

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS



**“DETERMINACIÓN DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE CUATRO
ESTADIOS DE CORTE DEL FORRAJE HÍBRIDO CAMELLO EN OVINOS DE
PELO”**

TESIS
**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS VETERINARIAS**

PRESENTA:
JESÚS FEDERICO ROMERO PARRA

DIRECTOR DE TESIS:
DRA. OLGA MARITZA MANRIQUEZ NÚÑEZ

CO-DIRECTOR DE TESIS:
DRA. YISSEL SACNICTE VALDÉS GARCÍA

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

MARZO, 2025

Determinación de la degradabilidad *in situ* de cuatro estadios de corte del forraje híbrido camello en ovinos de pelo. Tesis presentada por Jesús Federico Romero Parra, como requisito parcial para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobada por el siguiente comité:

Dra. Olga Maritza Manríquez Núñez
Directora de Tesis

Dra. Yissel Sacnicte Valdés García
Co- Directora de Tesis

Dra. Rosalba Lazalde Cruz
Sinodal

Dra. Marisol Galicia Juárez
Sinodal

M.C. Alma Concepción Valenzuela Rosas
Sinodal

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a Dios ya que me ha puesto los medios para encontrarme donde estoy.

Agradezco a la Universidad Autónoma de Baja California, al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias por acobijarme a lo largo de estos 24 meses lleno de conocimiento y de aprendizaje, tanto por profesional como personal. Al CONAHCYT por el apoyo económico a lo largo de estos 24 meses.

A mis padres, hermanos, familia y amigos, que nunca me han dejado de apoyar en las diferentes etapas de mi vida, que me ayudan a seguir construyéndome no solo de manera profesional, si no en la personal.

A mi familia Cota Parra y Cuén Parra que desde el momento uno estuvo para apoyarme para iniciar este camino, por nunca dejarme de la mano y estar para mí en todo momento.

Agradezco a mis tutores, maestros y mis queridas asesoras, en Especial a la Dra. Maritza Manríquez y Dra. Yissel Valdés, quienes me apoyaron en esta etapa y a pesar de los obstáculos ver siempre las cosas positivas.

A mis compañeras de maestría; Estefanía por todos los momentos de risa y pelas, a Frida por convertirse de una compañera a una amiga incondicional, consejera y siempre estar para mí en mis momentos más vulnerables. A mi amigo gran amigo Sebastián que se convirtió en un hermano para mí, por siempre estar para escucharme y por tantos buenos y malos momentos que vivimos juntos, uno de los mejores regalos tener su amistad.

A mis queridas amigas Gema y Alma que compartimos tantos momentos que me los llevaré en mi corazón, peleas, risas y hasta llantos que hicieron más llevadera esta travesía llamada maestría.

A mi querida amiga Araceli, la que siempre decía que si cuando ocupábamos algún trámite o impresión y siempre ofrecernos su amistad.

Al apreciado Dr Héctor y Dra Ligia, por el cálido recibimiento en la Universidad Nacional de Colombia, y a mis compañeros Brandon, Linda y Paula, por ser tan buenos compañeros.

A Jazmín y Abraham por tantas risas y ocurrencias vividas por las calles de Mexicali.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi abuela Reyes Valenzuela, que durante esta etapa dejo este plano terrenal, pero sé que me acompaña a donde quiera que vaya. A mis padres Noemi Parra Meneses y Federico Romero Valenzuela a siempre apoyarme en todas mis decisiones y ayudarme siempre a salir adelante y nunca soltarme de la mano. Los quiero padres míos.

A mis hermanos Lucia Yetzabel y Juan Manuel que siempre nos hemos apoyado el uno al otro y siempre estar unidos, a mis sobrinos Ricardo y Jesús por ser el mejor regalo que mi hermana pudo hacerme.

A mis amigos, familiares y personas que se cruzaron en mi camino y me ayudaron en estos años

RESUMEN

La alimentación en rumiantes se basa principalmente en forrajes, debido a esto los forrajes no deben de tener competir directamente con la alimentación para humanos. El pasto hibrido Camello tiene buenas características forrajeras, rápido rebrote, tolerante a sequías y calidad nutricional. Por lo tanto, el presente estudio busca evaluar el si la edad de corte afecta directamente a la digestibilidad de nutrientes en el pasto hibrido camello. Se utilizaron tres ovinos machos cruzados raza Doper - Katahdin de pelo con un P.V de 50+- 5 kg. Con una edad de 3 años habilitados con cánulas ruminales, se usaron bajo un diseño completamente al azar para la composición química y bifactorial para los valores de degradabilidad del pasto hibrido camello a los 15, 30 y 45 días de corte, así como a los 80 días de establecimiento. Los tratamientos consistieron en: T1 15 días, T2 30 días, T3 45 días y T4 80 días de establecimiento. Se observo un mayor contenido de PC en el T1 con 12.01%, en FDN se encontró un mayor contenido en el T4 con 75.92%, y. Por otro lado, en LIG se encontró una mayor cantidad en el T1 con 10.20 %. Por lo tanto se observó el efecto de la edad de corte por el tiempo de incubación en rumen para la variable de degradación de MS. El efecto del corte afectó la MO($P<0.001$), Ce ($P<0.001$), PC ($P<0.001$), FDA($P<0.001$), y LIG($P<0.001$). En el caso De FDN no fué afectada significamente.

Palabras claves: pasto camello, ovinos, degradabilidad ruminal.

ABSTRACT

The feeding of ruminants is mainly based on forages, due to this forages should not have to compete directly with human food. Camello hybrid grass has good forage characteristics, fast regrowth, drought tolerance and nutritional quality. Therefore, the present study seeks to evaluate whether the cutting age directly affects the nutrient digestibility of camello hybrid grass. Three male sheep crossbred Doper - Katahdin hair with a BW of 50 $\pm$ 5 kg were used. With an age of 3 years enabled with ruminal cannulas, they were used under a completely randomized design for the chemical composition and bifactorial for the degradability values of camello hybrid grass at 15, 30 and 45 days of cutting, as well as at 80 days of establishment. The treatments consisted of: T1 15 days, T2 30 days, T3 45 days and T4 80 days of establishment. A higher PC content was observed in T1 with 12.01%, in NDF a higher content was found in T4 with 75.92%, and. On the other hand, in LIG a higher amount was found in T1 with 10.20 %. Therefore, the effect of the cutting age by the incubation time in the rumen was observed for the DM degradation variable. The cutting effect affected the MO ($P < 0.001$), Ce ($P < 0.001$), PC ($P < 0.001$), FDA ($P < 0.001$), and LIG ($P < 0.001$). In the case of NDF it was not significantly affected.

Keywords: camello grass, sheep, ruminal degradability

CONTENIDO

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
CONTENIDO.....	iii
LISTADO DE CUADROS.....	iv
LISTADO DE FIGURAS.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Uso de los forrajes en la alimentación animal (Rumiantes).....	3
<i>Clasificación de los forrajes</i>	3
<i>Composición de los forrajes</i>	4
Fisiología digestiva del rumiante.....	6
<i>Microbiota ruminal</i>	8
<i>Degradación ruminal de materia seca</i>	8
<i>Degradación ruminal de Proteína</i>	8
<i>Degradación ruminal de Fibra</i>	9
<i>Fibra Detergente Neutro</i>	9
<i>Lignina</i>	10
<i>Degradación ruminal de Grasas</i>	10
<i>Digestibilidad de pastos y forrajes</i>	10
Disponibilidad de los forrajes en distintas épocas del año.....	11
Factores que afectan la biodisponibilidad de nutrientes.....	11

<i>Etapas biológicas del forraje.....,,.....</i>	13
<i>Efecto del procesamiento de los forrajes sobre la</i>	
<i>degradación ruminal.....</i>	17
<i>Tipos de procesamiento.....</i>	18
PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
JUSTIFICACIÓN.....	23
HIPOTESIS.....	25
OBJETIVOS.....	26
MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
Localización del área de estudio.....	27
Origen de la información.....	27
Duración del estudio	27
Tipo de estudio.....	27
Metodología.....	27
Obtención de las muestras.....	28
Análisis bromatológico.....	28
Determinación de cenizas.....	28
Determinación de proteína.....	29
Determinación de fibra detergente ácido.....	31
Determinación de fibra detergente neutra.....	31
Determinación de cinética de degradación.....	32
Análisis estadístico.....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34

CONCLUSIONES.....	43
LITERATURA CITADA.....	44

LISTA DE CUADROS

Cuadros	Páginas
1. Comparación del porcentaje de digestibilidad de tres etapas biológicas en alfalfa.....	17
2. Composición química (%) del pasto híbrido Camello en diferentes edades de rebrote.....	34
3. Composición química (%), contenido de calcio (%) y fósforo (%) del pasto híbrido Camello en diferentes edades de rebrote.....	36
4. Degradabilidad (%) de nutrientes del pasto híbrido Camello en diferentes edades de rebrote y tiempos de fermentación ruminal in situ materia Seca, Materia Orgánica, Cenizas, Proteína Cruda,	38
5. Degradabilidad (%) de nutrientes del pasto híbrido Camello en diferentes edades de rebrote y tiempos de fermentación ruminal in situ, Fibra detergente neutra, Fibra detergente ácida, Lignina.....	39

LISTA DE FIGURAS

i

Figuras	Páginas
1. Comparación del porcentaje de DIVMS en tres Etapas fenológicas de gramíneas tropicales.....	16
2. Porcentaje de DIG MS seca en diferentes tiempos de incubación en rumen.....	41

INTRODUCCIÓN

Las praderas o pastizales se componen de gramíneas o pastos, estos sistemas se encuentran divididas en los cinco continentes, además de cubrir la cuarta parte de la superficie de la tierra, contribuyendo a los medios de vida de más de 800 millones de humanos (Blair et al., 2014).

