



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL**

**EFFECTO DE LA ASOCIACIÓN *Brachiaria brizantha* - *Cratylia argentea* SOBRE
LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LECHE DE VACAS
F1 (HOSTEIN X CEBÚ) EN EL TRÓPICO HÚMEDO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

**PRESENTA:
MARICELA RAMÍREZ GARCÍA**

**Tutor Principal:
ELIAZAR OCAÑA ZAVALA (FMVZ – UNAM)**

**Comité Tutor:
LUIS CORONA GOCHI (FMVZ – UNAM)
CARLOS ALFREDO SANDOVAL CASTRO (FMVZ – UADY)**

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Octubre 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.

DEDICATORIA

A mis padres, por su ayuda y apoyo incondicional, ya que siempre han estado a mi lado impulsándome a siempre dar el máximo.

A mis hermanos, por ser mis compañeros incondicionales en las buenas, malas y peores.

A mis sobrinos Samuel y Daniel, los cuales son los motorcitos que día a día me impulsan con cada sonrisa.

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM – FMVZ, por ser el lugar donde recibí la formación académica, es un orgullo haber formado parte de ellas.

Al CONACYT, por darme el apoyo en la realización de mi posgrado.

Al Proyecto PAPIIT con el número IN215312 titulado: “Evaluación de la calidad, consumo y digestibilidad de *Brachiaria brizantha-Cratylia argenta*, como estrategia alimenticia para rumiantes en el Trópico Mexicano”.

Al CEIEGT, por permitir la realización del presente trabajo en sus instalaciones, a todo el académico y administrativo.

A mi Comité tutor al M en C Eliazar Ocaña Zavaleta, Dr. Luis Corona Gochi y Dr. Carlos Alfredo Sandoval Castro, que tan amablemente me han acompañado y apoyado durante todo este proceso de la Maestría.

Al Dr. Epigmenio Castillo Gallegos por su gran paciencia, la cual fue demasiada.

Al personal del DNAB y Toxicología, por el apoyo brindado, para terminar con la fase experimental.

A mi jurado por las revisiones y observaciones aportadas, al presente trabajo.

A mis compañeros y amigos, que contribuyeron para la realización de este trabajo, contando siempre con su apoyo incondicional.

A mi familia, por siempre estar ahí.

Resumen

La producción animal de doble propósito en el trópico, se caracteriza por una baja productividad, la cual se debe a la combinación de varios factores como: razas, prácticas de manejo y nutrición. Dentro de estos sistemas se produce simultáneamente leche y carne, por lo cual se utilizan animales que combinen características deseables de producción, los cuales son más exigentes en sus requerimientos. La alimentación dentro de estos sistemas se basa principalmente en forrajes, los cuales no presentan una producción constante durante el año, siendo un reto para la producción la época de seca, donde este recurso disminuye tanto en cantidad como calidad. Para resolver esta problemática, se decide suplementar con leguminosas forrajeras arbustivas, las cuales conservan la mayoría de su follaje durante esta época. El objetivo de este trabajo, fue evaluar el efecto de la asociación *Brachiaria brizantha* (Insurgente) - *Cratylia argentea* sobre la producción y composición fisicoquímica de leche en vacas F1 (Holstein x Cebú) en pastoreo. Se realizó en el Módulo de Producción de doble propósito del CEIEGT. Se utilizaron 12 vacas F1, con un peso vivo inicial de 500 ± 50 kg, con más de 3 partos, 90 días de lactancia y una producción de leche de 8.5 kg/vaca/día, además de 4 novillas fistuladas al rumen, para realizar una prueba de Digestibilidad *in situ*. Los animales se asignaron aleatoriamente a 4 grupos que se alojaron en 4 potreros de 1.6 ha c/u, correspondientes a las 4 combinaciones de dos tratamientos con dos repeticiones. El pastoreo fue rotacional con 5 días de ocupación y 25 de recuperación, los tratamientos fueron: T1) Asociación de *Brachiaria brizantha* – *Cratylia argentea* y T2) Insurgente solo. Se realizó en 3 periodos de evaluación, cada uno de 25 días de adaptación y 5 días finales de muestreo, para un total de 90 días para la fase experimental. El peso vivo (PV), condición corporal (CC) y producción de leche (PL), fueron similares ($P > 0.05$) en ambos tratamientos. Con respecto a las variables de calidad de leche: pH, grasa, proteína y sólidos totales, tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$). Se estimó el consumo de materia seca (CMS) utilizando Cr_2O_3 , sin encontrar diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$). Se evaluó la composición química de las heces, sin encontrar diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Se midió la biomasa seca presente (BSP) antes y después del pastoreo, sin encontrar diferencia ($P > 0.05$). El valor nutritivo de los forrajes tampoco fue diferente ($P > 0.05$) entre tratamientos, pero se encontraron diferencias ($P < 0.05$), en la calidad del forraje a la entrada y salida en las variables: materia seca (MS) en la salida del T2, proteína cruda (PC), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA) y digestibilidad (DIG), en la salida del T1 (gramínea asociada). La asociación no incrementó la producción láctea individual, de lo que se infiere que la leguminosa contribuyó en grado reducido a mejorar la dieta debido a su bajo consumo por las vacas, el cual pudo deberse, a factores intrínsecos de la planta.

Palabras clave: Leguminosa, pastoreo, doble propósito, características fisicoquímicas y digestibilidad.

Abstract

The dual purpose animal production in the tropics is characterized by low productivity, which is due to the combination of several factors such as: breeds, management practices and nutrition. Within these systems milk and meat are produced simultaneously, which is why animals are used that combine desirable production characteristics, which are more demanding in their requirements. Feeding within these systems is based mainly on forages, which do not present a constant production during the year, being a challenge for the production the dry season, where this resource diminishes both quantity and quality. To solve this problem, it was decided to supplement leguminous forage shrubs, which conserve most of their foliage during this time. The objective of this work was to evaluate the effect of the association *Brachiaria brizantha* (Insurgente) - *Cratylia argentea* on the production and physicochemical composition of milk in cows F1 (Holstein x Cebu) in grazing. It was carried out in the Dual Purpose Production Module of CEIEGT. We used 12 F1 cows, with an initial live weight of 500 ± 50 kg, more than 3 calving, 90 days of lactation and a milk production of 8.5 kg/cow/day, in addition to 4 heifers fistulated to the rumen were used to perform an in situ digestibility test. The animals were randomly assigned to 4 groups that were housed in 4 paddocks of 1.6 ha each corresponding to the 4 combinations of 2 treatments with 2 replicates. The grazing was rotational with 5 days of occupation and 25 days of recovery. The treatments were: T1) Association of *Brachiaria brizantha* - *Cratylia argentea* and T2) Insurgent alone. It was carried out in 3 evaluation periods, each one of 25 days of adaptation and 5 days of final sampling, for a total of 90 days for the experimental phase. The live weight (LW), body condition (BC) and milk production (MP) were statistically equal ($P > 0.05$) in both treatments. Regarding milk quality variables: pH, fat, protein and total solids, no differences between treatments were found ($P > 0.05$). Dry matter intake (DMI) was estimated using Cr_2O_3 , with no difference between treatments ($P > 0.05$). The chemical composition of the feces was evaluated, with no differences ($P > 0.05$) between treatments. The present dry biomass (PDB) was measured before and after grazing, with no difference ($P > 0.05$). The nutritional value of forages was not different ($P > 0.05$) between treatments, but differences ($P < 0.05$) were found in the forage quality at entry and exit in the variables: dry matter (DM) T2, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and digestibility (DIG), at the exit of T1 (associated grass). The association did not increase the individual milk production, from which it is inferred that the legume contributed to a reduced degree to improve the diet due to its low consumption by the cows, which could be due to factors intrinsic to the plant.

Key words: Legumes, grazing, double purpose, physicochemical characteristics and digestibility.

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Secuencia de tratamientos por período y repetición.	19
Cuadro 2. Medias (\pm error estándar) para el consumo de materia seca por vacas F1 (Holstein X Cebú) en pastoreo en los tratamientos (T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i>).	30
Cuadro 3. Medias (\pm error estándar) para cenizas (CEN %), MS (%), PC (%), FDN (%), FDA (%) y LIG (%) de las heces en los dos tratamientos (T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i>).	31
Cuadro 4. Medias (\pm error estándar) para la variable biomasa seca presente antes y después del pastoreo de los dos tratamientos (T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i>).	32
Cuadro 5. Medias (\pm error estándar) para CEN (%), MS (%) y PC (%), de los componentes forrajeros de los dos tratamientos (T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i>).	32
Cuadro 5 (continuación). Medias (\pm error estándar) para FDN (%), FDA (%), LIG (%) y Digestibilidad <i>in situ</i> (%), de los componentes forrajeros de los dos tratamientos (T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i>).	33
Cuadro 6. Medias (\pm error estándar) para MS (%), PC (%), FDN (%), FDA (%) y LIG (%), de los componentes forrajeros de los dos tratamientos (T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i>), después de la prueba de Digestibilidad.	34
Cuadro 7. Medias (\pm error estándar) para la variable Consumo Aparente (g/MS/día) de MS, CEN, PC, FDN, FDA y LIG de los dos tratamientos (T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i>).	35
Cuadro 8. Medias (\pm error estándar) para la variable Digestibilidad Aparente (%) de MS, CEN, PC, FDN y FDA de los dos tratamientos (T1, asociación <i>C. argentea</i>	35

– *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*).

Cuadro 9. Medias (\pm error estándar) para la concentración de N – NH₃ (mg/dL), 36
ácidos grasos volátiles (AGV's, mM/L) y pH en líquido ruminal, en los dos
tratamientos T1 (asociación *C. argentea* – *B. brizantha*); y T2 (*Brachiaria*
brizantha).

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Cratylia argentea</i> .	9
Figura 2. Animal experimental ramoneando la leguminosa.	17
Figura 3. Distribución de tratamientos por cada repetición (R1 – R2).	18
Figura 4. Potreros seleccionados para su muestreo en cada repetición.	22
Figura 5. Medias (\pm error estándar) para la variable producción de leche de vacas que pastaron en dos pasturas experimentales: T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i> , en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México. Calidad de Leche.	27
Figura 6. Medias (\pm error estándar) para peso vivo de vacas que pastaron en dos pasturas experimentales: T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i> , en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México.	28
Figura 7. Medias (\pm error estándar) para condición corporal de vacas que pastaron en dos pasturas experimentales: T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i> , en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México.	29
Figura 8. Medias (\pm error estándar) para la variable pH de leche de vacas que pastaron en dos pasturas experimentales: T1, asociación <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i> , en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México.	29
Figura 9. Medias (\pm error estándar) para las variables grasa, proteína y sólidos totales de leche de vacas F1 (Holstein x Cebú) que pastaron en dos tratamientos: T1 (asociación) <i>C. argentea</i> – <i>B. brizantha</i> ; y T2, <i>Brachiaria brizantha</i> , en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México.	30

CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO II.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Ganadería de Doble Propósito	3
Situación de la Alimentación en los Sistemas de Doble Propósito	3
Alternativas de alimentación para el ganado	4
Asociación gramínea – leguminosa (Sistemas Agrosilvopastoriles)	4
Leguminosas Arbustivas	5
Leguminosa <i>Cratylia argentea</i>	6
Gramíneas forrajeras	9
Gramínea <i>Brachiaria brizantha</i>	10
JUSTIFICACIÓN.....	11
HIPOTESIS	12
CAPÍTULO III.....	13
Efecto de la asociación <i>Brachiaria brizantha</i> - <i>Cratylia argentea</i> sobre la producción y composición fisicoquímica de leche de vacas F1 (Holstein – Cebú) en el trópico húmedo	13
RESUMEN.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
OBJETIVO.....	15
Objetivos Específicos:	15
MATERIAL Y MÉTODOS	16

Localización	16
Animales Experimentales	16
Manejo de Tratamientos.....	17
Manejo de Potreros	17
Período Experimental.....	18
Mediciones Animales	19
Producción de Leche	19
Peso Vivo	19
Condición Corporal	19
Calidad de la Leche	20
Dosificación de Cromo	20
Heces	20
Concentración de Cromo	21
Mediciones Forraje.....	21
Materia Seca Presente (MSP, kg/ha).....	21
Materia Seca	23
Proteína Cruda	23
Determinación de Fibras.....	24
Prueba de Digestibilidad <i>in situ</i>	24
Líquido Ruminal	25
Diseño Experimental y análisis de datos	25
RESULTADOS	27
Producción Animal	27
Producción de Leche	27
Peso Vivo	27

Condición Corporal	28
Calidad de Leche	29
pH.....	29
Grasa, proteína y sólidos totales.....	29
Consumo Materia Seca.....	30
Composición Química de las Heces.....	31
Parámetros analíticos y digestibilidad de los forrajes	31
Biomasa Seca Presente antes y después del pastoreo	31
Composición Química de los Forrajes	32
Composición Química del Forraje después de la Prueba de Digestibilidad <i>in situ</i>	34
Consumo Aparente	35
Digestibilidad Aparente	35
Líquido Ruminal	36
DISCUSIÓN.....	37
Variables Productivas.....	37
Calidad de leche	38
Consumo de Materia Seca (CMS).....	38
Composición Química de las Heces.....	39
Biomasa Seca Presente antes y después del pastoreo.....	39
Composición Química de los Forrajes.....	40
Digestibilidad <i>in situ</i>	41
CONCLUSIÓN.....	43
REFERENCIAS	44

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

La ganadería en México es una actividad agropecuaria importante, ocupando más del 50% del territorio nacional (Magaña *et al.*, 2006), la cual mantiene a 3, 417, 740 millones de cabezas de ganado bovino productor de carne y leche (SIAP-SAGARPA, 2015). Durante el año 2015 la producción de leche ascendió a 11, 394, 663 miles de litros y la de carne a 1, 845, 236 toneladas (SIAP-SAGARPA, 2015).

