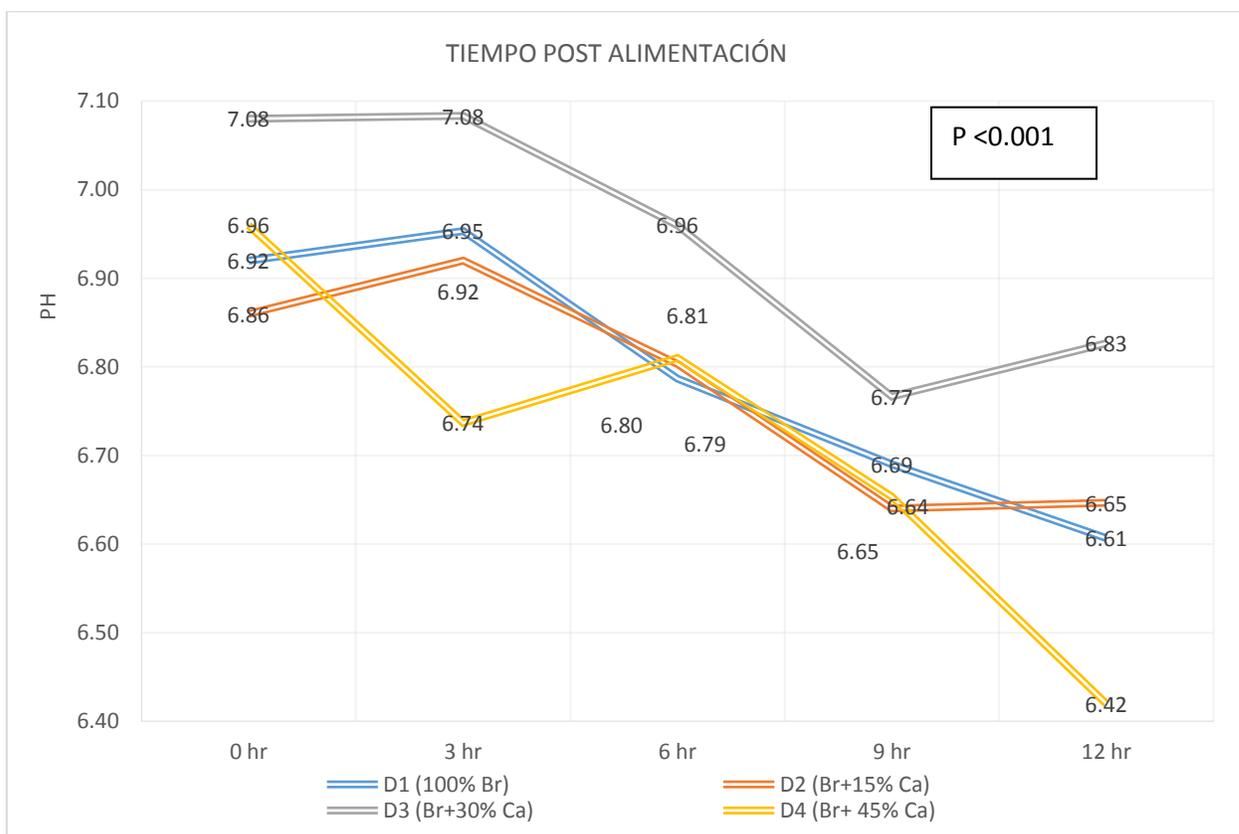
Flores *et al.* (1998) realizaron pruebas de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de *Cratylia argentea* y obtuvieron un valor de 51.9% y al realizar pruebas de degradabilidad ruminal a 96 horas obtuvieron valores de 53.50% lo que coincide con lo encontrado a 48 horas como se determinó en el presente estudio. En otros estudios, Flores y Rincón (2002) observaron que la DIVMS se encuentra entre 42 y 44 %<sup>33</sup>, en *Cratylia argentea*. Roa (2012) halló valores para degradabilidad de la materia seca a 48 horas de 43.6%<sup>34</sup>, que fueron menores a los registrados en el presente estudio, se considera que valores altos de degradabilidad ruminal están asociados con el potencial de los rumiantes para mantener una buena producción, ya que refleja la capacidad de un forraje para aportar nutrientes a la flora ruminal

Se obtuvo la digestibilidad *in vivo* para cada dieta: D1: 53.25%, D2: 57.42%, D3: 59.24% y D4:54.48%, en este caso se determinó la digestibilidad de las dietas y no únicamente la degradabilidad de cada ingrediente, como puede observarse, la mayor digestibilidad (P<0.05) se alcanza en la dieta 3, lo que coincide con lo que se obtuvo *in situ*.