Los forrajes son fundamentales en la alimentación animal, ya que forman parte de la dieta básica y más económica para rumiantes, aportan materia orgánica al suelo y esto ayuda a la conservación de suelos de la erosión y mantiene la humedad. Este grupo; plantas herbáceas, anuales o plurianuales, gramíneas o leguminosas, cuyo aprovechamiento puede ser directo (pastoreo) o de conservación (Crespo et al., 2019).

Los sistemas de pastizales buscan condiciones óptimas el buen desarrollo forrajes ya sea gramíneas o leguminosas en diferentes regiones, creando propicio; temperatura y humedad para la ganadería de carne o leche (Martínez-Fernández et al., 2014)

En producción de rumiantes con fines de leche o carne, la mayor limitante producción y calidad del forraje dependiendo de la época del año, ya que dependiendo la calidad del tiene como consecuencia directa el consumo y la digestibilidad de los forrajes (Castro-Hernández et al., 2017).

Una alta digestibilidad de los forrajes se ve influenciada por la madurez

forraje por la disponibilidad de Materia Seca y Materia Orgánica, por otra parte, un alto porcentaje de digestibilidad garantiza una buena cantidad de energía Fermentable para los procesos de síntesis de los microorganismos ruminales, (Álvarez, et al., 2015).

Uno de los principales factores que afectan la digestibilidad de los forrajes es la composición química; Por otro lado, hay factores intrínsecos que afectan la digestibilidad, principalmente los ambientales; temperatura, precipitación y radiación solar, y a su vez, las etapas fenológicas de pastoreo o momentos y/o frecuencia del corte del forraje o de igual manera el propio animal (Sosa et al.,2020).

REVISIÓN DE LITERATURA

Uso de los forrajes en la alimentación animal (Rumiantes)

Las explotaciones ganaderas requieren la producción y optimización de los recursos forrajeros, para la alimentación de rumiantes, ya que resulta necesario para un crecimiento sustentable. Además de que aporta los nutrientes requeridos para la producción de carne y leche, que a su vez influye de forma directa en la alimentación humana (Planna, et al., 2016).

Clasificación de los forrajes:

Los forrajes forman parte de las herbáceas, estas pueden ser anuales o plurianuales, gramíneas o leguminosas, cuyo manejo en el ganado se puede hacer por pastoreo. Puede aprovecharse fresco o conservándolo, reduciendo su porcentaje de humedad hasta niveles que permitan su conservación. (Crespo, et al., 2019).

Los sistemas de producción de los pastizales se dividen en dos familias, Leguminosas: pueden ser herbáceas o arbóreas, en las especies herbáceas, con tallo meduloso, ramificado y nutritivo, erguido algunas rastreros o trepadores y flexibles. Perennes o anuales, se caracterizan por tener una raíz pivotante, con bellos absorbentes y nódulos laterales. Con hojas simples o

compuestas, su fruto es una legumbre o vaina en su interior se encuentran semillas, con diferentes formas y tamaños (Martínez-Fernández, et al., 2014).

Gramíneas: pueden ser festucoideae y panicoideae, la primera formada por plantas pequeñas, anuales y de climas templados y la segunda por plantas grandes y perennes de climas tropicales y subtropicales. El tallo es simple con haces vasculares, se pueden presentar en su mayoría son huecos por dentro, estos son tallos rígidos y sus frutos son espigas con semillas, algunas de estas especies poseen rizomas, que hacen posible el origen de nuevas raíces o incluso nuevas plantas (Estrada, 2019).

La justificación para el uso de las leguminosas forrajeras en la alimentación animal permite mejorar la calidad nutricional del forraje y ganancia diaria de peso, así como la fertilidad del suelo ya que aporta nitrógeno atmosférico (INIFAP, 2011).

Composición de los forrajes:

La composición química, el funcionamiento ruminal, porcentaje energético en los forrajes y raciones concentradas dan paso a la formulación de dietas viables económicamente y que ayuden acortar los tiempos de producción de leche y carne, siendo un negocio rentable y reduciendo pérdidas económicas por mala administración de los insumos al ganado (Paitan, 2020).

Se estima que, en los cultivos forrajeros, del 50 a 80% de la MS son carbohidratos, los principales tipos de carbohidratos son los sacáridos estructurales, tales como celulosa y hemicelulosa. Lo que en diferentes proporciones dentro de la especie forrajera alteran la digestibilidad, ya que la pared celular restringe la digestión por parte de los microorganismos y limita la penetración de la pared celular de la planta (Kaizhen, et al., 2021).

Se entiende que, a mayor porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN) en el forraje o dieta, menor es la calidad del mismo, por otro lado, el consumo voluntario del forraje o la dieta se reduce en los rumiantes cuando el porcentaje de FDN es alto (Van Soest et al., 1991). Debido a esto la FDN, es una porción da estructuran el forraje, esta parte determina el volumen que ocupará el pienso en el aparato digestivo y por ende el consumo voluntario que consumirá el rumiante (Esparza, 2012).

Sosa et al., (2020), evaluaron el potencial nutricional de cuatro leguminosas forrajeras; *Arachispintoi*, *Clitoriaternatea*, *Macroptilium atropurpureum* y *Stylosanthes guianensis*. Con el objetivo de determinar la especie con mayor porcentaje de digestibilidad *in vitro* DIVMS y digestibilidad *in situ* DISMS y las variables de fibra. Obteniendo un mayor resultado para *A. pinto* con 84.5 g DIVMS y 88 g DISMS respectivamente. *A. pinto* presento los valores nutricionales más elevados y por ende si las variables de fibra aumentan, la digestibilidad disminuye.

Fisiología digestiva del rumiante

Los rumiantes son catalogados como cámaras fermentativas debido a que pueden transformar materiales, indigestibles para otros animales como lo son el caso de los forrajes, ya que los pueden transformar en fuentes de energía, para el desarrollo del mismo. (Salazar et al., 2020)

La fisiología digestiva de los rumiantes se caracteriza por una degradación de los alimentos por digestión fermentativa y no por la presencia de enzimas como se presenta en monogástricos los procesos fermentativos los realizan los diferentes microorganismos a los que los rumiantes mantienen en sus divertículos estomacales. En este sentido se debe tomar en cuenta que primero se alimenta a los microorganismos del rumen y así mismo exista una simbiosis entre los microorganismos y el rumiante (Gutiérrez, 2015).

El rumen tiene un funcionamiento complejo, debido a que los nutrientes de las dietas son digeridos por los microorganismos ruminales (bacterias, protozoos y hongos) después de pasar por el proceso de fermentación. (Castillo-González et al., 2014).

Siendo el rumen una cámara de fermentación anaerobia, se debe de mantener una condición apropiada de pH, temperatura y humedad para el crecimiento de los microorganismos. Los microorganismos dependen de los rumiantes para su desarrollo y los rumiantes dependen de ellos para producir los ácidos grasos volátiles (AGV), resultado de la fermentación anaerobia para mantener su metabolismo (Rotger, 2004).

La digestibilidad de una dieta hace referencia a la cantidad del forraje que desaparece a lo largo del tracto digestivo, debido a la acción de los microorganismos anaerobios ruminales, puesto que, degradabilidad se refiere a la cantidad del pienso que se descomponen sus elementos integrales por los procesos químicos y biológicos. Gracias a la digestibilidad de los forrajes permite tener una estimación de la cantidad de nutrientes que contiene el pienso (Giraldo et al., 2006).

Relacionado con la digestibilidad ruminal (Valenciaga et al., 2018) determinó la degradación ruminal de *Thithonia diversifolia* en vacas Holstein canuladas mediante la prueba in situ, donde se observó el alto porcentaje de

degradación de FDN con valores superiores 80% teniendo hasta 93.4 %, de igual manera en FDA con valores mayores del 80% teniendo hasta 93.3 y MS con una degradación mayor del 80% con valor superior en 94.2 %. Esto resulta con el alto valor nutricional de la materia vegetal, debido a esto se sugiere ampliar el uso de *T. Diversifolia* para consumo de rumiantes en el trópico.

Microbiota ruminal:

La parte de organismos ruminales está compuesta de microorganismos, como lo son bacterias, arqueas, hongos y protozoarios, siendo las bacterias las más presentes en cantidad y diversas en toda la microbiota ruminal. (Kaizhen, et al., 2021)

La microbiota ruminal tiene un gran importancia en la nutrición en ovinos, caprinos y bovinos, ya que estos microorganismos en relación con la ingesta del alimento están relacionados con la disponibilidad de proteína microbial, pH ruminal y presencia de carbohidratos. (Castillo-López et al., 2019).