Los sistemas con bovinos de doble propósito, son una de las actividades productivas más diseminadas en el medio rural, en las zonas tropicales de México (seca y húmeda). Esta región comprende aproximadamente el 25% del territorio nacional (INEGI, 2008). Dentro de la región del trópico húmedo se encuentra el estado de Veracruz el cual sobresale ocupando el primer lugar en producción de carne de bovino a nivel nacional en el año 2015 con una cantidad de 249, 222.52 toneladas (OIEDRUSa, 2015) y 695, 762.15 toneladas de leche (OIEDRUSb, 2015).

La producción animal en el trópico, se caracteriza principalmente por una baja productividad, la cual se debe a la combinación de varios factores como son: razas, aspectos sanitarios, prácticas de manejo y nutrición (Sosa *et al.*, 2008).

Por esta razón, en estos sistemas se produce simultáneamente leche y carne y por lo cual se utilizan tipos raciales que combinen características deseables de producción tanto del bovino europeo como del Cebú, entre los cuales se encuentran los cruces F1 ($\frac{1}{2}$ Holstein- $\frac{1}{2}$ Cebú), que por tener un mayor potencial productivo, son más exigentes en alimentación (Holmann y Lascano, 1997).

La alimentación en estos sistemas de producción es a base de forrajes, principalmente pastos tropicales, los cuales no tienen una producción constante durante todo el año (estacional), llegando a disminuir su producción y calidad, presentando bajos contenidos de proteína cruda, siendo esta la limitación más común para la función del rumen y la productividad del ganado durante la época de seca, siendo insuficientes para satisfacer los requerimientos de mantenimiento del ganado (Sánchez y Ledin, 2006), obteniendo como consecuencia una baja en la producción de leche y carne. Existen varias

alternativas de suplementación con el objetivo de cubrir estas limitaciones nutricionales, pero las cuales incrementan los costos de alimentación. Una alternativa es la introducción de nuevas especies o variedades de forrajes, con el objetivo de lograr una producción de forraje de buena calidad durante todo el año.

Por esta razón, es importante encontrar alternativas alimenticias a bajo costo que cubran estas necesidades, teniendo como ejemplo el establecimiento de asociaciones entre gramíneas y leguminosas, destacando entre estas las leguminosas forrajeras arbustivas, las cuales presentan un gran potencial en los sistemas de producción de rumiantes, particularmente en las zonas donde se presentan periodos de sequía prolongados (4 - 6 meses), además de que producen más biomasa que las herbáceas, toleran mejor el mal manejo y tienen la propiedad de fijar nitrógeno al suelo.

De estas leguminosas *Cratylia argentea* presenta un alto potencial en estos sistemas de producción animal. Es un arbusto nativo del sur de la cuenca del río Amazonas, Brasil, Perú, Bolivia y Argentina. Es una especie que se adapta bien a suelos ácidos, conserva la mayor parte de su follaje durante la época seca, debido al buen desarrollo de sus raíces las cuales llegan a medir hasta 2 m de profundidad, tiene un alto valor nutritivo (18–25% PC dependiendo de la edad de la planta), por lo que es usada como fuente y/o suplemento de proteína (Argel y Lascano, 2011).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Ganadería de Doble Propósito

Los sistemas ganaderos de doble propósito se reconocen, como aquellos en los cuales se producen leche y carne de manera rentable en la misma explotación (Benavides *et al.*, 2010); combinando el ordeño con el amamantamiento del becerro hasta llegar al destete, donde la vaca y el ternero constituyen una unidad biológica y natural de producción durante el período de lactancia (Holmann y Lascano, 1997). Generalmente hay escaso uso de tecnología y requieren de bajos insumos, desarrollándose generalmente en zonas tropicales.

En estos sistemas de producción se buscan cruces que sean sinérgicos para aprovechar las características tanto del *Bos taurus* como del *Bos indicus*. Para lograr esto, existen varias alternativas, entre las cuales se encuentran los cruces F1, los cuales mejoran la cantidad y calidad de la leche, también la ganancia de peso en las crías (Holmann y Lascano, 1997).

Situación de la Alimentación en los Sistemas de Doble Propósito

La principal fuente de alimentación en los sistemas de producción de bovinos de doble propósito, son los forrajes, los cuales pueden tener diferentes usos como: corte o pastoreo, siendo la alimentación el factor tecnológico más importante a cubrir dentro de la producción.

La alimentación dentro de este sistema, se basa principalmente en el pastoreo de gramíneas nativas, siendo su valor nutritivo muy variable, ya que va a presentar problemas como tasas de crecimiento reducidas, así como un marcado crecimiento estacional (Castillo *et al.*, 2013), la calidad del forraje va a depender principalmente de la especie de la planta, su estado de madurez y el clima, todo esto va a repercutir directamente en su cantidad y calidad. Por esa razón, es muy importante conocer los requerimientos nutricionales de los animales en las diferentes etapas fisiológicas, la calidad y disponibilidad del recurso forrajero. De los requerimientos nutricionales que más cuesta cubrir en los animales en producción son la energía y proteína, siendo este el

requerimiento más costoso, razón por la cual se piensa en la suplementación, debido a que en el trópico la producción de forraje se ve limitada por la estacionalidad en su crecimiento, debido a las variaciones climáticas durante la época de secas y de invierno (Valles *et al.*, 2014), la cual llega a tener una duración de 4 – 6 meses, afectando la producción de leche y peso de las crías (Orantes *et al.*, 2014). Así, se ha demostrado que la producción de leche puede incrementarse entre el 13 y 20%, cuando la alimentación es combinada de gramíneas y leguminosas, con respecto a una alimentación de sólo gramíneas.

Alternativas de alimentación para el ganado

Asociación gramínea – leguminosa (Sistemas Agrosilvopastoriles)

Existen diseños de alternativas agrosilvopastoriles, las cuales son una buena opción que permite intensificar las interacciones agroforestales para lograr la integración de árboles y arbustos dentro del sistema de producción pecuario (Simón *et al.*, 2010), ya que dentro de este van a interactuar plantas leñosas como árboles y/o arbustos, con los componentes nativos del lugar que son los animales y las plantas forrajeras, bajo un sistema de manejo integral.

Esta asociación mejora la materia orgánica del suelo e incrementa los microorganismos benéficos del mismo como lo son las lombrices (Argel, 2006). Estas contribuyen a formar agregados estables en las capas superficiales del suelo, que mejoran la infiltración, aireación y la capacidad de retener agua, favoreciendo la penetración de raíces a capas más profundas, y cambiando con esto la fertilidad del suelo mediante el consumo y traslado de residuos orgánicos a capas más profundas (Argel, 2006), lo cual se ve reflejado en una mejor calidad de las pasturas.

Debido a las condiciones del pastoreo, no se conoce con precisión el consumo del forraje, ya que hay factores que pueden afectarlo como lo son la actividad de pastoreo y las condiciones ambientales. Más sin embargo no es difícil poder calcularlo y a partir de este evaluar la calidad nutritiva del forraje y ver si con esa cantidad se cubren los requerimientos nutricionales del ganado.

El consumo voluntario se define como la cantidad de materia seca consumida cada día cuando a los animales se les ofrece alimento en exceso (Minson, 1990). Sin embargo, hay varios factores que afectan este consumo como lo son los efectos físicos de la distensión digestiva, ya que hay evidencias de que el consumo voluntario, es limitado por la capacidad del retículo-rumen y por la velocidad de desaparición de la digesta en este órgano (Mejía, 2002).

También depende principalmente del volumen estructural, esto es por el contenido de paredes celulares en el forraje (Van Soest, 1994), que tarda más en pasar por el aparato digestivo del rumiante. Sin embargo, en condiciones de pastoreo existen otros factores que afectan el consumo, tales como el pastoreo selectivo, intensidad de pastoreo, el estado fisiológico del forraje, la suplementación, el estado fisiológico del animal, el tamaño corporal, la capacidad del retículo-rumen, disponibilidad de agua, etc., sin embargo, la cantidad de forraje requerida para el ganado puede calcularse y, compararse con la cantidad disponible en el pastizal. Así, teóricamente, un animal debe consumir forraje hasta satisfacer sus requerimientos nutricionales, pero el consumo total es limitado debido a factores físicos y fisiológicos del animal y planta (Mejía, 2002).

Leguminosas Arbustivas

Las leguminosas forrajeras arbustivas, tienen un gran potencial para mejorar los sistemas de producción animal, particularmente en zonas subhúmedas del trópico donde los periodos de sequía llegan a tener una duración de 4 – 6 meses; su rendimiento de forraje es mayor que el de las leguminosas herbáceas; toleran mejor el mal manejo y tienen la capacidad de rebrotar en estos lugares de sequías prolongadas (Argel y Lascano, 2002). Ofrecen también la posibilidad de mejorar la dieta animal, por sus altos contenidos de proteína y minerales, además de contribuir al incremento de la materia orgánica del suelo y estimular mayor actividad biológica dentro del mismo (Argel, 2006). También pueden fijar nitrógeno al suelo, que con el tiempo, se vuelve disponible a las gramíneas asociadas, incrementando con esto la producción de la pastura (Castillo *et al.*, 2013). Tienen además otros usos alternativos, como fuente de leña para uso doméstico y como barreras vivas (rompe-vientos) o para controlar erosión en zonas de ladera (Argel y Lascano, 2002). La calidad nutritiva de una planta forrajera está en función de su composición química, digestibilidad y consumo voluntario. Sin embargo, no todos los

árboles o arbustos forrajeros producen cantidades suficientes de biomasa para alimentar al ganado (Valles *et al.*, 2014). Algunos de los factores que afectan el rendimiento y calidad de los forrajes son: la edad de rebrote y la época climática.

Dentro de las leguminosas forrajeras arbustivas se encuentra la leguminosa *Cratylia argentea*, que puede ser usada para mejorar la producción de leche y carne dentro de las producciones de doble propósito.

Leguminosa *Cratylia argentea*

Esta leguminosa pertenece a la familia *Leguminosae*, subfamilia *Papilionoideae*, tribu *Phaseoleae* y subtribu *Diocleinae*. Es un género neotropical el cual se distribuye naturalmente al sur de la cuenca del río Amazonas y al este de los Andes, abarcando partes de Brasil, Perú, Bolivia y la cuenca del río Paraná al noroeste de Argentina (Argel y Lascano, 2002).

Tiene un hábito de crecimiento arbustivo, pero puede convertirse en lianas de tipo voluble cuando está asociada a plantas de porte mayor (Sobrino y Nunes, 1995), se ramifica desde la base del tallo y se han encontrado hasta 11 ramas en plantas que alcanzan entre 1.5 – 3 m de altura (Maass, 1995). Sus hojas son trifoliadas y estipuladas; la inflorescencia es un pseudoracimo nodoso con 6 – 9 flores por nodosidad, las flores varían entre 1.5 – 3 cm con pétalos de color lila. Su fruto es una legumbre dehiscente que contienen de 4 – 8 semillas en forma lenticular, circular o elíptica (Queiroz y Coradín, 1995).

Se caracteriza por su amplio rango de adaptación a suelos ácidos pobres, tolera sequías prolongadas (5 - 6 meses), sin defoliación o pérdida de hojas (Castillo *et al.*, 2007), tiene alta capacidad de rebrote aún en condiciones de lluvias escasas; los rendimientos de forraje son altos para plantas adultas con alto contenido de proteína cruda (18 - 25 % dependiendo de la edad de la planta), por lo que es usada como fuente y/o suplemento de proteína (Argel y Lascano, 2011).

Produce semilla de buena calidad y es un arbusto ideal para suplementar pastos de corte durante la época seca; puede ofrecerse fresca o ensilada (Argel, 2006). Muestra buena adaptación en particular a suelos ácidos pobres con alto contenido de aluminio de tipo

Ultisol y Oxisol. No obstante, muestran mayor vigor de crecimiento las plantas que se han observado en condiciones de trópico húmedo con suelos bien drenados y de fertilidad media a alta (Argel, 2006), sobre todo en áreas que se encuentran bajo los 1200 msnm, además requiere de plena exposición al sol, aunque tolera la sombra ligera.

Tiene alta retención foliar, particularmente de hojas jóvenes y la capacidad de rebrote durante la época seca, estas características están asociadas con el desarrollo de raíces vigorosas que alcanzan hasta 2 m de longitud (Rincón *et al.*, 2007), que favorecen la tolerancia de la planta a la sequía (Pizarro *et al.*, 1995).

Cratylia argentea se puede establecer por medio de plantas a 45 días de edad, o por semilla (Pizarro *et al.*, 1995), las cuales son de buena calidad y sin marcada latencia física (dureza) o fisiológica; por lo cual no necesita escarificación. La siembra con semillas se debe hacer en forma superficial, a menos de 2 cm de profundidad en el suelo (Argel y Lascano, 2002), en terrenos bien drenados, ya que en sus primeros días de crecimiento son muy sensibles a los excesos de humedad (Rincón *et al.*, 2007). La siembra se debe realizar a 1 m entre plantas y entre surcos para el sistema de corte y acarreo (6 kg/ha); para pastoreo directo, a 2 m entre plantas y líneas (3 kg/ha) y a 3.5 metros de distancia entre plantas y líneas para caso de producción de semillas (2 kg/ha), (Pizarro, 2005). Para establecerla como banco de proteína, la distancia de siembra debe ser a 1 m entre surco y 1 m entre planta. También se le pueden dar otros usos como: barrera viva, control de erosión y leña (Argel y Lascano, 2011).

La floración de *Cratylia argentea* es abundante pero poco sincronizada, se inicia al final del período lluvioso en condiciones de trópico. Pueden florecer el primer año de establecidas, pero los rendimientos de semilla son bajos y su período de producción se prolonga durante 1 – 2 meses (febrero – abril), se cosecha de manera continua y manual durante la época de secas (Argel y Lascano, 2011). Los rendimientos de semilla dependen del genotipo, edad de la planta, manejo del corte y las condiciones ambientales prevalentes durante la floración y fructificación.

El crecimiento de *Cratylia argentea* es lento por lo menos durante los dos primeros meses después del establecimiento, esto se asocia a la fertilidad del suelo y a la inoculación o no de la semilla (Argel y Lascano, 2011). Pero presenta un crecimiento exponencial durante

su primer año, Su establecimiento se ve afectado de manera negativa, en suelos del tipo Vertisol y alcalino con bajo hierro disponible.

