

Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2019; 9:1-12. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2019.923>
 Artículo Original. Recibido: 02/01/2019. Aceptado: 25/09/2019. Publicado: 05/11/2019.

Análisis químico proximal de *Krameria erecta* del Estado de Sonora Proximal chemical analysis of *Krameria erecta* from the Sonora State

Diana Mc-Caughey-Espinoza^{*1} , Álvaro Reyes-Olivas¹ , Gloria Ayala-Astorga² ,
 Gabriel Lugo-García¹ , Andrés Ochoa-Meza³ , Antonio Pacheco-Olvera⁴ 

¹Colegio de Ciencias Agropecuarias, Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa. México. ²Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Sonora. México. ³Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Sonora. México. ⁴Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. México. *Autor responsable y de correspondencia: Mc Caughey-Espinoza, Diana Miriam. Colegio de Ciencias Agropecuarias, Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa. Calle 16 Av. Japaraquí S/N. 81110, Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa. México. diana.mccaughey@unison.mx, alreo.uas@gmail.com, gloria.ayala@unison.mx, gabriel_lugo9010@hotmail.com, andres.ochoa@unison.mx, apontoniopo345@gmail.com.

RESUMEN

El cóсахui del sur (*Krameria erecta*) es un arbusto perenne que se encuentra en las zonas áridas y semi-áridas, de los estados de Sonora, Sinaloa, Chihuahua y Baja California Norte. Por ser una planta apetecible por los animales domésticos y silvestres, se determinó el valor nutricional de *Krameria erecta*, ubicada en un tipo de matorral arborescente del Estado de Sonora, evaluándose la colecta de cuatro épocas del año, en cuatro sitios de 2,500 m² cada uno. Los resultados demuestran que existen diferencias significativas entre las épocas de colecta en el contenido de proteína cruda (7.46 a 13.42%). Los contenidos de extracto etéreo fueron diferentes entre los sitios de colecta y época (p<0.05) por otra parte también presentaron diferencias significativas entre época de colecta y sitios (p<0.05) en materia seca con 71.2 a 87.3%, excepto en invierno y primavera, de igual manera se presentaron diferencias significativas en humedad (12.7 a 28.8%), en cenizas se presentaron diferencias significativas en la época de colecta (p<0.05) de 7.41 a 13.3%, en lo que respecta a fibra cruda se mostró diferencias significativas en la época de colecta pero no entre los sitios con 23.78 a 32.82%, en calcio no se mostró diferencias significativas entre en la poca de colecta de verano, otoño e invierno con valores de 0.05 a 1.33% y fósforo también presento diferencias significativas entre la época de colecta (p<0.05) pero no entre los sitios con 0.06 a 0.09%.

Palabras Clave: ganado, plantas nativas, contenido nutricional.

ABSTRACT

The southern cóсахui (*Krameria erecta*) is a perennial shrub found in the arid and semi-arid zones of the states of Sonora, Sinaloa, Chihuahua and Baja California North. For being a plant desirable for domestic and wild animals, the nutritional value of *Krameria erecta* was determined, located in a type of scrub arborescent of the State of Sonora, evaluating the collection of four seasons of the year, in four sites of 2,500 m² each. The results show that there are significant differences between the times of collection in the crude protein content (7.46 to 13.42%). The ethereal extract contents were different between the collection sites and the season (p <0.05), on the other hand they also presented significant differences between collection season and sites (p<0.05) in dry matter with 71.2 to 87.3%, except in winter and spring, in the same way there were significant differences in humidity (12.7 to 28.8%), in ashes there were significant differences in the time of collection (p<0.05) from 7.41 to 13.3%, with respect to raw fiber differences were shown significant at the time of collection but not between the sites with 23.78 to 32.82%, in calcium there was no significant difference between the collection of summer, autumn and winter with values of 0.05 to 1.33% and phosphorus also presented significant differences between the collection time (p<0.05) but not between the sites with 0.06 to 0.09%.