Degradación ruminal de Materia seca:

La materia seca (MS) representa el porcentaje total de la muestra después de retirada el total de humedad y representa el contenido total de nutrientes, proteína, fibra, grasa, minerales, etc. Debido a esto, todos los cálculos nutricionales se hacen con base en la MS, ya que es el contenido de nutrientes totales que consume el rumiante (Meléndez, 2015).

Degradación ruminal de Proteína:

La baja productividad del nitrógeno se puede presentar por la pérdida de amoníaco en rumen, es por ello que es importante controlar la degradación de la proteína en rumen para su correcta absorción en intestino delgado ya que se aumenta la eficiencia nitrogenada. (Haro et al., 2023).

Degradación ruminal de fibra:

El porcentaje de degradabilidad de la parte fibrosa de la dieta de los animales aumenta tomando en cuenta una mayor parte del porcentaje de la dieta a base de los forrajes. Además, la principal fuente de energía en dietas a base de forrajes proviene de la degradación del rumen de la celulosa y hemicelulosa. (Souza et al., 2000).

El rol que llevan a cabo las bacterias y las enzimas fibrolíticas como; celulolíticas y hemicelulolíticas que están relacionadas con la con la fermentación ruminal, tienen una gran relevancia en los sistemas de producción de rumiantes en nuestro País. (Grilli et al., 2015).

Fibra Detergente Neutro

Los forrajes en la nutrición en rumiantes están muy relacionados por el porcentaje de FDN y por ende su degradabilidad ruminal. La variación de la digestibilidad de FDN está dada por el tipo de carbohidratos que la componen (Trujillo et al., 2010).

Lignina

La lignina no es un carbohidrato, pero está relacionado directamente con la celulosa y la hemicelulosa; es un polímero compuesto de diversas sustancias fenólicas (alcoholes) y debido a eso tiene características hidrofóbicas (repelen el agua) lo que ocasiona que las bacterias del rumen tengan complicaciones para su degradación y disminuye la digestibilidad del forraje; pero la lignina (o su enlace) no es del todo indigestible o no degradable, dependerá del tipo de compuestos fenólicos que la conformen, es por ello que algunas leguminosas (como la alfalfa) pueden contener más lignina que algunos pastos, pero propiciar mejores ganancias de peso o producción de leche en los rumiantes (Herrera, 2014).

Degradación ruminal de Grasas

Los ácidos grasos saturados no sufren modificaciones en el medio ruminal a diferencia de los saturados, ya que estos son rápidamente hidrogenados por los microorganismos ruminales, de los cuales los ácidos linoleico y linolénico son los principales sustratos para la hidrogenación en rumen (Doreau y Ferlay, 1994).

Digestibilidad de pastos y forrajes

El híbrido Mulato II se encuentra por encima de otras braquiarias utilizadas hablando en calidad de forraje, ya que puede presentar hasta un 67% de digestibilidad de MS. (Betancourth et al., 2005).

Disponibilidad de los forrajes en distintas épocas del año

La disponibilidad, producción y calidad de los forrajes, es influenciada por la presencia de lluvias, la disponibilidad de estos representa el 100% de las raciones en rumiantes en sistemas de pastoreo (García et al., 2018).

De acuerdo con Cerdas, (2014) la fluctuación de la demanda nutricional de los forrajes depende de la capacidad para extraer nutrientes del suelo, el requerimiento de la planta y la genética de producción de la especie. Por ello, las características de la planta afectan la digestibilidad en el animal, y, por ende, su valor energético. Entre los primeros componentes del forraje se encuentra el contenido de material celulósico, graso y contenido mineral, que también afecta la digestibilidad del forraje (Lagos, 2021).

Factores que afectan la biodisponibilidad de nutrientes

Kaizhen, (2021), las variaciones de la pared celular se dan de acuerdo a la cantidad y contenido celular, esto depende de varios factores como lo pueden ser; la temperatura, pH, factores de clima y del suelo. La composición química y la digestibilidad entre pastos C3 y C4 puede variar; por ejemplo, se considera que la digestibilidad es mayor en pastos C3 que en C4 (Bohnert et al. 2011). Ya que las plantas C4 contienen mayor cantidad de esclerénquima, que se

forma por lignina, debido a eso las plantas c3 son más digeribles a diferencia de la C4.

Arango et al., (2016), estima que aproximadamente alrededor de la mitad de las especies forrajeras se encuentran degradadas en algún grado, causada por varias razones como lo pueden ser: la introducción de especies forrajeras no aptas para la región, compactación del suelo, erosión y el mal manejo de los forrajes, reducción de la fertilidad del suelo, entre otras variantes que hacen que la producción de la ganadería baje en la región.

Loayza, (2021), determinó la importancia de seleccionar un pasto para el desarrollo de la pradera, que este tenga una buena producción de follaje, ya que las hojas son el órgano con mayor contenido nutricional. A lo largo del ciclo de cultivo, la proporción hoja-raíz se reducen, al principio las hojas dominan siendo un total de 60%, en cuanto el tiempo va pasando la proporción se va reduciendo, hasta llegando a su punto máximo de producción la hoja se encuentra en un 30% o 40 % de la planta (Alvear, 2020).

La relación entre manejo agronómico y ambientales de algunas especies arbustivas en los sistemas silvopastoriles, ayuda a que las mismas tengan una oferta de nutrientes más disponibles, como es el caso de proteína cruda (PC) y algunos minerales, modera la cantidad de FDN y FDA, y mejora la degradabilidad de MS de la dieta (Herrera, 2015).

Corrales et al., (2017), evaluaron en un sistema de producción 12 poblaciones silvestres de pasto rosado salvaje (*Melinis repens*) Zizka en 12 diferentes eco regiones de Chihuahua, las cuales presentan variaciones de acuerdo con la precipitación, temperatura y altitud. Las plantas evaluadas fueron seleccionadas a una edad de 1.5 años y un diámetro de macollo entre 96 y 12 cm. Así mismo se menciona que la calidad nutrimental y PC puede variar según la localización, debido a la influencia de las variables ambientales como lo son: precipitación, radiación de luz solar, temperatura entre otros.

Bernal-Flores et al., (2017), realizaron un estudio con la variedad híbrida Camello en condiciones de sequía durante 6 semanas, se observaron cambios en el tiempo del contenido nutricional en todos los componentes. El contenido de cenizas disminuyó durante el periodo de evaluación. El extracto etéreo mostró un comportamiento similar al de las cenizas y su contenido graso disminuyó en 42 días. El contenido proteico del pasto disminuyó durante el periodo de evaluación, observándose que las mayores tasas de disminución ocurrieron durante los primeros 21 días de rebrote. La digestibilidad in vitro de la materia seca disminuyó durante los 42 días de edad.

Etapas biológica

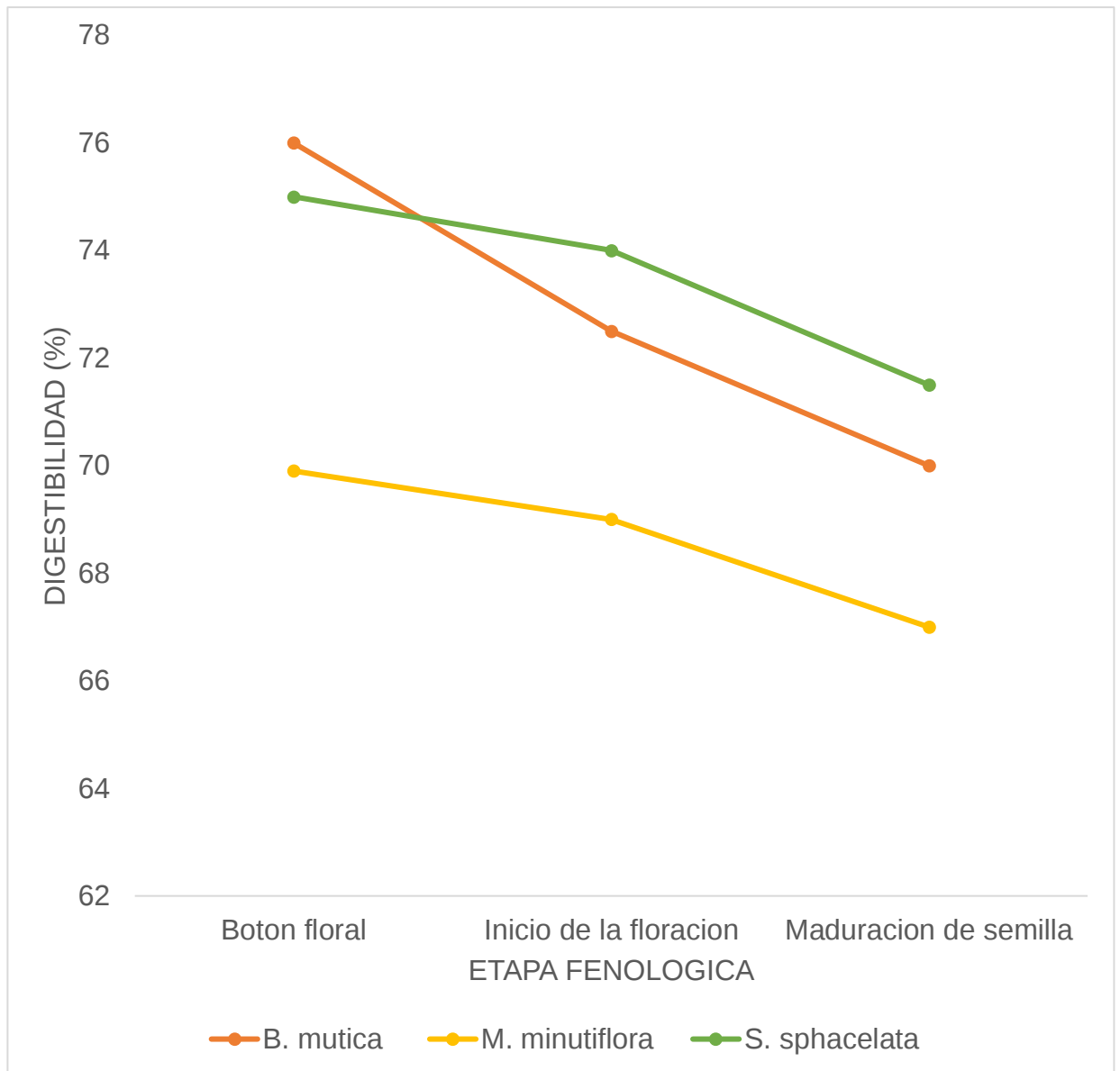
Las etapas biológicas de los forrajes se entienden como las fases o manifestaciones que dan como resultado las interacciones entre los forrajes y el medio ambiente (temperatura, condiciones del clima) (Yzarra, 2017).