Los rendimientos de materia seca de esta leguminosa, están influenciados por la fertilidad del suelo, densidad de siembra, edad al primer corte y edad de la planta (Rosero *et al.*, 2010). Los cortes se recomiendan cada 70 – 90 días, que es cuando las ramas ya tienen una buena cantidad de rebrotes. Cuando se siembra de manera intensiva, llega a producir de 8-18 t/ha por año de forraje (Maass, 1995, Lascano *et al.*, 2002, Reyes *et al.*, 2008). Al aumentar la densidad de siembra consecuentemente se incrementa el rendimiento de materia seca total (Lascano *et al.*, 2002), con esto se presenta una mayor tasa de crecimiento y producción del cultivo (Turgut *et al.*, 2005). La altura de la planta se ve afectada por la densidad de siembra a menor densidad, mayor tamaño.

La calidad nutritiva de una planta forrajera está en función de su composición química, digestibilidad y consumo voluntario (Argel y Lascano, 2002). *Cratylia argentea* es alta en términos de proteína y dado que tiene bajos niveles de taninos condensados es una buena fuente de nitrógeno fermentable para el rumen (Argel y Lascano, 2011), lo cual contribuye a la síntesis de proteína bacteriana y aumenta el flujo y absorción de nitrógeno en el tracto posterior del animal. Su consumo se ve afectado por su madurez y manejo pos-cosecha, siendo bajo cuando se ofrece el follaje inmaduro fresco, pero alto cuando se orea o seca al sol (Argel y Lascano, 2011).

En un estudio realizado por Castillo *et al.*, (2013), se evaluó el rendimiento total de materia seca y calidad nutritiva de hojas y tallos jóvenes de *Cratylia argentea*, donde se utilizaron 4 accesiones de la leguminosa forrajera CIAT 18516, 18666, 18668 y 18676, para evaluar sus rendimientos de forraje hojas (HO), tallos comestibles (TC), tallos no comestibles (TNC) y calidad nutritiva de HO y TC. En el cual se obtuvieron los siguientes resultados, los rendimientos de forrajes por componente de la planta fueron similares entre accesiones: 2580 ± 212 (HO), 33 ± 5 (TC) y 2444 ± 233 (TN) kg MS/ha. Las accesiones fueron similares en proteína cruda (19.10%), fibra en detergente neutro (61.10%), fibra en detergente ácido (42.20%) y lignina (14.20%). Para concluir la HO presentó más proteína cruda que TC, pero fue menor con respecto a FDN, FDA y mayor en LIG.

En un estudio realizado por Argel *et al.*, (2010), se evaluó la calidad del ensilado de *Cratylia argentea*, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados: digestibilidad de un 50 – 60 % y un valor de proteína cruda entre el 20 – 25 %, estos valores van a variar dependiendo de la parte de la planta y su edad. Con respecto a la calidad de la leche, se obtuvieron los siguientes resultados para el porcentaje de grasa, esto es dependiendo de la dieta administrada: T1) ensilado de *Cratylia* (3.6%), T2) *Cratylia* fresca (3.4%) y T3) gallinaza (3,0%), observando con esto que el porcentaje de grasa es mayor en las vacas que se alimentaron con ensilado de esta leguminosa.



Figura 1. *Cratylia argentea*.

Gramíneas forrajeras

La creciente disponibilidad de especies forrajeras con mayor adaptación y producción de forraje, ha permitido que el sector ganadero incremente progresivamente las áreas con pastos mejorados (Argel, 2006). Los pastos más utilizados para este fin son los del genero *Brachiaria*, y dentro de este se encuentran las especies más utilizadas que son: *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. ruziziensis*.

Las gramíneas forrajeras ayudan a mejorar la materia orgánica y las condiciones físicas de los suelos por el desarrollo de una masa considerable de raíces en las capas superficiales de los mismos (Argel, 2006), y asociadas permiten aumentar la productividad animal en sistemas de producción de doble propósito. El efecto principal se nota en la mayor carga animal. Pero tienen pobre adaptación a suelos de baja fertilidad, poca tolerancia a sitios inundados y susceptibilidad a plagas y enfermedades comunes en los pastos (Argel, 2006).

Gramínea *Brachiaria brizantha*

Es una gramínea forrajera ampliamente difundida en las áreas tropicales, originaria del continente africano, siendo una especie anual o perenne, que presenta macollas vigorosas, de hábito erecto o semierecto, con tallos que pueden alcanzar hasta 2.0 m de altura (Olivera *et al.*, 2006). Produce tallos vigorosos capaces de enraizar a partir de los nudos cuando entran en contacto con el suelo. Las raíces son profundas, lo que le permite sobrevivir bien durante períodos prolongados de sequía, estas son de color blanco-amarillento y de consistencia blanda. Las hojas son lanceoladas con poca pubescencia y alcanzan hasta 60 cm de longitud y 2.5 cm de ancho. La inflorescencia es en forma de panícula racemosa de 40 a 50 cm de longitud, con el eje principal estriado, glabro o piloso, generalmente con cuatro racimos de 8 a 12 cm (Lascano *et al.*, 2002). Crece bien en condiciones de trópico subhúmedo con períodos secos (5 – 6 meses), manteniendo una mayor proporción de hojas verdes, en suelos bien drenados.

Sus necesidades de nutrientes van de media a alta, teniendo buena respuesta a la fertilización nitrogenada. Tiene muy poca resistencia a las heladas, pero sus raíces no se ven afectadas. Su establecimiento se realiza en suelos bien preparados, mediante la siembra de semillas o material vegetativo. Es una especie que puede soportar manejos de carga continua, pero los mejores resultados en producción del forraje y su persistencia se logran en pastoreo rotacional. Soporta una carga animal variable entre 2.5 y 3 UA/ha, durante el período lluvioso, con una frecuencia de pastoreo entre 14 – 21 días, esto se asocia a su buen vigor y rápida recuperación después del pastoreo (Lascano *et al.*, 2002). Aunque generalmente es una gramínea para pastoreo, podría utilizarse en sistemas de corte y acarreo por su rápido crecimiento.

JUSTIFICACIÓN

La alimentación en los sistemas de producción de doble propósito es a base de forrajes, principalmente gramas nativas, las cuales no tienen una producción constante durante el año, ya que en la época de secas disminuye su calidad y cantidad. Esta época tiene una duración de cuatro a seis meses, por tal razón no se logran cubrir las necesidades nutrimentales del ganado (Castillo *et al.*, 2013), viéndose disminuida la producción tanto de leche como de carne.

Para evitar esta merma en la producción, durante esta época se suplementa con concentrados, los cuales tienen un alto costo económico. Debido a esta situación es necesario buscar alternativas a bajo costo, que cubran estas necesidades y una buena alternativa son las leguminosas forrajeras arbustivas, las cuales se adaptan a esta época del año, en la cual las gramíneas escasean, ya que conservan la mayoría de su follaje mejorando la productividad animal.

HIPOTESIS

El consumo de la asociación de la leguminosa *Cratylia argentea* con la gramínea *Brachiaria brizantha* (Insurgente), aumentará o mantendrá la producción y la calidad de la leche (características fisicoquímicas), en vacas F1 (Holstein x Cebú), en comparación con el consumo del monocultivo de *Brachiaria brizantha*, entre los 60 – 90 días de producción, durante la época seca, en el trópico húmedo.

CAPÍTULO III

Efecto de la asociación *Brachiaria brizantha* - *Cratylia argentea* sobre la producción y composición fisicoquímica de leche de vacas F1 (Holstein – Cebú) en el trópico húmedo

Ramírez G. M., Ocaña Z. E., Corona G. L., Sandoval C. C. A.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la asociación *Brachiaria brizantha* (Insurgente) - *Cratylia argentea* sobre la producción y composición fisicoquímica de leche en vacas F1 (H x C) en pastoreo. Se utilizaron 12 vacas F1, con un peso vivo inicial de 500±50 kg, con más de 3 partos, 90 días de lactancia y una producción de leche de 8.5 kg/vaca/día, además de 4 novillas fistuladas al rumen. Los animales se asignaron aleatoriamente a 4 grupos que se alojaron en 4 potreros de 1.6 ha c/u, correspondientes a las 4 combinaciones de 2 tratamientos con 2 repeticiones. La carga animal fue de 2.5 vacas/ha, el pastoreo fue rotacional con 5 días de ocupación y 25 de recuperación. Los tratamientos fueron: T1) Asociación y T2) Insurgente solo. Hubo 3 periodos de evaluación, cada uno de 25 días de adaptación y 5 días finales de muestreo, para un total de 90 días por la fase experimental. En cada repetición se aplicó un diseño cruzado con periodo extra, donde un grupo de vacas recibió la secuencia de tratamientos T1-T2-T2 y el otro, T2-T1-T1 en los 3 periodos. El PV, CC y PL fueron estadísticamente iguales ($P>0.05$) en ambos tratamientos (T1 – T2), siendo los promedios ± error estándar: PV 533-539±11.5 kg/vaca; CC 3.5±0.06 y PL 6.3-6.1±0.22 kg/día/vaca. Con respecto a las variables de calidad de leche: pH, 6.7±0.02; grasa, 5.2±0.13%; proteína, 2.6±0.03% y sólidos totales 11.6±0.18%, tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$). Se estimó el consumo de materia seca por tratamiento (T1 - T2), sin encontrar diferencia entre tratamientos ($P>0.05$), siendo las medias ± error estándar 13850 - 13990±0.6 g MS/animal/d. Se evaluó la composición química de las heces, sin encontrar diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos: PC, 11.4 – 11.0±0.15%; FDN, 62.3±0.31%; FDA, 37.3-36.9±0.31% y LIG, 15.5-14.9±0.31%. Se midió la biomasa seca presente (BSP) antes y después del pastoreo en ambos tratamientos T1 (gramínea asociada – leguminosa) y T2 (gramínea sola), sin encontrar diferencia ($P>0.05$), siendo las medias ± error estándar: 4027±531 - 2951± 348 kg/ha T1 (gramínea asociada), 102±10 - 89±8 kg/ha T1 (leguminosa) y 5850±449 - 3948±509 kg/ha T2 (gramínea sola). El valor nutritivo de los forrajes fue diferente ($P\leq 0.05$), a la entrada y salida del pastoreo, en la mayoría de los nutrientes, siendo las medias ± error estándar en la entrada: 8.39, 20.77, 8.08 ± 0.74 % PC; 73.05, 60.29, 75.34 ± 0.87 % FDN; 38.60, 34.96, 39.00 ± 0.4 % FDA; 5.93, 17.32, 6.10 ± 0.64 % LIG; y 74.67, 64.50, 73.00 % DIG; los valores para los tratamientos a la salida fueron de: 7.11, 20.24, 7.16 ± 0.74 % PC; 75.00, 59.36, 75.31 ± 0.87 % FDN; 40.81, 35.12, 39.70 % FDA; 6.61, 17.46, 6.35 ± 0.64 % LIG; y 70.75, 62.17, 70.58 ± 0.71 % DIG, respectivamente. En este estudio, la asociación no incrementó la producción láctea individual, de lo que se infiere que la leguminosa contribuyó en grado reducido a mejorar la dieta debido a su bajo consumo por las vacas, el cual pudo deberse más que nada, a la avanzada madurez de las hojas de la misma.

INTRODUCCIÓN

La alimentación en los sistemas ganaderos de doble propósito, está basada principalmente en forrajes, ya que es un alimento barato para la producción, el cual se puede ocupar en diferentes formas como: pastoreo, corte, henificado o ensilado. Los pastos tropicales se caracterizan por tener un valor nutricional medio o bajo (Villalobos y Arce, 2014), debido a que tienen bajos contenidos de proteína, energía, pero alto contenido de fibras (paredes celulares), que limitan la producción de proteína microbiana en el rumen (Pérez *et al.*, 2001, Villarreal *et al.*, 2006); esto también hace que los animales consuman menos materia seca y por ende tengan un menor aporte de energía (Villalobos y Sánchez, 2010).

Por esa razón es importante realizar un buen manejo de los forrajes, con el objetivo de poder aprovecharlos durante su mejor época, en la cual tengan su máxima calidad (estado óptimo), esta se da antes de su floración ya que es el momento en el cual hay un mayor contenido de proteína y de elementos nutritivos digeribles tanto en las hojas como en el tallo.

Durante el año en la época de secas se observa una disminución en la producción de forraje, ya que su crecimiento es estacional y por ende su calidad es menor, teniendo como consecuencia una disminución en la producción tanto de leche como de carne, por esta razón es importante encontrar alternativas que puedan ayudarnos a mejorar esta situación. Una de las alternativas más utilizadas es la complementación por medio de concentrados, los cuales aumentan los costos de producción, debido a que el objetivo de la suplementación es cubrir los requerimientos nutricionales de los animales en producción. Debido a esto, se han buscado otras alternativas a bajo costo, las cuales nos ayuden a mejorar la alimentación dentro de estos sistemas de producción y una de ellas puede ser la introducción de nuevas o diferentes especies y cultivares de mejor calidad, los cuales aporten un mejor forraje, debido a su producción de biomasa y valor nutricional (Villalobos y Arce, 2014).

Dentro de estas estrategias, se encuentra la introducción de leguminosas forrajeras arbustivas, dentro de las cuales se encuentra *Cratylia argentea*, además también se debe de considerar el mejoramiento de la calidad nutritiva de las gramíneas, mediante la selección de estas, para que se encuentren en asociación con las leguminosas.

OBJETIVO

- Evaluar el efecto de la asociación *Brachiaria brizantha* - *Cratylia argentea* sobre la producción y composición fisicoquímica de leche de vacas F1 (Holstein x Cebú) bajo pastoreo rotacional, en el trópico húmedo.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el efecto de esta asociación, sobre la producción y calidad de la leche (acidez, grasa, proteína y sólidos totales).
- Evaluar el valor nutricional de los componentes de esta asociación y de la gramínea sola, considerando los contenidos de PC %, FDN %, FDA %, LIG % y digestibilidad.
- Determinar el efecto de inclusión de *Cratylia argentea* en el contenido de Nitrógeno en el suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en el Módulo de Producción de doble propósito del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Localizado en el kilómetro 5.5, de la Carretera Federal Martínez de la Torre – Tlapacoyan, en la zona centro-norte del estado de Veracruz, situado a 20° 02' 05" de latitud norte y 97° 06' 22" de longitud oeste, con una altitud máxima de 151 msnm, cuenta con una superficie de 140 ha. El clima está clasificado como Af (m) w (e), correspondiente al cálido húmedo, de acuerdo a la clasificación de Köeppen, modificada por García (1981), con una temperatura y precipitación media anual de 23.4°C y 1840 mm respectivamente.