### 8.3 pH de Líquido ruminal

La pieza central del equilibrio ruminal es el pH, en la Figura 1 se puede observar un comportamiento irregular relativo del pH en el tratamiento 4 (Ca 45%+ Br 55%) en las horas post alimentación, en el resto de los tratamientos, el

comportamiento es similar y la disminución se asocia al aumento o disminución de los ingredientes. Sin embargo la dieta que mantuvo el pH en rangos más estables, fue la dieta 3 (30% Ca+ 70% Ba). En el Cuadro 4, se aprecian las comparaciones respectivas para cada tratamiento, además del error estándar de las medias. El tratamiento 1, difiere significativamente del tratamiento 3, y el tratamiento 3 del 4, los demás no muestran diferencia significativa entre si.



**Figura 1.** Comportamiento del pH ruminal post alimento en cada dieta

**Cuadro 4.** Comparaciones de tratamientos en la medición de pH

Tratamiento vs. Tratamiento	EEM	P
1                      2	0.05603	0.0086

<b>1</b>	<b>3</b>	0.05603	0.0002
<b>1</b>	<b>4</b>	0.05603	0.9017
<b>2</b>	<b>3</b>	0.05603	0.1299
<b>2</b>	<b>4</b>	0.05603	0.0114
<b>3</b>	<b>4</b>	0.05603	0.0003

Tratamiento 1: 0%CA+ 100% Br  
 Tratamiento 2: 15%CA+ 85%Br  
 Tratamiento 3: 30%CA + 70%Br  
 Tratamiento 4: 45%CA+ 55%Br

#### 8.4 Contenido nutrimental

En el Cuadro 5 se presenta el contenido de materia orgánica, cenizas, fibras y lignina de *Cratylia argentea* y de *Brachiaria arrecta*, los ingredientes de las dietas.

**Cuadro 5.** Composición química de los ingredientes que conformaron las dietas.

	<b>MO, %</b>	<b>CEN, %</b>	<b>PC, %</b>	<b>FDN, %</b>	<b>FDA, %</b>	<b>LIG, %</b>
<b><i>Cratylia argentea</i></b>	95.39	4.61	21.85	68.30	39.14	19.90
<b>Desv Est</b>	0.265	0.265		0.029	0.007	0.003
<b><i>Brachiaria arrecta</i></b>	91.945	8.055	8.172	82.556	49.718	10.331
<b>Desv Est</b>	0.097	0.097		0.003	0.005	0.001

Estudios previos en los que se evaluó la composición química de la *Cratylia* indican que esta varía de acuerdo a la edad y parte de la planta y señalaron un contenido proteico entre 11 y 17 %<sup>28</sup>, otro estudio realizado por Roa (2012) reportó que el contenido de proteína es de 18.3%<sup>29</sup> Los valores que se obtuvieron en el presente estudio para CA coinciden con otros autores, Flores *et al.* (1998) determinaron que CA contiene 23.8% de PC, 60.1% de FDN y 34.1 de FDA;

valores que no difieren significativamente a este estudio. Por su parte, Wilson y Lascano (1997) encontraron valores similares, 19% de PC, 67% de FDN y 43% de FDA.

De Souza *et al.* (2010) encontraron valores de 8.70% de PC, 58.07% de FDN y 41.73% de FDA para *Brachiaria arrecta* a los 56 días de corte, lo que coincide con lo encontrado en este estudio<sup>36</sup>

En el Cuadro 6 se puede observar la composición química de las cuatro dietas; en la dieta 1, el contenido de proteína se considera dentro del mínimo requerido para cubrir las necesidades del animal incluyendo el aporte de saliva. En la dieta 4, el contenido de proteína es suficiente por sí misma. Sin embargo, aunque se considera mejor una dieta que aporte mayor cantidad de PC, la dieta 4 no produjo resultados positivos en el consumo, y aprovechamiento de los nutrimentos a nivel ruminal, por lo que puede considerarse que se ofrece al animal más de lo que puede aprovechar.