Keywords: cattle, native plants, nutritional content.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 30 años los agostaderos dedicados a la producción pecuaria en el Estado de Sonora, México, posee una gran diversidad florística de plantas no maderables y maderables. Entre un 30% a 70% de las especies nativas y de alto valor forrajero que actualmente presentan una fuerte disminución en sus poblaciones, se encuentran el palo fierro (*Olneya tesota* A. Gray), zámota (*Coursetia glandulosa* A. Gray), cósahui (*Krameria erecta* Willd), entre otras, debido a que han tenido un notorio consumo por los herbívoros; aunado a los desmontes masivos y el cambio de uso de suelo, no les ha permitido propagarse en forma natural; por lo que se encuentran en serios problemas que los podría llevar a desaparecer de sus propios ecosistemas (Mc Caughey-Espinoza *et al.*, 2017). Los arbustos constituyen un buen porcentaje de la dieta de los animales bóvidos, por lo cual es importante la conservación de las plantas nativas en los hábitats naturales. El valor nutritivo de los alimentos está dado por su composición química y por la eficiencia con la cual los animales extraen sus nutrientes durante la digestión (Sanon *et al.*, 2008).

Las plantas forrajeras constituyen la base de la alimentación del ganado bovino, proporcionan los nutrimentos fundamentales para satisfacer los requerimientos fisiológicos de los animales. Las plantas nativas proporcionan una dieta rica en proteína, fósforo y calcio, en las diferentes estaciones del año. Es de suma importancia investigar los recursos forrajeros propios del entorno, para incorporarlos a los sistemas de producción ganadera y brindar alternativas sostenibles, que permitan mejorar los agroecosistemas y condiciones de vida de las comunidades (Francis y Lowe, 2000; Muñoz *et al.*, 2011; Apráez *et al.*, 2017).

Los árboles y los arbustos asociados proporcionan múltiples beneficios a la ganadería (Ruiz *et al.*, 2006). Las plantas nativas forrajeras tolerantes a sequías constituyen opciones para mejorar las deficiencias nutricionales de bovinos en pastoreo (Insuasty *et al.*, 2013), por su gran versatilidad y diversas bondades; son muy importantes en los sistemas agroforestales y silvopastoriles (Portillo *et al.*, 2009). También se le ha atribuido beneficios medicinales, mostrando efectos contra daño hepático, antioxidante, antiinflamatorio y anticancerígena (Carini *et al.*, 2002; Torres-González *et al.*, 2011; Jiménez-Estrada *et al.*, 2013; Morán-Palacio *et al.*, 2014).

En la actualidad la actividad ganadera amerita un nuevo enfoque productivo que revalorice los recursos arbóreos y arbustivos, como elementos fundamentales para el diseño de sistemas productivos eficientes y sostenibles. Por lo que en esta investigación se planteó realizar un análisis químico proximal del cósahui del sur (*Krameria erecta*), debido al potencial forrajero que esta especie representa para los agostaderos del estado de Sonora, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el rancho "Las Cruces " situado en la parte este de Hermosillo, Sonora; localizado a 29°03'21.30" de Latitud Norte y 110°45'12.022" de Longitud Oeste, a una altitud de 277 msnm, con una precipitación media anual de 330 mm y temperatura promedio de 24° C, con vegetación denominada matorral arbofruticosa, y suelo regosol. Ocasionalmente se tienen heladas y granizadas en el invierno.

Especie en estudio y material utilizado

La especie en estudio es el cósahui (*Krameria erecta* Willd), por ser una planta del desierto sonorense. Se utilizaron tijeras podadoras, bolsas de papel, marcadores y balanza digital pelouze, modelo SP5.

Toma de muestras

Para el muestreo se seleccionaron cuatro sitios de estudio, (50 m x 50 m. con una superficie de 2,500 m² por cuadrante) de agostadero en condiciones de pastoreo (activo). La colecta del material vegetal se realizó al azar, no se consideró la etapa fenológica por existir una variación entre la misma época de evaluación; se colectó una cantidad de materia vegetal considerable (hoja, tallos y flores); se mezclaron y se dividieron en tres muestras. Este mismo procedimiento se realizó para cada uno de los sitios en estudio.

Fechas de colecta

De acuerdo a las condiciones climatológicas presentes en el estado de Sonora, se consideró realizar el análisis químico proximal de las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno). La colecta del material vegetal se realizó en las fechas que se muestran en la tabla 1.

Análisis químico

El contenido nutricional de *Krameria erecta*, se realizó en el laboratorio de nutrición animal del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, mediante los métodos establecidos por la A.O.A.C (1995), que incluye el contenido de humedad (método 930,04), proteína cruda utilizando el método de Kjeldahl (método 955,04), cenizas (por calcinación a 550°C) (método 930,05), extracto etéreo (método 962,09) y fibra bruta (método 920,39). En lo que respecta al material seco, fue molido en un molino willey con un tamaño de malla de 1 mm; enseguida se procedió a secar a 55 °C durante 48 h para la obtención del peso en base seca.