Los suelos son de tipo Ultisol, arcillo-limosos, ácidos y con bajas concentraciones de P (3.5 ppm por Bray y 2.0 ppm por Olsen), S, Ca y K, así como baja capacidad de intercambio catiónico (10.5 meq/100 g), la saturación de aluminio no alcanza niveles tóxicos para las plantas (Castillo *et. al.*, 2005).

Animales Experimentales

Se utilizaron un total de 16 animales cruce F1 (Holstein x Cebú), doce vacas en producción, de 3 partos en adelante, que se encontraban entre los 70 - 90 días de lactancia al momento de comenzar con el experimento, teniendo una producción promedio de 8.5 L/vaca/día y un peso aproximado de 500 ± 50 kg, las cuales se asignaron aleatoriamente a 4 grupos de pastoreo, el ordeño fue de tipo mecánico una vez al día. Además de 4 vaquillas F1, fistuladas al rumen, para realizar una prueba de digestibilidad *in situ*, estas no estaban en producción, asignándose una por cada grupo de pastoreo.

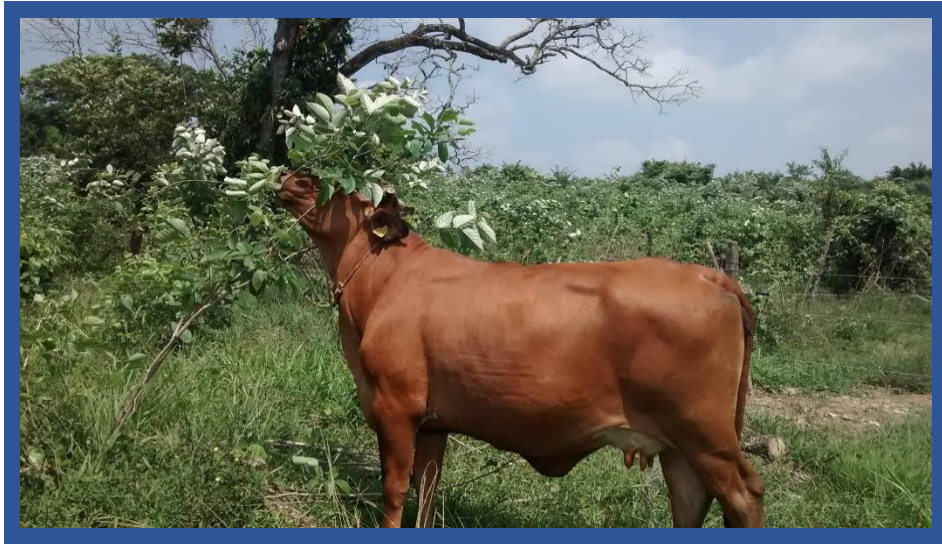


Figura 2. Animal experimental ramoneando la leguminosa.

Manejo de Tratamientos

Para el presente trabajo se contó con una superficie total de 6.4 ha, dividida en 2 repeticiones de campo de 3.2 ha cada una, a su vez divididas en 2 áreas de 1.6 ha, que se subdividieron en 6 potreros cada una, donde se alojaron los siguientes tratamientos:

T1: Asociación *Brachiaria brizantha* - *Cratylia argentea*, la cual se distribuyó de la siguiente manera: la leguminosa, sembrada a 2.5 m de distancia entre cada planta y a 3.0 m entre surcos, dando un total aproximado de 1200 plantas/ha. Entre los surcos se sembró la gramínea *Brachiaria brizantha*.

T2: *Brachiaria brizantha* monocultivo de gramínea.

Manejo de Potreros

El pastoreo fue de tipo rotacional con 5 días de ocupación y 25 días de recuperación, aplicándose una carga animal de 2.5 UA/ha (4 vacas en 1.6 ha).

En cada repetición (R1, R2), se aplicó un diseño permutable reversible para dos tratamientos, con un período extra para estimar el efecto residual del tratamiento previo, en el cual el grupo de vacas fue la columna y el período la hilera.

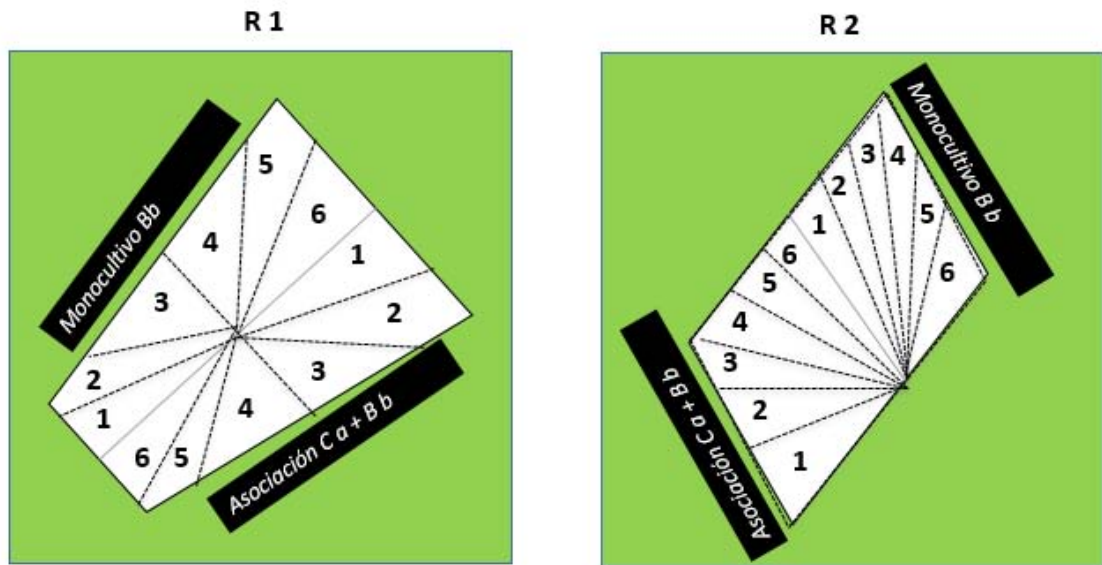


Figura 3. Distribución de tratamientos por cada repetición (R1 – R2)

En las dos repeticiones R1 – R2 se alojaron 2 grupos de 4 vacas cada uno, un grupo recibió la secuencia de tratamientos T1-T2-T2 y el otro la secuencia T2-T1-T1, en los periodos 1, 2 y 3. Todas las vacas, durante el ordeño recibieron aproximadamente 1 kg de concentrado lechero comercial con 18% de PC por vaca, además dentro de cada repetición se tuvo un bebedero con acceso *ad libitum*.

Período Experimental

El trabajo experimental constó de tres períodos diferentes y continuos con una duración de 30 días cada uno, teniendo 25 días iniciales de adaptación a los tratamientos y 5 días finales de medición de las variables de respuesta, para un total de 90 días para toda la fase de campo que inició el 30/marzo/2015 y finalizó el 27/junio/2015.

Cuadro 1. Secuencia de tratamientos por período y repetición.

Período Experimental	Secuencia de Tratamientos	
	Repetición 1 (8 vacas)	
	Grupo 1 (4 vacas)	Grupo 2 (4 vacas)
Período 1 (01 al 30 días)	<i>Brachiaria brizantha</i> - <i>Cratylia argentea</i>	<i>Brachiaria brizantha</i>
Período 2 (31 al 60 días)	<i>Brachiaria brizantha</i>	<i>Brachiaria brizantha</i> - <i>Cratylia argentea</i>
Período 3 (61 al 90 días)	<i>Brachiaria brizantha</i>	<i>Brachiaria brizantha</i> - <i>Cratylia argentea</i>

Mediciones Animales

Producción de Leche

Se registró diariamente de manera individual durante los 30 días de cada período, tomando el dato registrado en el medidor individual de la maquina ordeñadora, después del ordeño. Se utilizaron los datos de los últimos 5 días de cada período (kg/vaca/día/período).

Peso Vivo

Se determinó mediante el promedio del pesaje de cada animal (kg/vaca) durante el día 1, al inicio de cada periodo. Utilizándose una plataforma de pesaje para ganado, la cual se colocó dentro de la manga de manejo para facilitar la entrada del ganado.

Condición Corporal

Se evaluó utilizando como referencia una escala de 1 a 5 de forma observacional (Lowman *et al.*, 1976; Van Niekerl y Louw 1980), al inicio y término de cada período los días 1 y 30, para posteriormente promediar los datos.

Calidad de la Leche

Las muestras se tomaron directamente del medidor individual de la máquina de ordeño, después de la ordeña, en bolsas de poliseda con una capacidad de medio kg (Reyma ®), libres de cualquier otra sustancia, cada muestra se identificó con los siguientes datos: fecha y lugar de muestreo, identificación del animal, hora de muestreo y nombre de la persona que realizó el muestreo. Las muestras se conservaron en una hielera con refrigerantes a una temperatura de 2 - 6°C, para posteriormente ser transportadas al laboratorio de Reproducción del CEIEGT, donde fueron analizadas.

Antes de realizar el análisis fisicoquímico de la leche, las muestras se homogeneizaron cada una por agitación e inversión repetida del recipiente que las contenía. Se trabajaron dentro de las primeras 24 horas, después de tomada la muestra, estas se deben mantener a una temperatura de 4°C ± 2°C, hasta el inicio de los análisis o menos sin llegar a la congelación (NMX-F-700-COFOCALEC-2012).

En el laboratorio, se evaluaron las características fisicoquímicas de la leche, para determinar su calidad, como lo son: grasa, proteína y sólidos totales expresadas en porcentaje (%), con un analizador ultrasónico (Lactoscan Milkanalyzer, Viguza ®), además del pH por medio de un potenciómetro.

Dosificación de Cromo

A partir del día 16 de cada período se comenzó a dosificar diariamente 4 g de sesquióxido de cromo (2g en la mañana y 2g en la tarde) durante 15 días. Para la dosificación se emplearon capsulas de gelatina con capacidad de 1g cada una, las cuales se revolvían con el concentrado. La colecta de muestras de heces se realizó durante los últimos 5 días de cada período.

Heces

Las muestras se tomaron, por colecta individual directamente del recto en bolsas de poliseda con una capacidad de medio kg (Reyma ®), libres de cualquier otra sustancia, las cuales se identificaron con el número del animal, fecha y horario de muestreo (8:00 am - 18:00 pm), a partir del día 26 al 30 de cada período, durante la mañana y tarde. Estas se congelaron a -20°C, hasta el término del período. Posteriormente se descongelaron y se

formó una muestra total con alícuotas de las muestras individuales, cada una se pesó en fresco y se extendieron en platos de aluminio, para colocarse dentro de una estufa de aire forzado donde se secaron a una temperatura de 65°C durante 72 horas o hasta alcanzar peso constante. Posteriormente se molieron en un molino de Wiley con una criba de 2 mm y se almacenaron en bolsas de poliseda debidamente identificadas, hasta su análisis en laboratorio. Para determinar cenizas (CEN %), proteína cruda (PC = [N] x 6.25 %) por el Método de Kjeldahl (AOAC, 1980), fibra en detergente ácida (FDA %), fibra en detergente neutra (FDN %) y lignina-H₂SO₄ (LIG %) de acuerdo a Van Soest *et al.* (1991), utilizando un analizador de fibras ANKOM^{200®}.

Concentración de Cromo

Para determinar la concentración de cromo en las heces, se utilizó la técnica de espectrometría de absorción atómica, donde las muestras se sometieron a un proceso de incineración a una temperatura de 450°C durante 12 horas. En este procedimiento se utilizaron las cenizas, las cuales se sometieron a una digestión ácida en vasos de precipitado, a los cuales se les colocaron 15 ml de la solución ácida y se pusieron sobre una placa caliente a una temperatura aproximada de 300°C, hasta tornarse de un color amarillo o rojizo, siguiendo el protocolo de Fenton & Fenton (1979). Posteriormente las muestras digeridas, se filtraron en matraces aforados de 25 ml, para alcanzar el aforo se utilizó agua desionizada, finalmente se realizó una dilución 1:10 para realizar la lectura, mediante la utilización un espectrofotómetro de la marca Perkin Elmer®.

Mediciones Forraje

Materia Seca Presente (MSP, kg/ha)

Se evaluó a lo largo del experimento, para esto se seleccionaron 2 potreros por tratamiento y repetición, teniendo un total de 8 potreros para muestrear. Se tomaron muestras antes y después del pastoreo por los animales en cada potrero, por el Método de Rendimiento Doble Comparativo (Haydock y Shaw, 1975).

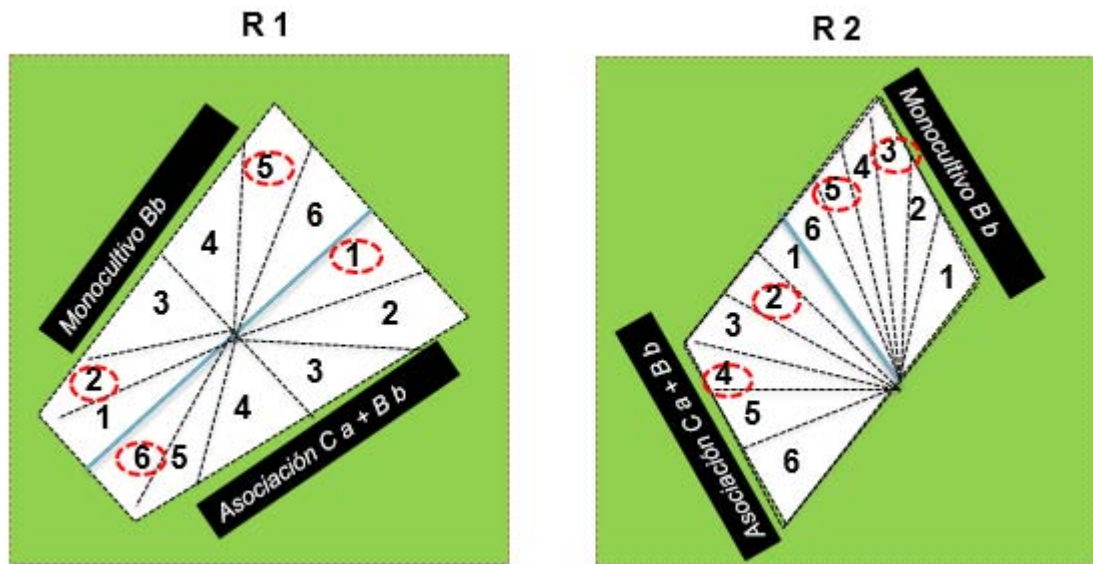


Figura 4. Potreros seleccionados para su muestreo en cada repetición.