**Cuadro 6.** Composición química de las dietas experimentales.

<b>Dietas</b>	<b>MO, %</b>	<b>CEN, %</b>	<b>PC, %</b>	<b>FDN, %</b>	<b>FDA, %</b>	<b>LIG, %</b>
<b>D1: 0% Ca + 100% Br</b>	92.21	7.79	7.61	81.53	46.61	8.90
<b>Desv Est</b>	± 0.307	0.307	1.093	0.011	0.023	0.020
<b>D2: 15% Ca + 85%Br</b>	91.28	8.72	9.51	78.86	45.16	10.60
<b>Desv Est</b>	1.178	1.178	1.434	0.022	0.013	0.014
<b>D3: 30% Ca + 70% Br</b>	90.35	9.65	11.77	77.06	44.45	12.11
<b>Desv Est</b>	1.275	1.275	2.025	0.030	0.020	0.013
<b>D4: 45% Ca + 55% Br</b>	89.84	10.16	12.80	75.22	44.55	14.37
<b>Desv Est</b>	0.575	0.575	1.062	0.031	0.038	0.040

## 8.5 Sangre

Las mediciones de urea y  $\beta$ -hidroxibutirato, no se modificaron de manera relevante en suero sanguíneo, se mantuvieron dentro de los parámetros permitidos para estos metabolitos; por lo que puede afirmarse que el balance de proteína y energía de cada dieta no afectó a los metabolitos. En el Cuadro 7, puede observarse que aunque se encontró un efecto lineal ( $P < 0.04$ ), se refiere únicamente a la variación dentro del tratamiento, no a una alteración metabólica de los animales. Los rangos que se han reportado para ovinos son entre 15 y 50 mg/dl<sup>49</sup>

El mayor riesgo se presenta con dietas muy altas en proteína, ya que de esta forma se compromete la energía del animal, si la energía no fuera suficiente, el animal tendría que metabolizar grasas a partir de sus reservas corporales y de esta forma se hubieran incrementado los cuerpos cetónicos, alterando la expresión de los metabolitos, situación que no ocurrió en el presente estudio.

**Cuadro 7.** Mediciones de Urea y Beta-hidroxibutirato en sangre.

	% de <i>Cratylia Argentea</i>				EEM	P<		
	0	15	30	45		Lineal	Cuadrático	Cúbico
Urea mg/dl	9.224	5.107	7.025	6.656	0.576	0.041	0.497	0.537
$\beta$ OH-B mg/dl	0.365	0.250	0.352	0.331	0.022	0.235	0.362	0.987

## 8 CONCLUSIONES

Al desarrollar este experimento se logró determinar que el uso de leguminosas arbustivas como complemento alimenticio es una buena alternativa, viable y segura; el consumo de materia seca se incrementa, aunado a esto, el aporte nutrimental de la *Cratylia argentea* garantiza una más estable fermentación y mayor digestibilidad, y por lo tanto aprovechamiento de los nutrimentos.



## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Dirección de estadística. FAOSTAT Disponible en : <http://faostat3.fao.org/download/Q/QL/S> Fecha de consulta Febrero 2016
- <sup>2</sup> El economista. Opinión y análisis. Agronegocios. José María Castro Marín. Julio 2010. Disponible en : <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2010/07/19/oportunidad-disminuir-importaciones-ovino> Economista
- <sup>3</sup> Caracterización del sistema producto ovino en el estado de Veracruz. 2009 Colegio de postgraduados. Campus Veracruz, Fundación Produce Veracruz FUNPROVER., Veracruz, México
- <sup>4</sup> Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Servicio de Estadística. (Página en internet) México, Febrero 2016. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Estadisticas/Lists/Estadsticas/Attachments/2/Estimación%20del%20Consumo%20Nacional%20Aparente%201990-2005%20Carne%20de%20ovino.pdf>
- <sup>5</sup> Sistema Producto Ovino, SPO. Organismo de la Unión Nacional de Ovinocultores UNO [página en Internet]. Ciudad de México: c2014 [última actualización 2012 Mar 20]; Disponible en: [http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/2011/07/jgm\\_comerdelacarnevovina.pdf](http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/2011/07/jgm_comerdelacarnevovina.pdf)
- <sup>6</sup> Sistema Producto Ovino, SPO. Organismo de la Unión Nacional de Ovinocultores. UNO [página en Internet]. Ciudad de México Distrito Federal: c2014 [última actualización 2014 Jun 10]; Disponible en: <http://spo.uno.org.mx/precios-registrados-en-el-ganado-ovino-para-abasto-durante-la-semana-del-26-de-mayo-al-02-de-junio-de-2014/>
- <sup>7</sup> Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Consulta de precios por fecha. Página en Internet. México Febrero 2016 Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/PecCan.asp?var=Ovi>
- <sup>8</sup> IV Congreso Internacional del Borrego, CIBO. Buenas perspectivas para los precios de ovinos en todo el mundo ante la falta de oferta. Disponible en: [http://borrego.com.mx/CIBO2013/docs/Mercado\\_mundial\\_del\\_cordero\\_y\\_perspectivas\\_para\\_Mexico.pdf](http://borrego.com.mx/CIBO2013/docs/Mercado_mundial_del_cordero_y_perspectivas_para_Mexico.pdf)
- <sup>9</sup> Kú-Vera JC, Ayala-Burgos AJ, Solorio-Sánchez FJ, Briceño-Poot EG, Ruiz-González A, Piñeiro-Vázquez AT, *et al.* Tropical tree foliage and shrubs as feed additives in ruminants rations. Nutritional strategies of animal feed additives 2013; Nova Science Publishers, Inc.
- <sup>10</sup> Pirela MF Manual de Ganadería, Valor nutritivo de los pastos tropicales. Instituto de Investigaciones Agrícolas. México, Enero 2016. Disponible