Estas fases biológicas son uno de los factores que afectan la calidad y la producción es la cosecha. Se sabe que, conforme pasa el tiempo cambia la calidad del forraje, ya que va madurando, la pared celular incrementa y por ende la cantidad de lignina (LIG) aumenta, por lo que este compuesto repercute en la disminución de la digestibilidad del forraje (Eskandari et al., 2009).

Otro estudio realizado por el INIFAP, se evaluó la especie forrajera mijo perla de la variedad ICMV-221 de doble propósito, en cuatro estados de madurez; séptima hoja (H7), hoja bandera (HB), embuche (E) y floración (F), en las fases de séptima hoja y hoja bandera el contenido de proteína fue de 12.95 %, FDN y FDA presentaron valores superiores a las otras etapas, no mostró cambios en carbohidratos fibrosos entre las cuatro etapas, ya que en las cuatro etapas la planta se encuentra en actividad fotosintética activa, la digestibilidad de MS disminuye conforme a la maduración, 81.7 % en H7 a 69.0% en F (Urrutia et al., 2014).

López et al, (2018), evaluaron la producción y valor nutritivo de tres especies de gramíneas tropicales; gramole (*Brachiaria mutica*), gordura (*Melinis minutiflora*) y setaria (*Setaria sphacelata*), analizando MS, altura de la planta y PC en tres diferentes estados fenológicos (botón floral, inicio de floración y maduración de la semilla). *B. mutica* presentó la mayor altura promedio (97 cm), de igual manera en producción de MS *B. mutica* presentó en mayor cantidad

con 8978 kg MS/ha. El análisis fenológico reveló que *S. sphacelata* completa su desarrollo en 7 meses, seguido de *B. mutica* con ocho meses. *B. mutica* y *S. sphaceleata* mantuvieron promedios de PC similares 6.83 y 7.45 %, de igual manera en DIVMS con 72.36, 73 % respectivamente. Por lo tanto, los autores recomiendan el uso de *B. mutica* y *S. sphacelata* sobre *M. minutiflora* por mayor capacidad de MS y producción de mejor valor nutritivo.



López et al, (2018).

Figura1.Comparación del porcentaje de DIVMS en tres etapas biológicas de gramíneas tropicales.

González-Canencia, (2021). Evaluó tres etapas fenológicas de alfalfa (*avena sativa*) Pre floración, floración y grano lechoso. En producción de materia verde se obtuvo en el T1 13650 kg/ha, en T2 14616.67 kg/ha Y T3 14030 kg/ha. En términos de proteína la etapa con mayor porcentaje de proteína fue en el T2 obtuvo 13.24%, FDN la etapa que tuvo menor cantidad fue en prefloración y terminando con digestibilidad se obtuvo el mayor valor en el T2 (Tabla 2)

Tabla 1. Comparación del porcentaje de digestibilidad de tres etapas fenológicas en alfalfa.

TRATAMIENTO	DIGESTIBILIDAD (%)
Prefloración	59,67%
Floración	66,67%
Grano Lechoso	61,18%

González-Canencia (2021)

Efecto del procesamiento de los forrajes sobre la degradación ruminal

Álvarez, et al., (2015), determinó que el porcentaje de MS, MO y biodisponibilidad de cenizas en gramíneas pennisetum (elefante, King Grass morado, maralfalfa y clon cuba), se ve influenciada por la madurez del forraje y

a su vez la alta degradación garantiza una buena cantidad de energía fermentable para el proceso de síntesis de los Microorganismos ruminales.

Reyes-Pérez, et al., (2018), evaluó en gramíneas tropicales el efecto de la edad de rebrote sobre el estado nutricional, y determinaron que la digestibilidad de la MS y MO debido a la edad y madurez de la planta, debido al engrosamiento de la pared celular y así mismo reducen la disponibilidad de los principales nutrientes, como la proteína. Así como el aumento de la lignina que hace que se reduzca la digestibilidad en los forrajes.

Tipos de procesamiento

Uno de los principales tratamientos para la conservación de los alimentos es el ensilaje, este es un proceso anaerobio, en donde los carbohidratos solubles dan resultado al ácido láctico por medio de la acción microbiana. Esto permite tener una disponibilidad de alimento en tiempo de escasez con buena calidad nutritiva y palatabilidad (Vanegas y Codero-Ahiman, 2019).

González-Canencia, (2021) evaluó tres ensilajes con tres diferentes plantas nativas; *Bellucia grossilaroides*, *Crescentia Cujete* y *Mangifera Indica* en vacas de doble propósito de trópico, mostró que en producción y calidad

nutricional de leche no hubo cambios en los tratamientos, a diferencia de los parámetros de degradabilidad y digestibilidad *in vitro*, donde el uso de los ensilajes de las tres especies nativas fue superiores al grupo control en el cual no se le suplementó ensilaje. Por lo tanto, se recomienda el uso de ensilajes de especies nativas ya que mejora contenido proteico en leche y condición corporal, además de que poseen alta degradabilidad y digestibilidad *in vitro*.

Planteamiento del problema

La alimentación en animales en sistema de pastoreo se basa en forrajes, siendo este el recurso más económico para alimentación de rumiantes, tomando en cuenta que la alimentación representa el mayor porcentaje de los costos de producción.

Los forrajes se dividen en gramíneas y leguminosas, que contienen adecuada composición de nutrientes, no obstante, existen diversos factores extrínsecos e intrínsecos de la planta que pueden afectar el contenido nutricional y por ende la digestibilidad ruminal.

La etapa fenológica afecta al rendimiento y contenido de nutrientes ya que la pared celular y la cantidad de lignina puede ser un factor limitante para su degradación a nivel ruminal, quedando un forraje con poca calidad en las últimas etapas de desarrollo de las plantas.

En este sentido se han realizado estudios donde se observa que un mayor contenido de lignina interviene negativamente en las fracciones de la cinética ruminal, teniendo como consecuencia una menor disponibilidad de nutrientes para el animal (Portillo-López, et al., 2002).

El pasto camello es un nuevo híbrido que tiene características nutricionales y es altamente tolerante a las sequías. Además, tiene una amplia adaptación a regiones del trópico seco y zonas áridas del país, siendo una alternativa viable para producción en estas zonas con poca precipitación.

Dado lo anterior, surge la importancia de conocer la etapa fenológica óptima de los forrajes, donde se obtenga mayor rendimiento y producción, así como la disponibilidad de nutrientes y cómo se digieren a nivel ruminal.

JUSTIFICACIÓN

Los pastos y forrajes ocupan un lugar importante en la producción del sector pecuario, ya que se encuentran disponibles en gran parte del territorio mexicano, además de ser la principal fuente de alimento en el sistema de producción en pastoreo.

La alimentación en las explotaciones ganaderas representa del 60 hasta el 70 % de los costos totales de la producción, por lo tanto, existe la necesidad de optimizar los recursos al máximo (Núñez- Arroyo, 2022).

Los híbridos *Urochloa* contienen un mayor contenido nutricional comparado con otras especies de sus tipos, no obstante, hay pocos estudios sobre la digestibilidad ruminal de estas especies, ya sea para el aprovechamiento de pastoreo o corte. Además, con características de adaptación al trópico seco y zonas áridas (Bernal et al., 2017).