Para realizar el muestreo del forraje por este método, primero se recorrió y observó el área de pastoreo, con el objetivo de localizar un total de 5 puntos que sirvieron de referencia para el muestreo visual. Primero se eligieron 2 puntos:

1er. Punto: Es el lugar del potrero donde se encontró la menor cantidad de forraje verde, al cual se le dio una clasificación de 1.

2do. Punto: Es el lugar donde se encontró la mayor cantidad de forraje verde, al cual se le dio una clasificación de 5.

Posteriormente se localizaron 3 puntos intermedios:

3er. Punto: Se localizó un sitio intermedio entre los puntos 1 y 5 de forraje verde, al cual se le dio la clasificación de 3.

4to. y 5to. Puntos: Se localizó un punto intermedio entre los puntos 1 y 3, al cual se le dio la clasificación de 2, posteriormente se localizó un punto intermedio entre el 3 y 5, al cual se le dio una clasificación de 4.

Para finalizar, antes de iniciar la evaluación visual, se identificaron los 5 puntos de referencia, enterrando una estaca, con una hoja de papel donde se escribió el número de identificación lo suficientemente grande para poder visualizarlos a distancia.

Para el muestreo visual, se trazaron divisiones imaginarias en forma de zig – zag por todo el potrero sobre las cuales se caminó y a cierto número de pasos, se lanzó un cuadrante de PVC, con una superficie de .25 m² (50 x 50 cm), posteriormente se evaluó la cantidad presente de forraje en él, de acuerdo a la escala previamente establecida, se muestreo un total de 80 veces.

Al finalizar el muestreo, se cortó el forraje verde presente en cada uno de los cuadrantes de referencia (muestras reales), de este material se tomaron las muestras para analizar en laboratorio. Primero se pesó cada muestra en fresco (1 – 5), posteriormente se revolviéron de manera homogénea y se tomaron 2 muestras representativas con un peso aproximado de 500g cada una, para el muestreo de *Brachiaria brizantha* (gramínea), el pasto se cortó a una altura de 10 cm sobre el suelo. Este método se repitió para muestrear a la leguminosa *Cratylia argentea*, cortando solo la hoja y pecíolo.

Materia Seca

Las muestras de forraje fresco, se pesaron y se pusieron a secar en bolsas de papel de estraza, en una estufa de aire forzado durante 72 h a una temperatura de 65°C, hasta alcanzar peso constante y la materia seca se calculó por diferencia de peso. Posteriormente se molieron en un molino de Wiley con una criba de 2 mm y se almacenaron en bolsas de poliseda debidamente identificadas, a temperatura ambiente hasta su análisis bromatológico.

Proteína Cruda

Se determinó su contenido de proteína cruda (PC = [N] x 6.25%) por el Método de Kjeldahl (AOAC, 1980).

Determinación de Fibras

Se analizó su contenido de fibra en detergente neutro (FDN %), fibra en detergente ácido (FDA %) y lignina-H₂SO₄ (LIG %) de acuerdo a Van Soest *et al.* (1991), utilizando un analizador de fibras ANKOM^{200®}.

Prueba de Digestibilidad *in situ*

Para esta prueba, se utilizaron 2 vaquillas F1 fistuladas al rumen, que no estaban en producción, con un peso promedio de 417 ± 29.1 kg, las cuales recibieron la misma dieta que los animales en experimentación, así que diariamente se les proporciono 1 kg de concentrado lechero comercial con 18% de PC, durante los tres periodos experimentales.

Se realizó mediante la técnica de la bolsa de nylon (Orskov y McDonald, 1979), para esto las muestras a incubar, primero se sometieron a un proceso de secado durante 72 horas en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65°C, hasta alcanzar peso constante, posteriormente se pesaron para obtener su peso en seco. El material vegetal ya deshidratado se molió en un molino de Wiley con una criba de 2 mm, se almacenaron en bolsas de poliseda debidamente identificadas.

Se utilizaron bolsas de 10 x 20 cm de nylon, las cuales antes de ser utilizadas se pusieron a secar en la estufa de aire forzado a una temperatura de 65°C durante 24 horas, para obtener su peso en seco, posteriormente se pesaron 5 g de muestra por cada una. Las bolsas fueron cerradas con ligas de plástico e identificadas con marcador indeleble. Se analizaron 72 muestras de forraje en total, las cuales se dividieron en 3 corridas, cada una estuvo formada por 24 muestras, un blanco (bolsa vacía) y un estándar (pasto), cada muestra se trabajó por triplicado, dando un total de 78 bolsas por animal. Estas se colocaron dentro de una bolsa de red, con un lazo largo en un extremo, para asegurar su ubicación dentro del rumen. El tiempo de incubación se fijó a 48 horas, transcurrido este, las bolsas se sacaron y colocaron en una hielera con agua y hielos, para ser transportadas al laboratorio de forrajes en el CEIEGT, donde primero se lavaron con agua corriente aproximadamente durante 5 minutos para quitar el exceso de líquido ruminal, posteriormente se colocaron en una lavadora eléctrica con agua corriente y se enjuagaron hasta que el agua salió incolora. Las bolsas lavadas se pusieron a escurrir durante 24 horas en un tendedero, posteriormente se pusieron a secar en una estufa de aire forzado

a 65°C durante 72 horas o hasta alcanzar peso constante, luego se pesaron para estimar la desaparición de materia seca en el rumen. Esta técnica se emplea en estudios donde se quiere evaluar los procesos del rumen como: la degradación de suplementos de proteína y forrajes.

Líquido Ruminal

Se tomaron 2 muestras, al momento de realizar la prueba de digestibilidad, inmediatamente después de ser colectado el líquido ruminal, se midió el pH con un potenciómetro. La primer muestra se preparó para medir ácidos grasos volátiles (AGV's) mediante el método de cromatografía de gases, para esto se tomaron 40 ml de líquido ruminal, a los cuales se les agrego 10 ml de ácido metafósforico al 25 %. Para la segunda muestra se tomaron 49 ml de líquido ruminal, a los cuales se les agrego 1 ml de HCl 0.2 N, en esta se determinó N-NH₃ por destilación de Kjeldhal (AOAC, 1980), empleando una relación KOH (2 mol/L): líquido ruminal de 5:1 (Souza, 2012), para la conservación de las muestras, estas se congelaron, hasta que se procesaron.

Diseño Experimental y análisis de datos

Para el análisis de los datos, se utilizó un diseño permutable, con un arreglo de cuadrado latino 2 x 2, empleando un periodo extra para estimar el efecto residual de los tratamientos. El modelo aditivo y lineal que se usó para los análisis de varianza fue el siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + B_j + S_k + V (BxS)_{i(jk)} + P_l + T_m + R_n + \epsilon_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn}: Es cualquiera de las variables de respuesta.

μ: Es la media general común a todas las observaciones.

B_j: Es el efecto fijo de la j-ésima repetición (j = R1, R2).

S_k: Es el efecto fijo de la k-ésima secuencia de tratamientos (k = T1-T2-T2, T2-T1-T1).

V (BxS)_{i(jk)}: Es el efecto aleatorio de la i-ésima vaca dentro de repetición x secuencia (i = 1, 2, 3).

P_i: Es el efecto del i-ésimo periodo (i = P1, P2, P3);

T_m: Es el efecto del m-ésimo tratamiento (m = T1, T2).

R_n: Es el efecto residual del n-ésimo tratamiento (n = T1, T2).

ϵ_{ijklmn} : Es la variación residual o error experimental, común a todas las observaciones, supuesta $\sim N, I, \mu = 0$ y $\sigma = 1$.

Los datos se analizaron con el procedimiento PROC GLM de SAS/STAT® (2010) versión 9.0. Las medias de tratamiento y de su efecto residual, se compararon mediante la prueba de “t”, empleando un nivel de significancia de $P < 0.05$.

RESULTADOS

Producción Animal

Producción de Leche

Para esta variable no se mostraron diferencias ($P>0.05$), en ambos tratamientos, los promedios y errores estándar fueron de 6.3 ± 0.22 kg/vaca/día para el T1 (asociación) y de 6.1 ± 0.22 kg/vaca/día para el T2 (gramínea sola).

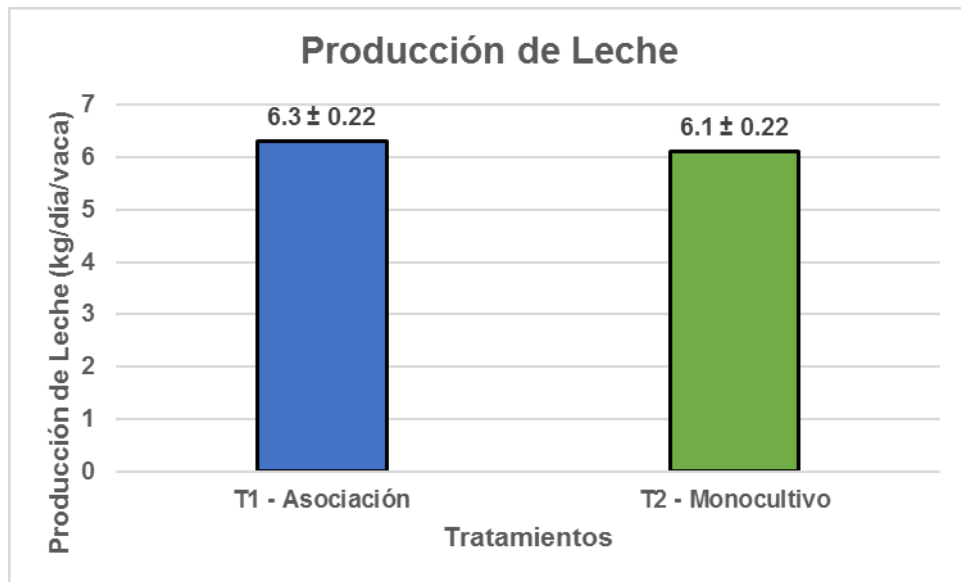


Figura 5. Medias (\pm error estándar) para la variable producción de leche de vacas que pastaron en dos pasturas experimentales: T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*, en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México.

Peso Vivo

En relación a esta variable, no se vio afectada por el tratamiento o período, ya que no hubo diferencias ($P>0.05$), en ambos tratamientos. Los promedios y errores estándar fueron 533 ± 11.5 kg en el T1 (asociación) y 539 ± 11.5 kg en el T2 (gramínea sola).



Figura 6. Medias (\pm error estándar) para peso vivo de vacas que pastaron en dos pasturas experimentales: T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*, en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México.

Condición Corporal

No se observaron diferencias ($P > 0.05$) por tratamiento o período, los promedios y errores estándar fueron de 3.5 ± 0.06 para el T1 (asociación) y 3.5 ± 0.06 para el T2 (gramínea sola).

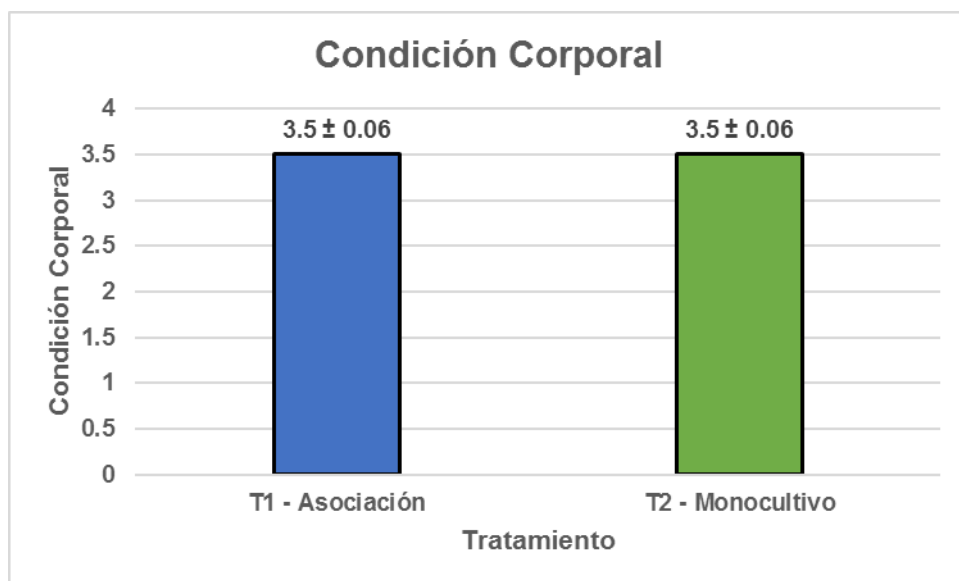


Figura 7. Medias (\pm error estándar) para condición corporal de vacas que pastaron en dos pasturas experimentales: T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*, en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México.

Calidad de Leche

pH

Esta variable no se vio afectada estadísticamente ($P>0.05$) por el tratamiento o período, siendo el promedio y error estándar de 6.7 ± 0.02 en el T1 (asociación) y T2 (gramínea sola).