---

en:[http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros\\_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf](http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf)

<sup>11</sup> Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (Página en internet) México 2016. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario/>

<sup>12</sup> Manyuchi B, Deb Hovell FD, Ndlovu LR, Topps JH, Tigere A. Feeding napier hay as supplement to sheep given poor quality natural pasture hay: Effects of level of napier hay supplement and inclusion of urea in the basal diet on intake and digestibility. *Anim. Feed Sci. Technol* 1996; 63: 123-135

<sup>13</sup> Perez NB, Pizarro EA. Producción animal en asociaciones gramíneas- maní forrajero. X Seminario Pastos y Forrajes. 2006. Brasil

<sup>14</sup> Avilés R, Ku Vera JC; Alayón GJA. Follaje de árboles y arbustos en los sistemas de producción bovina de doble propósito. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 2007; 15 (1) Pp. 251-263.

<sup>15</sup> Minson D.J. Forage in Ruminant Nutrition Cal. USA: Academic Press Inc. 1990; Pp. 17-58. <http://books.google.com.mx/books>

<sup>16</sup> Román Ponce H. Potencial de Producción de los bovinos en el trópico de México. *Ciencia Veterinaria* 1981; 3

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J Dairy Sci* 1991; 74: 3583-3597

<sup>17</sup> Church DC. El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. 1ra Edición. Editorial Acribia. Zaragoza 1993; Pp 225.

<sup>18</sup> Forbes JM. Voluntary Food intake and diet selection in farm animals. Segunda edición. Editorial CAB International. Wallingford 2007; Pp. 144– 171.

<sup>19</sup> Mertens, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes. SBZ ESAL, 188, MG, 1992. Pp. 188

<sup>20</sup> Church, D. Fisiología digestiva y Nutrición de los rumiantes. Vol. 1. Fisiología Digestiva. Ed. Acribia. 1974.

<sup>21</sup> Carrero M. José A. Importancia de las leguminosas forrajeras, Buena producción animal. Wordpress. Venezuela. Marzo 2012. Disponible en: <https://buenaproduccionanimal.wordpress.com/2012/03/16/importancia-de-las-leguminosas-forrajeras-2/>

- 
- <sup>22</sup> Mazorra C, Dayamí F, Nieves C, Vega A. Estrategias para modificar el consumo voluntario y la selección de alimentos de los pequeños rumiantes en pastoreo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 2009; 43(4):379-385
- <sup>23</sup> Poppi DP and McLennan SR. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *Journal of Animal Science* 1995; 73:278-290
- <sup>24</sup> Minson, D.J. (1980). Nutritional differences between tropical and temperate pasture. In: Morley, F.H.N. (Editor). *Grazing animals*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. 103-15
- <sup>25</sup> Van Soest P.J., Evaluación de forrajes y calidad de los alimentos para rumiantes. Cornell University. México 2016 Disponible en: <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse2/minisite/pdf/Calidad%20de%20Alimentos%20para%20Rumiantes/articulo%20Van%20Soest.pdf>
- <sup>26</sup> Araujo-Febres O. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX Seminario de Pastos Tropicales. Univ. Zulia, Maracaibo. Venezuela 2005; Pp. 1-10
- <sup>27</sup> Missouri Botanical Garden - w3TROPICOS. [Online Database]. URL: <http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?projectid=3&langid=66> (2014).
- <sup>28</sup> USDA, ARS, National Genetic Resources Program. *Germplasm Resources Information Network - (GRIN)* [Online Database]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?7549> (2014).
- <sup>29</sup> Grassland index. Grassland species profile. Food and agriculture Organization for the United Nations, México, Marzo 2015. Disponible en <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/data/pf000192.htm>
- <sup>30</sup> Cook, B.G., Pengelly, B.C., Brown, S.D., Donnelly, J.L., Eagles, D.A., Franco, M.A., Hanson, J., Mullen, B.F., Partridge, I.J., Peters, M. and Schultze-Kraft, R. 2005. *Tropical Forages: an interactive selection tool*, CIAT and ILRI, Brisbane, Australia
- <sup>31</sup> Von Son de Fernex Elke., Efecto antihelmíntico in vitro de cinco extractos de leguminosas tropicales sobre *Haemonchus contortus*. Tesis de Licenciatura, 2011, México Universidad Nacional Autónoma de México.
- <sup>32</sup> Lascano C. E., Euclides V.P.B., Calidad nutricional y producción animal en las pasturas de *Brachiaria*. En: *Brachiaria: Biología, agronomía y mejoramiento*. 1998. Colombia