En la actualidad existen pocos estudios de híbrido camello sobre su digestibilidad a nivel ruminal, por otro lado, la semillera Papalotla menciona que el híbrido tiene tolerancia a estrés hídricos y adaptación en climas seco, sin embargo, no existen estudios científicos que prueben estos dichos.

Por lo cual el presente estudio tiene como objetivo evaluar el porcentaje de digestibilidad de materia seca *in situ* del pasto híbrido camello en diferentes

etapas fenológicas de desarrollo, y por consiguiente conocer la etapa fenológica de mayor digestibilidad a nivel ruminal.

Con este proyecto se beneficiará a productores del trópico seco y regiones áridas, surgiendo el híbrido camello una alternativa de producción de forrajes en zonas con déficit de lluvias, y por otro lado satisfacer las necesidades nutricionales del rumiante.

HIPÓTESIS

Hi: La etapa fenológica influye en la composición química del forraje híbrido camello, en la digestibilidad in situ y en la disponibilidad de nutrientes a nivel ruminal.

Ho: La etapa fenológica no influye en la composición química del forraje híbrido camello, en la digestibilidad in situ y en la disponibilidad de nutrientes a nivel ruminal.

H1: La etapa fenológica influye en la composición química del pasto híbrido camello influye en la digestibilidad in situ, más sin embargo no en la disponibilidad de nutrientes a nivel ruminal.

H2: La etapa fenológica no influye en la composición química del pasto híbrido camello, en la digestibilidad in situ, pero sí influye en la disponibilidad de nutrientes a nivel ruminal.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la composición química y digestibilidad in situ de tres etapas fenológicas del pasto híbrido camello en ovinos de pelo.

Objetivos específicos

Determinar la composición química mediante análisis bromatológico de tres etapas fenológicas del pasto híbrido camello en ovinos de pelo.

Evaluar la digestibilidad in situ de tres etapas fenológicas del pasto híbrido camello en ovinos de pelo.

Determinar qué etapa fenológica con mayor porcentaje de digestibilidad ruminal in situ y composición química del pasto híbrido camello en ovinos de pelo.

Calcular la disponibilidad de nutrientes a nivel ruminal del pasto híbrido camello en ovinos de pelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de estudio

El presente estudio se llevó cabo en el laboratorio metabólico del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California ubicada en Mexicali, Baja California, México, con las coordenadas (32.56681°N Y 115.44830 O) o 27 msnm, con una temperatura media anual de 18-19° C y precipitación de 200 mm al año, con clima seco.

Origen de la información

Las muestras se obtuvieron del pasto híbrido camello, producidas en Rancho San Luis, municipio de Isla en el estado de Veracruz a 80 msnm, con un tiempo de corte de rebrote de 15, 30, 45 y 90 días de corte.

Se utilizaron tres ovinos canulados de cruce Dorper - Katahdin de pelo, sin enfermedades aparentes y con buena condición corporal, con un P.V de 50+- 5 kg con una edad próxima de 3 años.

Se seleccionaron animales por su edad, talla, peso y temperamento (dócil).

Duración del estudio

El proyecto se desarrolló de noviembre del 2023 a marzo del 2024.

Metodología

Tipo de estudio, Experimental.

Obtención de las muestras

Las muestras se obtuvieron del pasto híbrido camello (*B racharia* sp.), las cuales serán colectadas del Rancho San Luis, municipio de Isla en Veracruz. Todas las muestras se secarán a 70°C por 48 horas en estufa (RIOSSA HCF41, México) para retirar el porcentaje total de humedad; posteriormente se molieron usando una criba de 2 mm en un molino Thomas-Willey Mill (Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, US).

Análisis bromatológico

Se determinó la materia seca (MS), proteína cruda (PC), ceniza (C, materia orgánica (MO) según AOAC (1990). Además de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y (LIG) lignina con la metodología de ANKON technology Method de Van Soest al (1991).

Determinación de cenizas

Se utilizó el método AOAC, (1990), método 942.05), en el cual toda la materia orgánica se oxida de en ausencia de la flama a una temperatura entre 550-600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza, el análisis se realizó por triplicado. Tres crisoles limpios se colocaron en una estufa (Fisher, 00034, México) por 2 horas a 80°C, para eliminar humedad y conseguir masa constante, después, los crisoles se colocaron en un desecador a temperatura ambiente por 8 min, posteriormente, cada uno de los crisoles se pesaron en una balanza analítica (AND, 27422, EUA). Se pesaron .5

gramos de la muestra y se colocará en el crisol correspondiente, después, se colocará en la mufla (FELISA. Modelo FE-330) a una temperatura constante de 600°C durante 2 horas. Seguido, se enfriaron las muestras, después se colocaron en el desecador a temperatura ambiente por 8 horas y se procedieron a pesar, se realizó un triplicado para la determinación de la muestra, los resultados se obtuvieron mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ceniza (\%)} = (\text{mms}-\text{mmc}/\text{mmf}) (100)$$

Donde: mmf = masa de la muestra inicial (g).

Mcc = masa constante del crisol (g).

Mms = masa del crisol con la muestra seca (g).

Determinación de proteína

Para la determinación de la proteína bruta se sigue el procedimiento de Kjeldahl, descrito en el método 955.04 de la AOAC (1990), utilizando una unidad de Kjeldahl en donde se realizará una digestión, una destilación y una titulación. El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en ácido bórico formándose borato de amonio que se valora con ácido clorhídrico.

Para el análisis de proteína se utilizaron tres matraces Kjeldahl de 750 mL previamente lavados y secados, en un papel se pesaron sobre una balanza analítica (AND, 27422, EUA) 1 g de la muestra y 3 g de catalizador para cada

matraz, luego de pesar la muestra y el catalizador se doblará el papel y se depositará dentro del matraz, después se encendió el digestor Novatech, modelo k -j6c, serie 58700 y el extractor de gases, a continuación, se añadieron 100 mL de ácido sulfúrico 98% y se depositaron a cada matraz en una parrilla, después de poner los matraces en la parrilla se esperó hasta que la tome un color verde claro (este proceso tarda entre 30 a 40 min), una vez que la muestra tome un color verde claro se apagó el digestor y se dejó enfriar cada matraz por 15 min, para esto se recomienda cambiar de parrilla los matraz, una vez que pasen los 15 min se llevó a una campana para acelerar el proceso de enfriado, posteriormente se añadieron 100 mL de agua destilada y se dejó enfriar de nuevo en la campana por 15 a 20 mL, después se utilizaron tres matraces Erlenmeyer a los cuales se le añadirá 50 mL de ácido bórico al 4% y tres gotas de indicador de azul de metileno, posteriormente se añadió a cada matraz Kjeldahl 3 a 4 gránulos de zinc sin que llegaran al fondo, luego se añade 40 mL de hidróxido de sodio al 40 % tratando de arrastrar el zinc que habría quedado en el cuello del matraz, después se colocará cada matraz en el digestor pero en esta ocasión en la parte de destilación conectando cada matraz Kjeldahl con el matraz Erlenmeyer y se dejará calentar hasta obtener los 150 mL en el matraz Erlenmeyer o hasta que el matraz Kjeldahl comience a moverse, posteriormente se apagará el digestor, pero no el extractor, luego el matraz Erlenmeyer se llevará a la bureta para hacer la titulación donde la bureta se llenará con ácido clorhídrico al 0.1 % de normalidad, se introducirá un magneto en el matraz y se comenzó agitar dejando caer gota tras gota hasta alcanzar un color azul o morado claro, la

determinación se realizará por triplicado, para obtener los resultados se empleará la siguiente fórmula:

$$PC (\%) = (\text{Vol.HCL} \times 0.1 \times 0.014 \times 6.5 / 100 \times \text{mmf}) (100)$$

Donde: mmf = masa de la muestra inicial (g).

Vol. HCl = volumen gastado del ácido clorhídrico (mL).

Determinación de fibra detergente ácido:

Se determinará FDA con la metodología de ANKOM Technology Method de Van Soest et.al. (1991) el porcentaje de degradación de la fibra detergente ácida (%FDA) se calculará usando la siguiente fórmula:

$$FDA (\%) = ((W3 - (W1 \times C1)) / W2) (100)$$

Donde: W1= Peso de tara de la bolsa

W2= Peso de la muestra

W3= Peso seco de la bolsa con fibra después del proceso de extracción.

C1= Corrección de la bolsa en blanco (promedio móvil del peso final secado al horno dividido por el peso de la bolsa en blanco original).

Determinación de fibra detergente neutra

Se determinará FDN con la metodología de ANKOM Technology Method Van Soest et al. (1991). El porcentaje de degradación de la fibra detergente neutro (%DFDN) se calculará usando la siguiente fórmula:

$$\%DGFDN = (FDNi - FDNf / FDNi) (100)$$

Dónde: %DEFDN = Porcentaje de degradación de fibra detergente neutro

FDNi = Fibra detergente neutro inicial

FDNf = Fibra detergente neutro final no degradada.