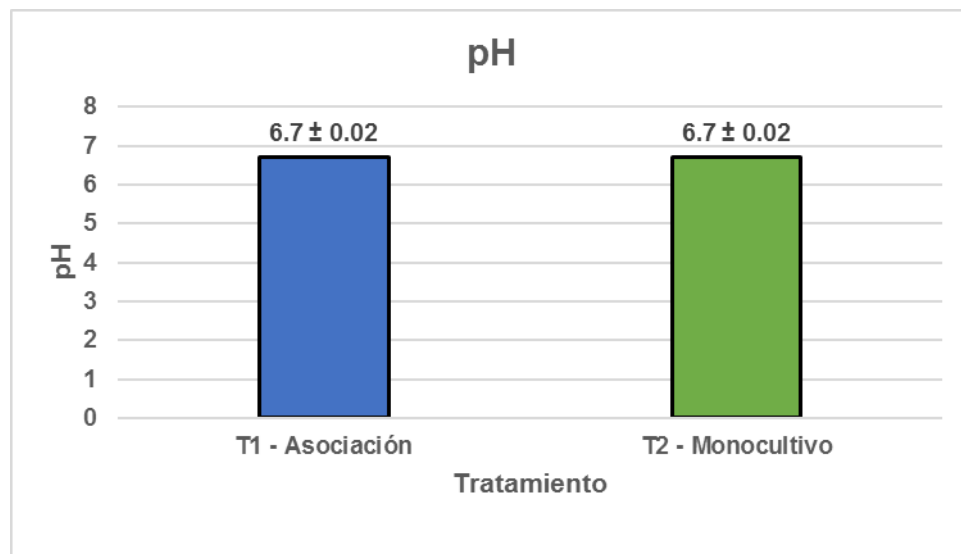


Figura 8. Medias (\pm error estándar) para la variable pH de leche de vacas que pastaron en dos pasturas experimentales: T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*, en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México.

Grasa, proteína y sólidos totales

Para estas variables no hubo diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$), en ambos tratamientos T1 (asociación) y T2 (gramínea sola), siendo los promedios y errores estándar para cada variable de 5.2 ± 0.13 % grasa, 2.6 ± 0.03 % proteína y 2.6 ± 0.03 % sólidos totales.

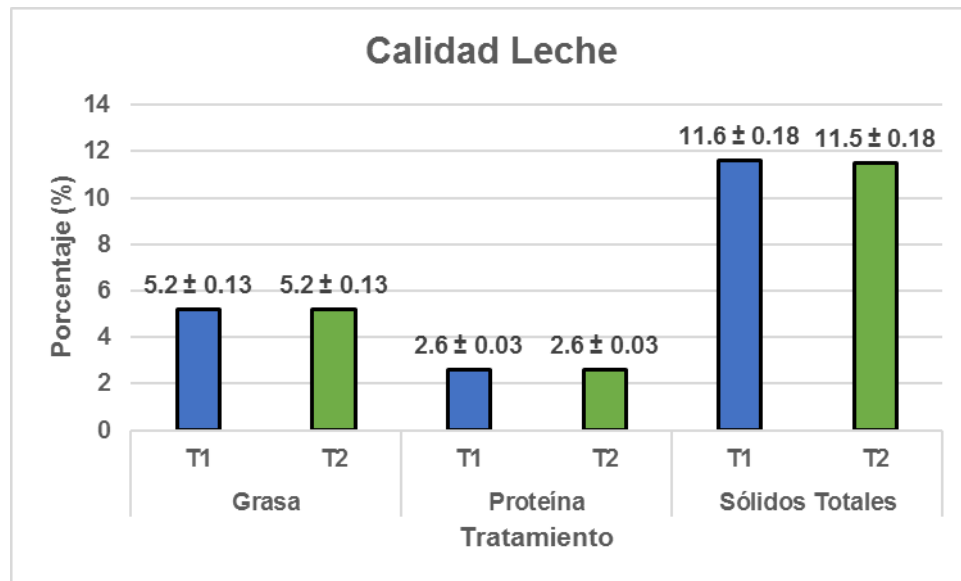


Figura 9. Medias (\pm error estándar) para las variables grasa, proteína y sólidos totales de leche de vacas F1 (Holstein x Cebú) que pastaron en dos tratamientos: T1 (asociación) *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*, en el trópico húmedo del estado de Veracruz, México.

Consumo Materia Seca

En la variable Consumo de Materia Seca expresado en: g MS/animal/d, % PV, g MS/kg PV y g MS/(kg PV)^{0.75}, las medias (\pm error estándar), en los tratamientos T1 (asociación) y T2 (monocultivo), se presentan en el Cuadro 2. En el cual se observa que no hubo un efecto ($P > 0.05$), siendo similares los valores en ambos tratamientos.

Cuadro 2. Medias (\pm error estándar) para el consumo de materia seca por vacas F1 (Holstein X Cebú) en pastoreo en los tratamientos (T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*).

Tratamiento	Consumo Materia Seca, expresado en:			
	g MS/animal/d ¹	% PV	g MS/kg PV	g MS/(kg PV) ^{0.75}
T1 (Asociación)	13850	2.54	25.4	122
T2 (Monocultivo)	13990	2.53	25.3	122

EE ²	0.6	0.08	0.8	4
-----------------	-----	------	-----	---

Dentro de la columna, medias seguidas de letras diferentes, son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

¹ MS = Materia seca, PV = Peso vivo.

² EE = Error estándar.

Composición Química de las Heces

En el Cuadro 3, se presentan las medias (\pm error estándar) de las variables medidas para evaluar la composición química de las heces en cada tratamiento. Con relación a estas variables, no hubo diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Cuadro 3. Medias (\pm error estándar) para cenizas (CEN %), MS (%), PC (%), FDN (%), FDA (%) y LIG (%) de las heces en los dos tratamientos (T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*).

Tratamiento ¹	CEN (%)	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIG (%)
T1 (Asociación)	16.8	13.4	11.4	62.3	37.3	15.5
T2 (Monocultivo)	16.8	13.6	11.0	62.3	36.9	14.9
EE ²	0.34	0.22	0.15	0.31	0.31	0.31

Dentro de la columna, medias seguidas de letras diferentes, son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

¹ CEN = Cenizas, MS = Materia seca, PC = Proteína cruda, FDN = Fibra en detergente neutro, FDA = Fibra en detergente ácido, LIG = Lignina.

² EE = Error estándar.

Parámetros analíticos y digestibilidad de los forrajes

Biomasa Seca Presente antes y después del pastoreo

Las medias (\pm error estándar) de la variable Biomasa seca presente antes y después del pastoreo, en los tratamientos T1 (gramínea asociada), T1 (leguminosa) y T2 (gramínea asociada), se presentan en el Cuadro 4. Donde se observa que no hubo un efecto estadísticamente significativo ($P > 0.05$) a la entrada y salida del tratamiento T1 (gramínea asociada) y T1 (leguminosa), a diferencia del tratamiento T2 (gramínea sola), donde la media fue menor a la salida ($P < 0.05$).

Cuadro 4. Medias (\pm error estándar) para la variable biomasa seca presente antes y después del pastoreo de los dos tratamientos (T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*).

Tratamiento	Entrada / Salida	BSP ¹ (kg/ha)	EE ²
T1 (Gramínea asociada)	Entrada	4027 ^a	531
	Salida	2951 ^a	348
T1 (Leguminosa)	Entrada	102 ^a	10
	Salida	89 ^a	8
T2 (Gramínea sola)	Entrada	5850 ^a	449
	Salida	3948 ^b	509

Dentro de la columna por componente, medias seguidas de letras diferentes, son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

¹ BSP = Biomasa seca presente.

² EE = Error estándar.

Composición Química de los Forrajes

En el Cuadro 5 se muestran las medias (\pm error estándar) de la composición química de las dietas. El contenido de cenizas totales (%), no fue diferente ($P > 0.05$) en ambos tratamientos, a la entrada o salida de los animales en pastoreo. Mientras que para la materia seca (%) si hubo un efecto ($P \leq 0.05$), siendo mayor el contenido a la salida en el T2 (gramínea sola), a comparación al de la entrada. El contenido de proteína cruda (%), fue menor al momento de la salida ($P \leq 0.05$), en el T1 (gramínea asociada).

Cuadro 5. Medias (\pm error estándar) para CEN (%), MS (%) y PC (%), de los componentes forrajeros de los dos tratamientos (T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*).

Tratamiento ¹	Entrada / Salida	CEN (%)	MS (%)	PC (%)
T1 (Gramínea asociada)	Entrada	10.55	24.86 ^a	8.39 ^a
	Salida	10.21	26.18 ^a	7.11 ^b

T1 (Leguminosa)	Entrada	10.35	29.12 ^a	20.77 ^a
	Salida	10.04	30.92 ^a	20.24 ^a
T2 (Gramínea sola)	Entrada	10.14	26.23 ^a	8.08 ^a
	Salida	9.64	29.64 ^b	7.16 ^a
EE ²		0.11	0.52	0.74

Dentro de la columna por componente, medias seguidas de letras diferentes, son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

1 CEN = Ceniza, MS = Materia seca, PC = Proteína cruda.

2 EE = Error estándar.

En el Cuadro 5 (continuación), se muestran los resultados de la variable FDN (%), la cual tuvo efecto estadísticamente significativo ($P \leq 0.05$), a la salida en el T1 (gramínea asociada), siendo mayor el promedio a comparación del T1 (leguminosa), pero similar al T2 (gramínea sola). Para la variable FDA (%) hubo efecto ($P \leq 0.05$), a la salida del tratamiento T1 (gramínea sola), siendo mayor el promedio a comparación de los otros. El porcentaje de digestibilidad fue menor ($P \leq 0.05$), a la salida del T1 (gramínea asociada), mayor al del T1 (leguminosa) y similar al T2 (gramínea sola).

Cuadro 5 (continuación). Medias (\pm error estándar) para FDN (%), FDA (%), LIG (%) y Digestibilidad *in situ* (%), de los componentes forrajeros de los dos tratamientos (T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*).

Tratamiento ¹	Entrada / Salida	FDN (%)	FDA (%)	LIG (%)	DIG (%)
T1 (Gramínea asociada)	Entrada	73.05 ^a	38.60 ^a	5.93	74.67 ^a
	Salida	75.00 ^b	40.81 ^b	6.61	70.75 ^b
T1 (Leguminosa)	Entrada	60.29 ^a	34.96 ^a	17.32	64.50 ^a
	Salida	59.36 ^a	35.12 ^a	17.46	62.17 ^a
T2 (Gramínea sola)	Entrada	75.34 ^a	39.00 ^a	6.10	73.00 ^a
	Salida	75.31 ^a	39.70 ^a	6.35	70.58 ^a

EE ²	0.87	0.40	0.64	0.71
-----------------	------	------	------	------

Dentro de la columna por componente, medias seguidas de letras diferentes, son estadísticamente diferentes (P≤0.05).

¹ FDN = Fibra en detergente neutro, FDA = Fibra en detergente ácido, LIG = Lignina, DIG = Digestibilidad.

² EE = Error estándar.

Composición Química del Forraje después de la Prueba de Digestibilidad *in situ*

En el Cuadro 6, la variable FDN (%), si tuvo efecto estadísticamente significativo (P≤0.05), siendo mayor el promedio a la salida, a comparación de los otros tratamientos T1 (leguminosa) y T2 (gramínea sola). Mientras la variable FDA (%) fue mayor (P≤0.05) a la salida del pastoreo, similar con el T2 (gramínea sola) y menor con el T1 (leguminosa).

Cuadro 6. Medias (± error estándar) para MS (%), PC (%), FDN (%), FDA (%) y LIG (%), de los componentes forrajeros de los dos tratamientos (T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*), después de la prueba de Digestibilidad.

Tratamiento ¹	Entrada / Salida	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	LIG (%)
T1 (Gramínea asociada)	Entrada	94.97	4.27	88.84 ^a	54.16 ^a	15.00
	Salida	94.81	4.04	90.72 ^b	56.74 ^b	13.34
T1 (Leguminosa)	Entrada	95.17	12.54	82.10 ^a	62.96 ^a	34.80
	Salida	95.14	12.55	81.02 ^a	61.94 ^a	33.50
T2 (Gramínea sola)	Entrada	94.67	4.16	89.90 ^a	54.28 ^a	13.20
	Salida	94.92	4.10	89.60 ^a	53.85 ^a	13.06
EE ²		0.05	0.48	0.50	0.54	1.2

Dentro de la columna por componente, medias seguidas de letras diferentes, son estadísticamente diferentes (P≤0.05).

¹ MS = Materia seca, PC = Proteína cruda, FDN = Fibra en detergente neutro, FDA = Fibra en detergente ácido, LIG = Lignina.

² EE = Error estándar.

Consumo Aparente

En el cuadro 7, se muestran las medias (\pm error estándar) del consumo aparente (g/MS/día) de los componentes químicos de los tratamientos, sin encontrar diferencia ($P > 0.05$).

Cuadro 7. Medias (\pm error estándar) para la variable Consumo Aparente (g/MS/día) de MS, CEN, PC, FDN, FDA y LIG de los dos tratamientos (T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*).

Tratamiento	MS ¹ (g)	CEN (g)	PC (g)	FDN (g)	FDA (g)	LIG (g)
T1 (Asociación)	13161	1459	1217	10071	5346	855
T2 (Monocultivo)	13334	1411	1171	10552	5455	841
EE ²	569	61	61	445	236	34

Dentro de la columna, medias seguidas de letras diferentes, son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

¹ MS = Materia seca, CEN = Cenizas, PC = Proteína cruda, FDN = Fibra en detergente neutro, FDA = Fibra en detergente ácido, LIG = Lignina.

² EE = Error estándar.

Digestibilidad Aparente

En el cuadro 8, se observan los valores de digestibilidad aparente, se observa una mayor ($P < 0.05$) digestibilidad de MS para la asociación respecto al monocultivo, en los demás componentes no se observaron diferencias ($P > 0.05$).

Cuadro 8. Medias (\pm error estándar) para la variable Digestibilidad Aparente (%) de MS, CEN, PC, FDN y FDA de los dos tratamientos (T1, asociación *C. argentea* – *B. brizantha*; y T2, *Brachiaria brizantha*).