- 
- <sup>33</sup> Argel P., Lascano C., *Cratylia argentea*: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. En: Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. 1998 vol. 20, no. 1, p. 37-43
- <sup>34</sup> Queiroz, L.P. y Coradin, L., 1996. Biogeografía de *Cratylia* en áreas prioritarias para Coleta. In: E.A. Pizarro and L. Coradin (eds), Memorias del taller Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera, EMBRAPA/Cenargen/CPAC/CIAT, 19–20 July 1995, Brasilia, Brasil, 1–12
- <sup>35</sup> Bertorelli M., Rodríguez I., Luna J. Diagnóstico de las principales plagas que atacan la leguminosa forrajera *Cratylia argentea* Desvaux O. Kuntze. En: Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. No. 7. 2005
- <sup>36</sup> Gutiérrez F. *Cratylia argentea* nueva leguminosa forrajera arbustiva para los trópicos de Bolivia. En: Revista de Agricultura. No. 47 Separata técnica coleccionable 02-2010 Cochabamba, Bolivia 4 p. 2010
- <sup>37</sup> Lascano, C.E., 1996. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. In: E.A. Pizarro and L. Coradin (eds), Memorias del taller Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera, EMBRAPA/Cenargen/CPAC/CIAT, 19–20 July 1995, Brasilia, Brasil, 83–97
- <sup>38</sup> Schultze- Kraft R. Leguminous forage shrubs for acid soils in the tropics. : Elgersma, Anjo; STRUIK, Paul C. and MAESEN, Jos L.G. van der eds. Grassland Science in Perspective. Wageningen Agricultural University Papers 96-4, 1996, p. 67-81
- <sup>39</sup> Lascano, C., Plazas, C.H. 2003. Utilidad de la leguminosa semiarbustiva *Cratylia argentea* en sistemas de ganado doble propósito del Piedemonte Llanero: Validación y difusión. CIAT, PRONATTA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, Colombia
- <sup>40</sup> García, E., R. Vidal y M.E. Hernández. 1983. Las Regiones Climáticas de México. En Memoria del IX Congreso Nacional de Geografía. Tomo I :123- 130. Guadalajara, Jalisco
- <sup>41</sup> Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. INAFED Secretaría de Gobernación SEGOB 2010 SIAP [página en Internet]. Ciudad de México Distrito Federal. Consulta interactiva de datos; [aproximadamente 1 pantalla] *Disponible en:* <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>
- <sup>42</sup> AOAC: Official Methods of Analysis. Horwitz W. Latimer, G., 18<sup>th</sup> edition, 2015. 4. Animal Feed. Pp 37-44.

- 
- <sup>43</sup> Van Soest, P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991 Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. *J. Dairy Science* 74:3583-3597
- <sup>44</sup> E. R. Orskov and I. McDonald (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92, pp 499-503.  
doi:10.1017/S0021859600063048
- <sup>45</sup> Harinder P.S. Makkar., Recommendation for quality control of *in sacco* nylon bag technique. Animal production and Health Section IAEA, Vienna. Disponible en: [http://bardiamond.com/Library/InSitu/Articles/In-Sacco\\_Quality\\_Control.pdf](http://bardiamond.com/Library/InSitu/Articles/In-Sacco_Quality_Control.pdf)
- <sup>46</sup> Kaneko, Jiro J. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Third edition. Academic Press. Chapter 9. Kidney Function pp 376-394. 1980.
- <sup>47</sup> Bouda, J; Gutiérrez, A; Salgado, G; et al. Monitoreo, diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos en vacas lecheras. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM Disponible en : <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgCliG005.pdf>
- <sup>48</sup> Sánchez N.R., Ledin I. Effect of feeding different levels of foliage from *Cratylia argentea* to creole dairy cows on intake, digestibility , milk production and milk composition. *Tropical Animal Health and Production* 38:343-351. DOI 10:1007/s112240-006-4314-7 (2006)
- <sup>49</sup> Church D.C. and Santos, A. Effect of graded levels of soybean and of a non-proteic nitrogen-molasses supplement of a consumption and digestibility of wheat Straw. *Journal of Animal Science*. 53, 1690-1615, 1981.