Determinación de la cinética de degradación

Se llevaron a cabo en el laboratorio metabólico en el Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicado en carretera, Mexicali-San Felipe Km 2.5, Laguna campestre, Mexicali, Baja California. La digestibilidad *in situ* del forraje se estimó con la metodología de Orskov y McDonald, (1979). Se utilizaron tres ovinos machos de pelo, cruza Dorper-Katahdin, con buena condición corporal y sin enfermedades aparentes, con un peso vivo de 50 +- kg con edad de 3 años, con cánulas ruminales fijas, los animales se alimentaron con dieta que cubra las necesidades nutricionales de los animales, a base de forraje(alfalfa). Los ovinos se alojaron en corrales individuales y con agua a libre acceso, la cantidad de alimento se le proporcionó correspondiente a 2.5% de su peso vivo durante el periodo de adaptación (12 días) y 2% en los días de prueba para facilitar el manejo de las bolsas de nylon a nivel de rumen. En cada bolsa se agregarán 10 gramos de MS del forraje híbrido camello en cortes de 15, 30, 45 y 90 días de rebrote, secado en estufa y molido en criba de 2 mm, se incubaron a nivel rumen para evaluar los tiempos 0, 3, 12, 24, 48 y 72 horas, por triplicado de cada tiempo, las muestras serán introducidas en orden inverso al tiempo de incubación para posteriormente ser retiradas en su totalidad. Las bolsas de nylon serán colocadas dentro de una

bolsa de jareta y rafia guía para introducirse a nivel rumen. Después de transcurridas las 72 horas se retirarán el total de bolsas, se lavarán con agua corriente y se secaron en estufa a 70°C hasta obtener el peso constante y así evaluar la digestibilidad ajustando los datos con la siguiente ecuación:

$$P=a+b (1-e^{(-ct)}).$$

Donde: P = el porcentaje de degradación de CP o MS.

La fórmula considera dos fracciones en el alimento:

Donde a = es la fracción soluble (o rápidamente degradada)

B= es la fracción lenta fracción degradable (o potencialmente degradable)

C= es la tasa de degradación de la fracción b en el rumen

T= el tiempo.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando un diseño completamente al azar unifactorial para la composición química y bifactorial para los valores de degradabilidad, ambos con tres repeticiones. Se realizaron contrastes polinomiales para evaluar los efectos lineales y cuadráticos de la edad de rebrote. La comparación de medias se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey, y las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 1. Composición química (%) del pasto híbrido Camello en diferentes edades de rebrote.

Variable	Edad de rebrote (días)				EEM ¹	Valor de p ²		
	15	30	45	80		ER	L	C
Materia seca	94.09 ^a	93.94 ^b	93.85 ^c	93.69 ^d	0.005	<0.0001	<0.0001	0.0043
Materia orgánica	91.13 ^d	91.94 ^c	91.39 ^b	93.15 ^a	0.040	<0.0001	0.0016	<0.0001
Cenizas	8.87 ^a	8.06 ^b	8.61 ^c	6.85 ^d	0.040	<0.0001	0.0016	<0.0001
Proteína cruda	12.01 ^a	9.58 ^b	9.35 ^b	8.62 ^c	0.057	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Fibra detergente neutro	65.52 ^c	67.67 ^b	74.02 ^a	75.92 ^a	0.430	<0.0001	<0.0001	0.0040
Fibra detergente ácido	30.70 ^b	31.31 ^b	38.89 ^a	38.05 ^a	0.341	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Lignina	6.23 ^b	6.51 ^b	8.35 ^{ab}	10.20 ^a	0.638	0.0076	0.0469	0.3482

¹ EEM: error estándar de la media. ² ER: efecto de la edad de rebrote; L: efecto lineal; C: efecto cuadrático. Medias con letra diferente en superíndice (a-d) dentro de una misma fila indica diferencia significativa (Tukey, $p \leq 0.05$).

González-Canencia, (2021) evaluó tres etapas de fenológicas de avena, donde se muestra la tendencia que conforme pasan las etapas fenológicas, se reduce la digestibilidad concluye que esto es debido a la cantidad de lignina, como en este presente estudio donde en el Cuadro 1, donde se encuentra una menor cantidad de lignina con 6.23% en el tiempo de corte al día 15, y conforme avanza al día 80, con 10.20%. Teniendo en cuenta que conforme avanza la etapa fenológica y el tiempo de corte, se encuentra en mayor cantidad el porcentaje de lignina.

Por otro lado, Bernal-Flores et al. (2017), realizaron un estudio con el híbrido camello en condiciones secas durante 6 semanas, donde observaron el día 42 una reducción considerable de la digestibilidad in vitro, valores muy similares a los obtenidos en los cuatro tratamientos del presente estudio, donde hay una reducción considerable del día 80 de corte con 89.59 % de digestibilidad de Materia Orgánica.

Cuadro 2. Composición química (%), contenido de calcio (%) y fósforo (%) del pasto híbrido Camello en diferentes edades de rebrote.

Variable	Edad de rebrote (días)				EEM ¹	Valor de p ²		
	15	30	45	80		ER	L	C
Materia orgánica	90.79 ^c	89.56 ^d	96.14 ^a	91.28 ^b	0.021	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Cenizas	9.21 ^b	10.44 ^a	3.86 ^d	8.72 ^c	0.021	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Proteína cruda	14.67 ^b	16.46 ^a	13.67 ^c	11.37 ^d	0.063	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Fibra detergente neutro	53.50 ^c	56.14 ^b	46.55 ^d	60.63 ^a	0.069	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Fibra detergente ácido	34.11 ^c	36.67 ^b	29.94 ^d	39.23 ^a	0.049	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Fibra cruda	29.48 ^c	30.32 ^b	38.09 ^a	38.09 ^a	0.044	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Extracto etéreo	2.46 ^a	2.39 ^b	1.91 ^c	1.82 ^d	0.004	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Calcio	0.27 ^b	0.30 ^a	0.04 ^d	0.24 ^c	0.002	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Fósforo	0.32 ^b	0.35 ^a	0.13 ^c	0.32 ^b	0.002	<0.0001	<0.0001	<0.0001

¹ EEM: error estándar de la media. ² ER: efecto de la edad de rebrote; L: efecto lineal; C: efecto cuadrático. Medias con letra diferente en superíndice (a-d) dentro de una misma fila indica diferencia significativa (Tukey, $p \leq 0.05$).

En el cuadro 2, podemos ver la composición química por edad de rebrote según la composición química. Valerio, (2022) evaluó el rendimiento de varios híbridos de la misma semillera, mismos que se analizaron teniendo como testigo el pasto estrella, donde el pasto híbrido camello tuvo un rendimiento de 1.99 ton/ms/ha, cabe mencionar que el presente estudio no incluyó dichas variables, debido a factores ajenos a la investigación. Anzola et al., (2014), realizaron estudios en forrajes donde concluyeron que el rendimiento en los forrajes y pastos están afectados por factores ambientales, tales como reducción de precipitaciones pluviales, poca materia orgánica en suelo y mal drenaje en suelo.

Por lo tanto se observe el efecto de la edad de corte por el tiempo de incubación en rumen para la variable de degradación de MS. El efecto del corte afectó la Materia orgánica, MO ($P < 0.001$), Ce ($P < 0.001$), Proteína Cruda, PC ($P < 0.001$), Fibra detergente ácida FDA ($P < 0.001$), y LIG ($P < 0.001$). En el caso de Fibra Detergente Neutra FDN no fue afectada significativamente.

Variable ¹	Edad de rebrote (días)	Tiempo de fermentación ruminal <i>in situ</i> (h)						EEM ²	Valor de <i>p</i> ³				
		0	3	12	24	48	72		ER	L	C	T	ER × T
MS	15	94.	91.	93.	94.	94.	94.	1.118	0.1873	0.0615	0.3961	0.9203	0.5728
		12	66	72	50	76	35						
	30	96.	95.	95.	94.	93.	94.						
		15	07	36	30	86	95						
	45	96.	95.	94.	94.	94.	94.						
		78	26	75	59	63	53						
	80	92.	94.	95.	94.	94.	94.						
34		15	40	53	44	50							
MO	15	89.	93.	92.	92.	89.	90.	0.725	0.0568	0.1516	0.2378	<0.000 1	0.4241
		57	49	68	09	59	17						
	30	90.	92.	91.	92.	89.	90.						
		45	66	46	11	71	41						
	45	90.	92.	92.	92.	90.	91.						
		58	81	93	21	72	97						
	80	92.	92.	92.	93.	91.	90.						
47		27	68	49	55	44							
Cenizas	15	10.	6.5	7.3	7.9	10.	9.8	0.725	0.0568	0.1516	0.2378	<0.000 1	0.4241
		43	1	2	1	41	3						
	30	9.5	7.3	8.5	7.8	10.	9.5						
		5	4	4	9	29	9						
	45	9.4	7.1	7.0	7.7	9.2	8.0						
		2	9	7	9	8	3						
	80	7.5	7.7	7.3	6.5	8.4	9.5						
3		3	2	1	5	6							