Tratamiento	MS (%) ¹	CEN (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)
T1 (Asociación)	56.3 ^a	32.2	41.0	63.2	57.3

T2 (Monocultivo)	55.3 ^b	24.5	41.9	63.1	58.6
EE ²	0.3	1.7	1.3	0.3	0.5

Dentro de la columna, medias seguidas de letras diferentes, son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

¹ MS = Materia seca, CEN = Cenizas, PC = Proteína cruda, FDN = Fibra en detergente neutro, FDA = Fibra en detergente ácido.

² EE = Error estándar.

Líquido Ruminal

En el cuadro 9, se muestran los resultados de las variables evaluadas en el líquido ruminal: Concentración de ácidos grasos volátiles (AGV's, mM/L), nitrógeno amoniacal (N – NH₃, mg/dL) y pH. Observando una mayor concentración de ácido acético y propiónico en el T2, a diferencia de ácido butírico, el cual fue mayor en el T1. Teniendo una proporción de ácido acético y propiónico de 4:1. Para el valor de nitrógeno amoniacal, se observó una mayor concentración en el T2 y el pH fue igual en los dos tratamientos.

Cuadro 9. Medias (\pm error estándar) para la concentración de N – NH₃ (mg/dL), ácidos grasos volátiles (AGV's, mM/L) y pH en líquido ruminal, en los dos tratamientos T1 (asociación *C. argentea* – *B. brizantha*); y T2 (*Brachiaria brizantha*).

Tratamiento	Variable de respuesta				
	Ácidos grasos volátiles			N–NH ₃	pH
	Acético	Propiónico	Butírico		
T1 (Asociación)	6.6 \pm 0.5	1.5 \pm 0.1	1.3 \pm 0.1	10.05 \pm 3.4	6.5 \pm 0.1
T2 (Monocultivo)	6.9 \pm 0.2	1.6 \pm 0.05	1.2 \pm 0.03	12.6 \pm 2.7	6.5 \pm 0.02

T1 = Asociación (*Cratylia argentea* – *Brachiaria brizantha*), T2 = Gramínea sola (*Brachiaria brizantha*).

N–NH₃ = Nitrógeno amoniacal, pH = Potencial hidrógeno.

DISCUSIÓN

Variables Productivas

La inclusión de *Cratylia argentea* asociada con *Brachiaria brizantha*, en la dieta de bovinos de doble propósito durante la época de secas, en condiciones de pastoreo, no afectó los parámetros productivos ($P>0.05$): producción de leche, peso vivo y condición corporal, en comparación con monocultivo de *Brachiaria brizantha*, estas variables dependen en gran medida del consumo de materia seca (Bondi, 1988). En el presente estudio no se observó ($P>0.05$) diferencia en consumo entre los tratamientos.

Para la variable producción de leche, esto concuerda con lo reportado por Lascano *et al.*, (2001), donde evaluaron la producción en tres tratamientos: T1: *Brachiaria decumbens* – *C. argentea* en pastoreo, T2: *B. decumbens* – *C. argentea* (1.5% PV) en corte y acarreo y T3: *B. decumbens* en pastoreo, durante la época de seca, y no encontraron ($P\leq 0.05$) diferencias, en las producciones: 7.5, 6.7 y 6.1 kg/vaca/día. Y también por Sánchez y Ledín (2006) donde evaluaron los siguientes tratamientos T1: Ensilado de sorgo, T2: Ensilado + 2kg MS *C. argentea* y T3: Ensilado + 3kg MS *C. argentea*, como una alternativa durante la época de secas, sin observar diferencias ($P>0.05$) y con producciones de 3.93, 5.13 y 5.66 kg/vaca/día respectivamente. En estos estudios, aunque no encontraron diferencias ($P>0.05$), pareciera haber una tendencia de mayor producción con *Cratylia*, pero no lo detectaron. En la época de secas se observa comúnmente una baja en la cantidad y calidad de la gramínea en un monocultivo, la cual se ve más afectada en comparación de la leguminosa (Lascano *et al.*, 2001). El presente estudio se realizó en época de seca y la altura de *Cratylia* era de aproximadamente 2 mts lo cual limitaba la entrada de luz y crecimiento de la gramínea, y los rebrotes de *Cratylia* se encontraban fuera del alcance de las vacas, la distancia que caminaban las vacas al día era de aproximadamente 6 km (acceso a la ordeña y suministro de crono), debido a esto el incremento en los requerimientos de energía para mantenimiento se incrementan de un 10 a 50% (NRC, 2001), dependiendo del peso corporal, distancia caminada, topografía, altura de la pastura etc. Todos estos factores pudieron afectar la no respuesta a la inclusión de *Cratylia*.

Calidad de leche

Los tratamientos T1: Asociación (*C. argentea* - *B. brizantha*) y T2: Monocultivo (*B. brizantha*), no alteraron los parámetros fisicoquímicos de la leche ($P>0.05$), los valores se mantuvieron dentro de rangos normales. Esto coincide con lo reportado por Argel *et al.*, (2010), en un estudio que realizaron en Costa Rica, donde suplementaron con esta leguminosa, sin encontrar alguna diferencia ($P>0.05$) en Grasa, 3.7%; proteína, 3.2% y sólidos totales, 12.5%. También Sánchez y Ledin (2006), realizaron un trabajo en Nicaragua, donde incluían a la leguminosa en la dieta, sin encontrar alguna diferencia ($P>0.05$, Grasa, 4%; proteína, 3.6%; y sólidos totales, 12.4%).

Consumo de Materia Seca (CMS)

No se observaron diferencias ($P>0.05$) en el CMS. Esto concuerda con lo reportado, por Sánchez y Ledin (2006), en un estudio donde evaluaron una dieta basal de ensilado de sorgo *ad libitum*, sin y con suplementación de *C. argentea* en diferentes niveles de 2 o 3 kg, observándose consumos de 2.00 y 2.89 kg MS/día respectivamente, sin encontrar diferencias ($P>0.05$). Lo mismo ocurrió en el trabajo de Valles *et al.*, (2016), donde evaluaron la ganancia de peso vivo de terneras cruce Holstein x Cebú, las cuales se alimentaron con asociación (*C. argentea* – *B. brizantha*) y monocultivo de la gramínea (*B. brizantha*) pasto Toledo, bajo condiciones de pastoreo, obteniéndose consumos de 4.09 y 4.32 kg MS/día, sin encontrar algún efecto ($P>0.05$). El CMS, depende de varios factores como el apetito del animal, el cual varía por su edad y estado fisiológico (Preston y Leng, 1989), además de las características específicas del alimento, como la digestibilidad y las condiciones ambientales (Araujo, 2005). Para que los animales satisfagan sus necesidades de un buen desempeño productivo deben tener consumos por animal de entre 2.5 – 2.8% de su peso vivo (Livas *et al.*, 2016). El CMS promedio estimado con Cr, fue de 13.9 kg por vaca (2.5% PV), coincide con el promedio estimado para vacas F1 bajo condiciones tropicales. Debido posiblemente a los factores que se mencionaron respecto a la disponibilidad y calidad de la *Cratylia* (20% PC, 60% FDN, y DMS 64%,) en comparación con las gramíneas el contenido de lignina es mayor (17.3 vs 6.1%) no se observó un mayor consumo.

Composición Química de las Heces

Al evaluar la composición química de las heces no se encontró ninguna diferencia ($P>0.05$). Lo mismo reporta Valles *et al.*, (2016) al evaluar esta variable, reportando los siguientes porcentajes: Asociación (*C. argentea* – *B. brizantha*) fue de 2.06% y para el monocultivo (*B. brizantha*) de 2.03%. Con respecto a las demás variables los valores fueron los siguientes, tanto para la asociación y el monocultivo: FDN no se determinó, FDA 48.62 – 50.67% y LIG 23.91 – 26.09, siendo estos porcentajes menores a los obtenidos en este estudio. Esto se pudo deber a la edad de la planta debido, a que al ser más madura se acumulan más paredes celulares las cuales hacen menos disponibles los compuestos del forraje.

Biomasa Seca Presente antes y después del pastoreo

Al evaluar esta variable, en el tratamiento T1 - *C. argentea* / *B. brizantha*) en sus dos componentes, no se encontró diferencia ($P>0.05$), pero en el T2 (*B. brizantha*) la cantidad fue menor ($P\leq 0.05$), a la salida del pastoreo, esto pudo deberse al periodo de descanso entre pastoreos, ya que en Lascano *et al.*, (2002), mencionan que durante la época de lluvias los días de descanso para esta gramínea deben ser de 14 – 21, aumentando los días durante la época de secas en el trópico húmedo, hasta los 40 – 60 días (Livas *et al.*, 2016).

González *et al.*, (2012), evaluaron dos tratamientos antes y después del pastoreo, el primero alto en contenido de proteína (asociación *C. argentea* – *B. brizantha*/Toledo) reportando las siguientes producciones 1922 – 734 kg/ha, el segundo bajo en proteína (monocultivo *B. brizantha*/Toledo), obteniendo los promedios siguientes: 770 – 413 kg/ha, sin encontrar alguna diferencia ($P>0.05$). También Valles *et al.*, (2016), midieron la cantidad de forraje producido en cada tratamiento antes y después del pastoreo, reportando los siguientes resultados, para la asociación (*C. argentea* – *B. brizantha*) 3217 – 1037 kg/ha y el monocultivo (*B. brizantha*) de 2322 – 723 kg/ha, sin encontrarse diferencia ($P>0.05$). Sin embargo estos valores fueron menores a los obtenidos en el presente trabajo, debido a que la superficie de pastoreo en ambos trabajos fue menor.

Composición Química de los Forrajes

La calidad nutritiva de una planta forrajera depende de su composición química, digestibilidad y consumo voluntario (Argel y Lascano, 2011). Además, las asociaciones entre leguminosas y gramíneas, mejoran la materia orgánica del suelo y con esto la calidad del mismo, proporcionándole a los cultivo los nutrientes necesarios para su crecimiento, además de que las leguminosas tiene la capacidad de fijar nitrógeno al suelo, el cual está disponible para ser aprovechado por la gramínea.

Para esto se evaluó la calidad de los dos tratamientos, a la entrada y salida del pastoreo, encontrando que el valor de proteína cruda para la gramínea asociada con *C. argentea* fue menor a la salida ($P \leq 0.05$). González *et al.*, (2012), menciona que al aumentar de manera gradual el peso de los animales, aumenta la presión de pastoreo, la cual afecta el crecimiento del forraje y por consiguiente se afecta su calidad nutritiva.

A comparación de lo reportado por González *et al.*, (2012), los cuales realizaron un estudio donde evaluaron la calidad nutritiva de dos tratamientos T1: Alto en proteína - Asociación (*C. argentea* – *B. brizantha*/Toledo) y T2: Bajo en proteína - Monocultivo (*B. brizantha*/Toledo), antes y después del pastoreo, obteniendo los siguientes valores para la leguminosa, gramínea asociada y gramínea sola: 22.0 - 19.9%, 8.3% - 7.6% y 8.7% - 7.4%, sin encontrar algún efecto ($P > 0.05$). Esto coincide con Valles *et al.*, (2016), donde realizaron un estudio para evaluar la calidad nutritiva de dos tratamientos, la asociación de *C. argentea* – *B. brizantha* y el monocultivo de *B. brizantha*, reportando los promedios de 27.1 – 27.0%, 11.2 – 11.0% y 11.8 – 11.3 a la entrada y salida, sin encontrar diferencias ($P > 0.05$). Cabe mencionar que las leguminosas a diferencia de las gramíneas tienen valores de proteína cruda más altos (18 – 25%), por esta razón las leguminosas son utilizadas como complemento en dietas o épocas en las cuales baja la calidad del forraje, además de que tiene la propiedad de fijar nitrógeno al suelo, el cual ésta disponible, para ser aprovechado por la gramínea, si esta se encuentra en asociación. Dependiendo del tiempo que ya tenga la asociación de establecida, la gramínea se verá más beneficiada, mejorando su calidad.

El contenido de fibra y el grado de lignificación son los dos factores más importantes que determinan el valor nutritivo de los forrajes, ya que durante la época de secas disminuye su calidad principalmente por el contenido de PC y aumentan los valores de fibras (FDN,

FDA) y lignina, debido a la maduración del forraje por las condiciones ambientales, las cuales no favorecen su crecimiento. Al evaluar el contenido de fibras en los 3 componentes de los dos tratamientos a la entrada y salida, se observó que en la gramínea asociada el contenido de fibras (FDN, FDA) aumento ($P \leq 0.05$), a la salida del tratamiento. Esto difiere con lo obtenido por González *et al.*, (2012), al realizar la evaluación nutritiva de la asociación de *C. argentea* – *B. brizantha* (Toledo) y del monocultivo de *B. brizantha* (Toledo), a la entrada y salida del pastoreo, obteniendo los siguientes valores para la leguminosa: FDN 51.6 - 52.2%, FDA 32.5 - 33.5% y LIG 16.7 - 16.7%, gramínea asociada: FDN 73.3 - 74.6%, FDA 42.9 - 46.0% y LIG 13.4 - 14.3% y gramínea en monocultivo: FDN 73.1 - 74.89%, FDA 42.6 - 45.01% y LIG 13.8 - 14.21%. Esto coincide con lo reportado por Valles *et al.*, (2016) donde evaluaron la composición química de los componentes de los tratamientos a la entrada y salida, obteniendo los siguientes valores para *C. argentes*: FDN 58.7 – 58.0%, FDA 39.3 – 39.0 % y LIG 20.4 – 19.3%, gramínea asociada (*B. brizantha*/Toledo): FDN 73.8 – 71.8%, FDA 43.7 – 43.0% y LIG 9.0 – 8.7 % y gramínea en monocultivo (*B. brizantha* – Toledo) en monocultivo: FDN 74.5 – 75.1%, FDA 41.3 – 43.3% y LIG 8.3 – 9.0%, sin encontrar efecto en ambos estudios ($P > 0.05$). Los valores de la gramínea asociada, son mayores, debido a que durante el pastoreo, se vio un efecto de sobre pastoreo, en los potreros de la asociación, a consecuencia de la edad de la leguminosa, ya que sus ramas al rebasar el metro y medio de altura, tienden a pandearse hacia afuera, lo cual propicia la formación de un microclima, el cual impide el contacto de los rayos solares con la gramínea, la cual se ve afectada en su crecimiento y como consecuencia tenemos un aumento en la presión de pastoreo, debido al aumento de peso de los animales González *et al.*, (2012).