Tabla 1. Fechas de las colectas del material vegetal

# de colecta	Estación	Fecha
1ro	Verano	16 de julio de 2018
2do	Otoño	03 de noviembre de 2018
3ro	Invierno	31 de enero de 2019
4to	Primavera	27 de abril de 2019

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados con un diseño completamente al azar, se evaluaron los cuadrantes y cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno). Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de media de Tukey-Kramer, con un alfa de 0.05%. Estos análisis se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico JMP 5.0.1 (JMP, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el contenido nutricional de *Krameria erecta*, se mostró que sí existen diferencias significativas con respecto a la época de muestreo y entre los sitios en el porcentaje de extracto etéreo, % de materia seca, % de humedad, % de cenizas, % de fósforo y % de calcio.

En lo que respecta al porcentaje de proteína, se observa que presentaron diferencias significativas en las cuatro épocas del año y también se mostró; mientras que en el resto de los sitios evaluados no se mostraron diferencias significativas, presentando valores de proteína cruda en promedio de 7.46 a 13.42% durante todo el año. Los porcentajes de proteína cruda más altos se presentaron en la época de verano, esto puede deberse a que la proteína incrementa su concentración cuando la planta se encuentra en estrés hídrico durante tiempos prolongados (tabla 2). Debido a sus niveles proteicos considerables, naturaleza multipropósito, amplio margen de adaptación y capacidad de producción, la biomasa de los árboles y arbustos puede contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales (García *et al.*, 2009).

Marshall *et al.*, (2005), evaluaron la proteína cruda de *Krameria grayi* Rose y Pintor, en cuatro épocas del año, mostrando para invierno 10.97%, primavera 10.83%, verano 8.55% y otoño 10.62%. Dichos resultados difieren en las cuatro épocas de evaluación con los obtenidos en este estudio, siendo que *krameria erecta* presentó valores más altos en las cuatro épocas evaluadas.

También difieren con los resultados obtenidos por Toyas-Vargas *et al.*, (2013), quienes analizaron el contenido de proteína cruda de 5 especies forrajeras nativas: huizache (*Acacia farnesiana*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium floridum*) y vinorama (*Acacia brandegeana*); presentaron valores de

14.68 a 22.74% de proteína cruda. Esta diferencia entre los resultados podría atribuirse que las especies analizadas por Toyas-Vargas *et al.*, (2013), son fabáceas.

Para el caso de extracto etéreo, estadísticamente existen diferencias significativas con ($P<0.05$). Entre los sitios y época de colecta, las fechas de colecta presentaron valores de 1.8 a 2.4% de extracto etéreo; ver tabla 2. El porcentaje de materia seca presentó diferencias significativas entre los sitios y la época de colecta, mostrando valores de 71.2 a 87.3%. Es posible mencionar que estos resultados están relacionados con el contenido de proteína; en verano las plantas presentan mayor contenido de materia seca y por ende menor humedad (tabla 2). La presencia de las lluvias presenta cambios importantes en el contenido de proteína y materia seca, provocando la disminución de estas variables y aumentando el % de humedad, como se muestra claramente en este estudio al obtener valores de 12.7 a 28.8% (tabla 2).

Tabla 2. Composición química de cósaquí del sur *Krameria erecta*

Sitios/época	%PC*	%EE*	%MS*	%H*
S1 Verano	13.41±0.040415a	2.2±0.100000bcd	87.3±0.360555a	12.7±0.152753f
S2 Verano	13.220.010000±a	1.9±0.100000de	84.9±0.400000b	15.1±0.264575e
S3 Verano	13.31±0.020817a	2±0.100000cde	85.1±0.152753b	14.9±0.115470e
S4 Verano	13.42±0.015275a	1.8±0.100000e	87.2±0.057735a	12.8±0.058595f
S1 Otoño	10.3±0.251661cd	2.7±0.152753a	72.1±0.611583e	27.9±0.200000b
S2 Otoño	10.5±0.200000c	2.2±0.173205bcd	73.4±0.100000d	26.6±0.100000c
S3 Otoño	10.1±0.100000d	2.4±0.100000ab	71.2±0.173205f	28.8±0.115470a
S4 Otoño	10.5±0.100000c	2.2±0.100000bcd	72.3±0.152753e	27.7±0.529150b
S1 Invierno	7.46±0.055678e	2.3±0.100000bc	73.5±0.100000d	26.5±0.173205c
S2 Invierno	7.68±0.030000e	2.1±0.100000bcde	73.3±0.100000d	26.7±0.100000c
S3 Invierno	7.61±0.010000e	2.3±0.200000bc	73.6±0.100000d	26.4±0.100000c
S4 Invierno	7.67±0.020000e	2.3±0.173205bc	73.4±0.100000d	26.6±0.264575c
S1 Primavera	11.09±0.020000b	2.2±0.100000bcd	76.3±0.173205c	23.7±0.264575d
S2 Primavera	11.03±0.010000b	2±0.100000cde	76.7±0.173205c	23.3±0.100000d
S3 Primavera	11.1±0.100000b	2.1±0.100000bcde	76.6±0.200000c	23.4±0.100000d
S4 Primavera	11.03±0.010000b	2±0.100000dce	76.4±0.100000c	23.6±0.100000d