PC	15	11.	8.4	11.	14.	15.	13.	1.000	<0.000	<0.0001	0.0148	<0.000	0.3692
		95	6	66	87	16	99		1			1	
	30	8.7	8.4	13.	12.	13.	11.						
		5	5	41	53	12	95						
	45	5.5	5.8	7.2	7.5	11.	7.8						
		4	3	9	8	08	7						
	80	7.0	6.4	8.7	10.	10.	11.						
		0	1	5	49	79	08						

Variable ¹	Edad de rebrote (días)	Tiempo de fermentación ruminal <i>in situ</i> (h)						EEM ²	Valor de <i>p</i> ³				
		0	3	12	24	48	72		ER	L	C	T	ER × T
FDN	15	72.	80.	75.	71.	69.	65.	2.422	0.0147	<0.0001	0.0143	0.2791	0.0778
		53	09	76	21	00	72						
	30	65.	76.	77.	72.	73.	70.						
		31	81	79	96	54	58						
	45	73.	75.	79.	78.	73.	74.						
		91	47	62	46	49	67						
	80	76.	83.	80.	76.	68.	69.						
60		85	56	60	89	45							
FDA	15	42.	49.	46.	43.	43.	43.	0.974	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003
		69	97	90	96	09	81						
	30	37.	43.	42.	40.	42.	44.						
		86	93	98	89	90	86						
	45	45.	53.	52.	51.	47.	51.						
		51	45	26	85	77	90						
	80	47.	53.	51.	49.	45.	45.						
03		79	60	73	11	98							
Lignina	15	11.	15.	15.	18.	25.	30.	1.644	0.0241	0.2750	0.0840	<0.0001	0.2375
		29	35	05	63	79	84						
	30	11.	12.	12.	17.	22.	29.						
		40	45	29	51	40	05						
	45	11.	15.	17.	20.	21.	24.						
		30	43	21	92	07	74						
	80	11.	12.	13.	15.	19.	27.						
41		51	72	05	64	21							

¹ MS: materia seca; MO: materia orgánica; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido. ² EEM: error estándar de la media. ³ ER: efecto de la edad de rebrote; L: efecto lineal; C: efecto cuadrático; T: tiempo de fermentación ruminal *in situ*; ER × T: efecto de la interacción de la edad de rebrote y el tiempo de fermentación ruminal *in situ*.

Valenciaga et. al, (2018), obtuvieron valores de degradabilidad de Materia Seca, (MS) superiores con valores entre 80% teniendo hasta 94.2%, de igual manera en el presente estudio se encontraron hasta 95.36 % de degradabilidad de MS en tiempo de incubación de 24 horas, por lo tanto, se manejan valores similares en ambos estudios.

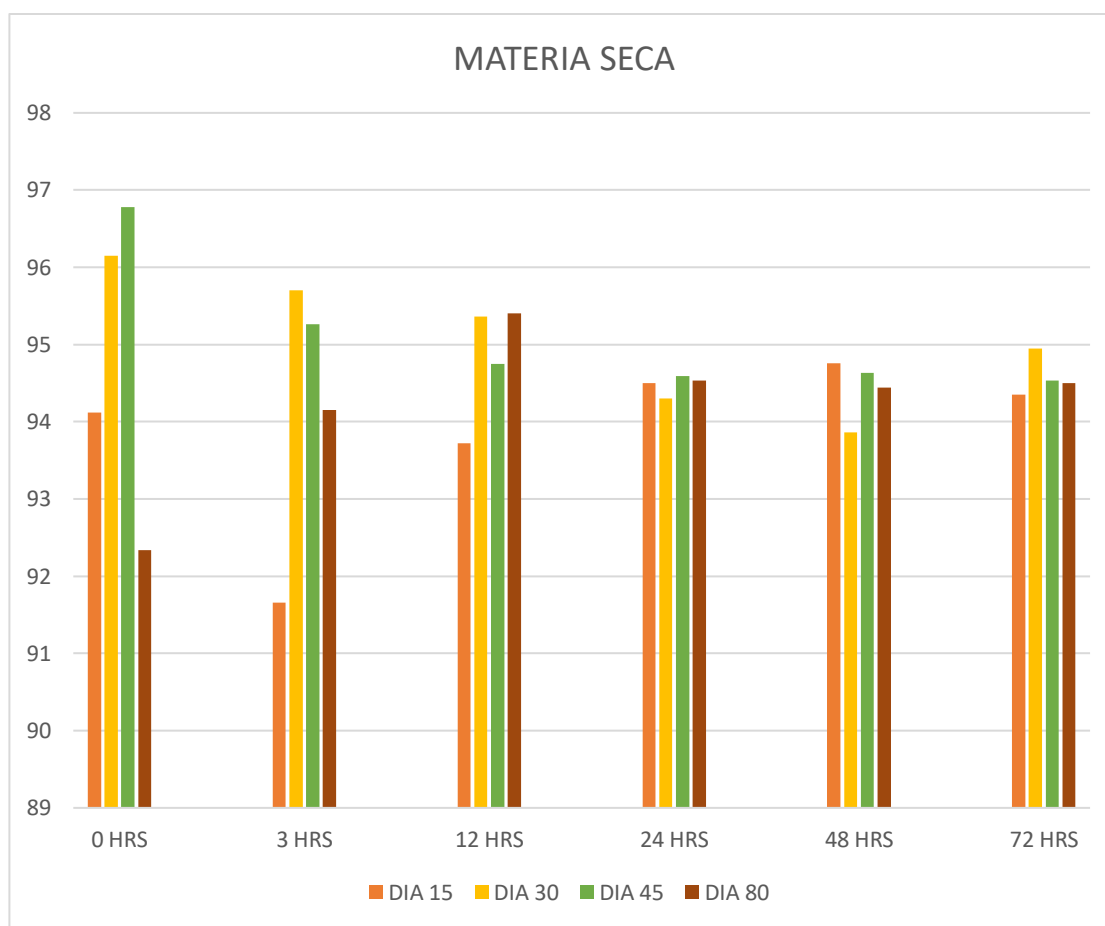


Figura 2. Porcentaje de DIG MS seca en diferentes tiempos de incubación en rumen.

En la figura 2 podemos observar cómo según avanzan las horas de incubación en rumen la digestibilidad va avanzando, estos se deben a la actividad de los microorganismos ruminales (bacterias, hongos y protozoarios), de igual manera la interacción de la hora de incubación está correlacionado con la edad de corte asignado.

CONCLUSIONES

Por lo tanto, concluimos que conforme pasan las etapas fenólicas o los días de corte, tenemos menos biodisponible los nutrientes del forraje como lo son; proteínas, carbohidratos, grasas.

En general y con los datos obtenidos, se deduce según la digestibilidad y composición química del forraje, seleccionar el día 30-40 para tener una buena calidad y en su caso una buena producción de materia seca por tonelada.

Debido a esto es necesario tener en cuenta la edad de corte de forraje híbrido camello, al momento de ingresar nuestros animales en pastoreo.

Por otra parte, es importante evaluar la producción de ms/ ton y rendimiento, en zonas áridas, específicamente en la zona norte del país, ya tiene un gran potencial de producción y surge como una alternativa para productores de carne, leche y pelo en sistemas semi-intensivos.

También se recomienda en próximos trabajos evaluar la digestibilidad aparente, para ver la relación rumiante-forraje y así tener más herramientas para ofrecer el pasto híbrido camello.

LITERATURA CITADA

- Álvarez E., C. Molina, E. Tapia, J. Avellaneda, L. Casanova y M. Peña. 2015. composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum* sap. Ciencia y tecnología. 8(2)13-27.
- Alvear, A. 2020. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la producción y digestibilidad de una mezcla forrajera en tres diferentes tiempos de corte. Tesis de Licenciatura. Universidad de Fuerzas Armadas. Sangolquí Ecuador.
- Anzola H., H. Durán, J. Rincón; J. Martínez Román y J. Restrepo 2014. El uso eficiente de los forrajes tropicales en la alimentación de los bovinos *Revista Ciencia Animal*. 7(8)111-132.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Arango J., J Gutiérrez, J. Mazabel, P. Pardo, K. Enciso, S. Burkart, M. Sotelo, B. Hincapié, L. Molina, Y. Herrera y G. Serrano. 2016. Estrategias tecnológicas para mejorar la productividad y competitividad de la actividad ganadera.

Bernal Flores, A., Velázquez Ramos, ⁴²Ruíz Ramón R y Pizarro, E. A. 2017.

Camello: Atributos agronómicos y acumulación forrajera en un nuevo híbrido de *Urochloa* con 54 tolerancia a sequía. InMemorias de la XLIV Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A.C. 2017, Clima y Ganadería: Productividad .Sustentable. 6-8 septiembre 2017, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 511-515 p.

Betancourth M, Avila P, Ramirez G, Lascano C. 2005. Milk yield of cows grazing *Brachiaria* pastures managed with high grazing pressure. In: Lascano CE editor. Annual report, Tropical grasses and legumes: optimizing genetic diversity for multipurpose use (Project IP5). 1st ed. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical ; 2006:3-5.