Digestibilidad *in situ*

Se realizó la evaluación de la digestibilidad *in situ* de los componentes botánicos en cada tratamiento a la entrada y salida, encontrando diferencia en el componente T1 (*Brachiaria brizantha*) asociada, ya que este fue menor ($P \leq 0.05$), esto se debe al aumento en las paredes celulares, las cuales dificultan su digestión. A diferencia de lo reportado por González *et al.*, (2012) los valores para esta prueba en cada tratamiento fueron: asociación (*Cratylia argentea* – *Brachiaria brizantha* / Toledo) 69% y monocultivo (*Brachiaria brizantha* / Toledo) 58%, sin encontrar diferencias ($P > 0.05$). Y Valles *et al.*, (2016), reportaron valores de degradación mayores al 70% en cada uno de los

tratamiento, sin encontrar ninguna diferencia ($P>0.05$), siendo los promedios los siguientes: *Cratylia argentea* 72.0%, *Brachiaria brizantha* (asociada) 73.5% y *Brachiaria brizantha* (monocultivo) 72.3%. Comparativamente con los resultados obtenidos en este trabajo los porcentajes de la gramínea tanto en asociación como en monocultivo son similares, pero para la leguminosa es menor, debido a la edad de la planta la cual pasaba los 12 meses, Argel y Lascano (2011), menciona que la digestibilidad se ve afectada por la madurez de la planta, principalmente por el porcentaje de paredes celulares.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones, en las cuales se realizó este estudio, se concluye que la inclusión de *Cratylia argentea* en la dieta de bovinos de doble propósito asociada con *Brachiaria brizantha*, bajo condiciones de pastoreo durante la época de secas, no alteró los parámetros productivos, tampoco logró aumentar la producción de leche, pero mantuvo sus parámetros de calidad.

No obstante, se observó una tendencia a aumentar estas variables, la cual no fue detectada, por lo tanto se recomienda hacer algunas modificaciones en siguientes investigaciones principalmente sobre la distribución y manejo de la leguminosa, para que los animales puedan acceder fácilmente a ella, realizando cortes de homogenización antes de comenzar el pastoreo, para aprovechar mejor los rebrotes, además que estos cortes se deben de realizar de forma rutinaria, para asegurar el buen desarrollo del pasto en la asociación.

Sin embargo, se considera a *Cratylia argentea*, como una buena opción de suplementación proteica, durante esta época del año, por eso se recomienda su siembra y uso en las regiones donde las sequías son muy severas y la mayoría de las veces la gramínea llega a desaparecer, quedando el ganado sin alimento.

REFERENCIAS

1. A.O.A.C. *Official Methods of Analysis* (1984). 13 ed, Association of Analytical Chemists, Inc., Virginia.
2. Araujo FO (2005). *Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales*. IX Seminario de pastos y forrajes. Universidad del Zulia. pp. 1 – 12.
3. Argel PJ (2006). *Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito*. CIAT.
4. Argel PJ, Lobo di Palma M, Romero F, González J, Lascano CE, Kerridge PC, Holmann F (2010). *Silage of Cratylia argentea as dry season feeding alternative in Costa Rica*. FAO Electronic Conference on Tropical Silage. (161), pp. 65-67.
5. Argel PJ, Lascano CE (2002). *Cratylia argentea (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales*. Pasturas Tropicales, Vol. 20 (1).
6. Argel PJ, Lascano CE (2011). *Cratylia argentea: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales*. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica, FAO.
7. Benavides CA, Valencia M, Estrada J (2010). *Efecto de la veranera forrajera (Cratylia argentea) sobre la ganancia de peso de Ganado doble propósito*. Veterinaria Zootecnia. 4 (1), pp. 23-27.
8. Bondi A (1988). *Nutrición Animal*. Edit. Acribia. Zaragoza.
9. Castillo E, Valles B, Mannelje L, Aluja-Schunemann A (2005). *Efecto de introducir Arachis pintoi sobre variables del suelo de pasturas de grama nativa del trópico húmedo mexicano*. Téc. Pec. Méx. 43 (2), pp. 287-295.

10. Castillo A, Pardo O, Parra J, Cerinza O, Pinzón S, Correal W, Rojas A (2007). *Establecimiento, manejo y uso de la leguminosa arbustiva forrajera Cratylia argentea cv Veranera en el piedemonte Llanero*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, pp.1 – 24.
11. Castillo E, Estrada JG, Valles B, Castelán OA, Ocaña E, Jarillo J (2013). *Rendimiento total de Materia Seca y Calidad nutritiva de hojas y tallos jóvenes de cuatro accesiones de Cratylia argentea en el trópico húmedo de Veracruz, México*. Avances en Investigación Agropecuaria. 17 (1), pp. 79 -97.
12. Fenton & Fenton (1979). *An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces*. Canadian Journal of Animal Science. (59), pp. 631-634.
13. García, E (1981). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 3a. Ed. Instituto de Geografía, UNAM. México, pp. 217.
14. González M, Valles B, Alonso M, Castillo E, Ocaña E, Jarillo J (2012). *Effect of grazing Cratylia argentea associated with Brachiaria brizantha – Toledo on quality pasture and weight gain in Holstein x Zebu heifers*. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 15 (2), pp. 1-11.
15. Haydock KP, Shaw NH (1975). *The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture*. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15, pp. 663 – 670.
16. Holmann F, Lascano C (1997). *Efecto de la suplementación con Cratylia argentea cv. Veraniega fresca y ensilada sobre la producción de leche en vacas en sistemas doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica*. Consorcio TropicLeche.
17. INEGI (2008). [Página web en internet]. *Regiones Naturales y Biogeografía de México*. [Citado el 12 de noviembre del 2014]. Disponible en: URL: <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/1->

18. Lascano C, Rincón A, Plazas C, Ávila R, Bueno G, Argel PJ (2002). *Veranera (Cratylia argentea (Desvaux) O. Kuntze): Leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con períodos prolongados de sequía en Colombia*. CORPOICA. 28.
19. Lascano C. Toro P. Ávila P (2001). *Evaluación de sistemas de uso de Cratylia argentea para la producción de leche*. Sistemas de Alimentación con leguminosas para Intensificar Fincas Lecheras. Consorcio TropicLeche. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). pp. 11 – 12.
20. Livas CF. Ocaña ZE. Castillo GE (2016). *Estrategias de alimentación en bovinos doble propósito*. Memorias 24° día del Ganadero. CEIEGT-FMVZ-UNAM “El Clarín”. 1° de Julio de 2016. pp. 43 – 55.
21. Lowman BG, Scott NA, Somerville SM (1976). *Condition Scoring beef cattle*. The east of Scotland College of Agriculture. Bulletin (6).
22. Magaña JG, Ríos G, Martínez JC (2006). *Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México*. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 14 (3), pp. 105-114.
23. Maass, B. L (1995). *Evaluación Agronómica de Cratylia argentea (Desvaux) O. Kuntze en Colombia*. En: Potencial del Género *Cratylia* como Leguminosa Forrajera. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT, Memorias Taller sobre *Cratylia* realizado del 19 al 20 de julio de 1995 en Brasilia, Brasil, pp. 62-74.
24. Mejía HJ (2002). *Consumo Voluntario de Forraje por Ruminantes en Pastoreo*. Acta Universitaria. (12) 3, pp. 56-63.
25. Minson, JD (1990). *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press. San Diego, CA.

26. *National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (2001). The National Academics Press, Washington.
27. Norma Mexicana NMX-F-700-COFOCALEC-2012 - *Sistema Producto Leche – Lácteo –Leche Cruda de Vaca – Especificaciones Fisicoquímicas, Sanitarias y Métodos de Prueba*. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el día 20 de Marzo del 2014.
28. Olivera Y, Machado R, del Pozo PP (2006). *Características botánicas y agroómicas de especies forrajeras importantes del género Brachiaria*. Pastos y Forrajes. 29 (1), pp. 5.
29. Orantes MA, Platas D, Córdova V, De los Santos MC, Córdova A (2014). *Caracterización de la Ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México*. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 1 (1), pp. 49 – 58.
30. OIEDRUSa (2015). [Página web en internet]. *Leche de Bovino, Producción Anual 2015*. [Citado el 25 de noviembre del 2016]. Disponible en: URL: http://www.oedrus-veracruz.gob.mx/principal/anio_pecuario?productos=Leche+de+bovino&indicadores=pec_produccion&example_length=5
31. OIEDRUSb (2015). [Página web en internet]. *Carne en Canal de Bovino, Producción Anual 2015*. [Citado el 25 de noviembre del 2016]. Disponible en: URL: http://www.oedrus-veracruz.gob.mx/principal/anio_pecuario?productos=Carne+en+canal+de+bovino&indicadores=pec_produccion&example_length=5
32. Orskov ER, McDonald I (1979). *The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage*. J Agr Sci. 92, pp. 499 - 503.

33. Pizarro EA, Carvalho MA, Ramos AKB (1995). *Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras arbustivas en el Cerrado brasileño*. En: Pizarro EA, y Coradin, (eds). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Embrapa, Cenargen, CPAC y CIAT, Memorias del Taller sobre *Cratylia* realizado el 19 y 20 de Julio de 1995, Brasilia, Brasil, pp. 40 – 49.
34. Pérez JP, Alarcón BZ, Mendoza GDM, Barcena RG, Hernandez AG, Herrera JGH (2001). *Efecto de un banco de proteína de kudzu en la ganancia de peso de toretes en pastoreo de Estrella Africana*. Técnica Pecuaria en México. (39), pp. 39-52.
35. Preston TR y Leng RA (1989). *Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del Nuevo enfoque sobre la nutrición de ruminantes en el trópico*. CONDRIT. Calí. pp. 312
36. Queiroz LP, Coradin L (1995). *Biogeografía de Cratylia e áreas prioritarias para coleta*. Memorias del taller sobre *Cratylia*. Brasil, pp. 1-28.
37. Reyes N, Pasquier F, Rojas M (2008). *Efecto de diferentes densidades de siembra y alturas de corte sobre la producción de Biomasa y Composición Química de Cratylia argentea*. La Calera, Ciencia Animal. (9), pp. 60-66.
38. Rincón A, Pardo O, Parra JL, Cerinza OJ, Pinzón SM, Correal WA, Rojas A (2007). *Establecimiento, manejo y uso de la leguminosa arbustiva forrajera Cratylia argentea cv Veranera en el Piedemonte Llanero*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, pp. 1 – 24.
39. Rosero J, Ortiz S, Horacio L, Peters M, Ramírez G (2010). *Sistemas de siembra de Cratylia argentea cultivar Veranera en dos localidades del valle del río Cauca, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Acta Agronómica, pp. 429 -434.

40. Sánchez NR, Ledin I (2006). *Effect of feeding diferent levels of foliage from Cratylia argentea to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and milk composition*. Trop Anim Health Prod. (38), pp. 343-351.
41. SAS/STAT® (2010). Cary, NC: SAS Institute Inc.
42. SIAP-SAGARPA (2015). [Página web en internet]. *Resumen Nacional Producción, Precio, Valor, Animales Sacrificados y Peso 2015*. [Citado el 10 de noviembre del 2016]. Disponible en: URL: http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/ResumenNacional.do
43. Simón L, López O, Álvarez D (2010). *Evaluación de vacas de doble propósito de genotipo Holstein X Cebú en sistemas de pastoreo arborizado*. I. Primíparas. Pastos y Forrajes. (33) 1, pp. 1-6.
44. Sobrinho JM, Nunes MR (1995). *Estudos Desenvolvidos Pela Empresa Goiana de Pesquisa Agrpecuária com Cratylia argentea*. En: Potencial del Género *Cratylia* como Leguminosa Forrajera. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT, Memorias Taller sobre *Cratylia* realizado del 19 al 20 de julio de 1995 en Brasilia, Brasil, pp. 53-61.
45. Sosa RE, Cabrera TE, Pérez RD, Ortega RL (2008). *Producción estacional de material seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el Estado de Quintana Roo*. Técnica Pecuaria en México. (46), pp. 413-426.
46. Sousa NKP (2012). Evaluation of methods for analysis of ammonia nitrogen in rumen fluid and chromium cattle feces. MS Thesis. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.
47. Turgut I, Duman A, Bilgili U, Acikgoz E (2005). *Alternate row spacing and plant density effects on forage and dry matter yield of corn hybrids (Zea mays L.)*. J. Agron. Crop Sci. (191), pp. 146-151.

48. 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*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, pp. 277-293.
49. Valles B, Castillo E, Alonso MA, Ocaña E, Jarillo J (2016). *Live-weight gains of Holstein X Zebu heifers grazing a Cratylia argentea/Toledo-grass (Brachiaria brizantha) association in the Mexican humid tropics*. Agroforest System.
50. Van NA, Louw BP (1980). *Condition scoring of beef cattle*. CEDARA Department of Agriculture Natal Region. Report (15).
51. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991). *Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition*. Journal Dairy Science, 74, pp. 3583 – 3597.
52. Van Soest PJ (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Second Ed. Cornell University Press. Ithaca, N. Y.
53. Villalobos L, Sánchez J (2010). *Evaluación agronómica y nutricional del pasto Ryegrass perenne tetraploide (Lolium perenne) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional*. Agronomía Costarricense 34 (1), pp. 43-52.
54. Villalobos L, Arce J (2014). *Evaluación agronómica y nutricional del pasto estrella africana (Cynodon nlemfuensis) en la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. II. Valor Nutricional*. Agronomía Costarricense. 38 (1), pp. 133-145.
55. Villareal M, Cochran RC, Rojas A, Murillo O, Muñoz H, Poore M (2006). *Effect of supplementation with pelleted citrus pulp on digestibility and intake in beef cattle fed a tropical grass-based diet (Cynodon nlemfuensis)*. Animal Feed Science and Technology. (125), pp. 163-173.