Castillo-González A, J Domínguez-Viveros, A Chávez-Martínez y M Burrola-Barraza. 2014. Rumen microorganisms and fermentation. Archivos de Medicina Veterinaria; 46(3):349-361.

Castillo-López, E., y Domínguez-Ordóñez, M. G. 2019. Factores que afectan la composición microbiana ruminal y métodos para determinar el rendimiento de la proteína microbiana. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(1), 120-148.

- Castro-Hernández H., I. Domínguez-Vara, E. Morales-Almaráz, y M. Huerta-Bravo. 2017. Composición química, contenido mineral y digestibilidad in vitro de Raigrás (*Lolium perenne*) según intervalo de corte y época de crecimiento. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 8 (2): 201-210.
- Cerdas, R. 2014. Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*pennisetum* sp. Con varias dosis de fertilización nitrogenada. *Intersede* 16:1-2.
- Corrales- Lerma R, C Morales-Nieto, F Villareal-Guerrero, E Santellano-Estrada, A Melgoza-Castillo, A Álvarez-Holguín y C. Avedaño-Arrazate. 2017. Caracterización morfológica y nutricional de pasto rosado (*Melinis repens* (Willd) Zizka) en el estado de Chihuahua. *10 (10): 103-109*.
- Crespo R., P Valdés, P Paneque, A. Miranda-Caballero y M. Gómez-Águila. 2019. Costo energético y de explotación para la producción de forraje fresco, triturado y molinado. *Revista Ingeniería Agrícola* 9(4) 56-62.
- Doreau, M., y Ferlay, A. 1994. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 45(3-4), 379-396.
- Eskandari H, A Ghanbari y A Javanmard. 2009. Intercropping of cereals and legumes for forage production. *Not Sci Biol*;(1):7-13.

Esparza, D.F. 2012. Efecto de la Fibra Detergente Neutro físicamente y el nivel de forraje sobre el consumo, el pH ruminal y la producción de leche de cabras. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.

Estrada I., S. Esparza, B. Albarrán, G. Young, A. Rayas, A. García. 2019. Evaluación productiva y económica de un sistema silvopastoril intensivo en bovinos de doble propósito en Michoacán, México. *Ciencia ergo-sum*. 25(3) 8.

García A, A Martínez, S Portillo y R Rebollar. 2018. La ganadería en condiciones de trópico seco. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México sitio p.186.

Giraldo C., E Valderrama., L. Montoya, y I. Armbrrecht. 2006. Efecto de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) sobre herbivoría de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). En resúmenes IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible y III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. EEPF “indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 113 pp.

Gonzalez-Canencia E. 2021. Determinación de los parámetros productivos, valor nutritivo y digestibilidad de tres densidades de siembra de la asociación *Avena sativa* L.- *Brassica napus* var *Napus* L. en tres etapas fenológicas

de corte. Tesis de licenciatura. Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura. Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolqui, Ecuador.

Grilli, D., Egea, V., Paez Lama, S., Carcaño, D., Allegretti, L., Sosa Escudero, M., y Nora Arenas, G. 2015. Degradación y utilización de la hemicelulosa contenida en especies forrajeras por *Pseudobutyrvibrio ruminis* y *Pseudobutyrvibrio xylanivorans*. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 47(2),231-243.

Gutiérrez O.B. 2015. La fisiología digestiva del rumiante, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal durante cincuenta años. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 49(2): 179-188

Haro A., Picón Saavedra, M., José Andrade, M., Bautista, H., & Vintimilla, A. 2023. Tratamientos de protección de las proteínas frente a la degradación ruminal. *EASI: Ingeniería Y Ciencias Aplicadas En La Industria*, 2(3), 19–26.

Herrera R. 2014. Algunos aspectos que pueden influir en el rigor y veracidad del muestreo de pastos y forrajes, *Avances de investigación Agropecuaria* 18(2): 7-26

Herrera J., I. Botero, G Lemos, G Sánchez, y R Rosales. 2015. Composición nutricional y degradabilidad de la materia seca de dietas de sistemas

silvopastoriles intensivos y tradicionales en Colombia. VII Congreso Internacional de Sistema Agroforestales.p177-180.

INIFAP 2011. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, es una institución pública descentralizada dependiente de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Gobierno de México. Informe de Actividades.

Kaizhen Liu, Yangdong Zhang, Zhongtang Yu, Qingbiao Xu, Nan Zheng, Shengguo Zhao, Guoxin Huang, Jiaqi Wang. 2021. Ruminal microbiota-host interaction and its effect on nutrient metabolism. *Animal nutrition*. 7(1) 49-55.

Lagos-Burbano E., E. Castro-Rincon, P. Portillo-Lopez, D. Meneses-Buitrago & M. Duter- Nusivoccia. 2021. Adaptación de mezclas forrajeras a diferentes niveles de enmienda y riego en Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana* 32.2 (2021): 538-555.

Loayza, Carlos. 2016. Eficiencia agronómica del nitrógeno en el cultivo de avena forrajera (avena sativa l.) Tesis de maestría. Universidad Central del Ecuador. Quito Ecuador.

López A., D. Nuñez, L. Aguirre y E. Flores. 2018. Dinámica de la producción primaria y valor nutritivo de tres gramíneas tropicales (*Melinis minutiflora*,

Setaria sphacelata y *Brachiaria mutica*) en tres estados fenológicos.
Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 29(2), 396-40

Martínez-Fernández A., A. Argamenteoría y B. de la Roza. 2014. Manejo del forraje para ensilar. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentaria (SERIDA). Villaviciosa, Asturias, España

Meléndez, P. 2015. Las bases para entender un análisis nutricional de alimentos y su nomenclatura. Santiago de Chile E mercurio campo.

Núñez-Arroyo J., J. Jiménez-Castro, C. Tobia Rivero, L. Arias Gamboa, E. Jiménez-Alfaro y J. Padilla-Fallas. 2022. Efecto de la edad de rebrote y época del año sobre los componentes de la pared celular y digestibilidad in vitro de gramíneas (II PARTE). Nutrición Animal Tropical. 16(2):91-114.

Orskov, E. R., y McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499-503.

Paitan M., H 2020. Parámetros ruminales, composición química y valores energéticos de forrajes y concentrados en bovinos. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias de Ingeniería Escuela Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.

Portillo-López A., D. Meneses-Buitrago, E. Lagos-Burbano, M. Duter-Nisivoccia, E Castro-Rincón. 2021. Adaptación de mezclas forrajeras a diferentes niveles de enmienda y riego en Nariño, Colombia." *Agronomy Mesoamerican* 538-555.

Reyes-Pérez, J., Y. Méndez-Martínez, D. Verdecia, R. Luna-Murillo, L. Hernández y R. Herrera. 2018. Componentes del rendimiento y composición bromatológica de tres variedades de *Brachiaria* en la zona El Empalme, Ecuador. *Cuban J. Agric. Sci.* 52(4): 435-445.

Rotger, A. 2004. Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía-proteína en terneras en cebo intensivo. Tesis doctoral. Departamento de Ciencia Animal de los Alimentos. Universidad de Barcelona.

Salazar Elizondo Jorge Alberto and Cynthia Rebeca Monge Rojas. 2020. Fistulación en bovinos y uso de la técnica de degradabilidad ruminal para análisis de alimentos. *Nutrición animal tropical* 14(2): 209-229.

Sosa-Montes E., J. Alejos-de la Fuente, A. Pro-Martínez, F. González-Cerón, J. Enríquez-Quiroz, y M. Torres-Cardona. 2020. Composición química y digestibilidad de cuatro leguminosas tropicales mexicanas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(24), 211-220.

- Souza NH, Franzolin R, Rodriguez PH, Scoton RA., 2000. Effects of the increasing levels of neutral detergent fiber in the diet on the ruminal fermentation in water buffaloes and cattle. *Rev Bras Zootecn* 29: 1565-1177.
- Trujillo AI, Marichal MJ, Carriquiry M. 2010. Comparison of dry matter and neutral detergent fibre degradation of fibrous feedstuffs as determined with in situ and in vitro gravimetric procedures. *Anim Feed Sci Technol* 2010;161:49-57
- Urrutia Morales J., A Hernández, J Cervantes y H Gámez. 2014. Características nutricionales del forraje de mijo perla en cuatro estados fenológicos. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 5(3):321-30.
- Valenciaga D., J. López, J. Galindo, T. Ruiz y F. Monteagudo. 2018. Cinética de degradación ruminal de materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* recolectados en la región oriental de cuba. *Livestock Research for Rural Development*. 30(11)186.
- Valerio Cabrera, A. 2022. Rendimiento forrajero de cuatro cultivares de *Brachiaria* híbrido cosechados durante la época seca. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
<https://hdl.handle.net/20.500.12371/18670>.

Van Soest P, Robertson J, Lewis B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. 74: 3583-3597.

Vanegas Ruiz J., y; O. Codero-Ahiman. 2019. Ensilaje como fuente alterna de alimentación del ganado de bovino en la producción lechera. Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal. 3(2) 129-162.

Yzarra Wilfredo, Francisco López. 2017. Manual de observaciones fenológicas, SENAMHI, Ministerio de Agricultura.