*a, b, c, d, e, f Literales diferentes, entre renglones indican diferencias significativas ($P<0.05$). %PC= % de proteína cruda; % EE= % de extracto etéreo; %MS= % de materia seca; %H= % de humedad.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos en lo que respecta al porcentaje de materia seca en este estudio, difiere con los de Toyas-Vargas *et al.*, (2013), quienes evaluaron algunas especies de plantas nativas huizache (*Acacia farnesiana*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium floridum*) y vinorama (*Acacia brandegeana*); obteniendo resultados de 92.53 a 96.38%.

Por lo tanto, se puede mencionar que, a menor disponibilidad de agua en los suelos, fue mayor la evapotranspiración edáfica de las plantas y repercutió en las variaciones de humedad en el tejido vegetal analizado Ojeda *et al.*, (2012). La composición química de

la planta puede presentar variaciones, principalmente en función de las condiciones ambientales (Gallego *et al.*, 2014).

El componente arbóreo y arbustivo involucrado en estos sistemas, presentan amplios efectos en el marco nutricional de los herbívoros (Carmona, 2007); debido a sus considerables niveles proteicos, naturaleza multipropósito, amplio margen de adaptación. los árboles y arbustos pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales. Es preciso evaluar la composición química y nutricional de las especies más promisorias en los ecosistemas ganaderos, para así poder establecer las principales ventajas y limitaciones en el uso de cada una para la alimentación animal (García y Medina, 2006; García *et al.*, 2009).

Debido a la composición química y valor nutricional de su follaje, flor y frutos, y de elevada aceptabilidad por animales; a las plantas leñosas se les puede considerar que poseen potencial forrajero (Pizzani *et al.*, 2006; Pinto-Ruiz *et al.*, 2010), y constituye un importante forraje con diferentes valores nutricionales, según sea la parte de consumo y la época en que se encuentre el banco de proteína natural durante el año (Orskov, 2005; Hernández *et al.*, 2008).

Cabe mencionar que el porcentaje de cenizas presente en *Krameria erecta*, mostró diferencias significativas en la época de colecta, pero no entre los sitios; excepto en la época de invierno. En el sitio dos fue diferente al resto, de esa misma época. Los valores de ceniza presentes fueron de 7.41 a 13.33%. En el contenido de cenizas los resultados difieren con los de Toyas-Vargas *et al.*, (2013), siendo los valores de *Krameria erecta* más altos, con respecto a huizache (*Acacia farnesiana*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium floridum*) y vinorama (*Acacia brandegeana*).

En relación al porcentaje de fibra cruda (% FC), se presentaron diferencias significativas en la época de colecta, mostrando promedios de 23.78 a 32.82%; pero no existe diferencia significativa entre los sitios evaluados (tabla 3). Los procesos metabólicos de las plantas no se ven relacionados con el contenido de fibra cruda, al no intervenir en estos mismos. La fibra curda es necesaria para realizar los procesos digestivos, por lo cual el cósaui del sur muestra valores considerables de fibra cruda en las diferentes épocas evaluadas. Por otra parte, al comparar estos resultados con los de Toyas-Vargas *et al.*, (2013), son similares en cuanto al porciento de fibra cruda, con respecto a las plantas de huizache (*Acacia farnesiana*), mezquite (*Prosopis glandulosa*) y vinorama (*Acacia brandegeana*) y el porciento de proteína cruda de *Krameria erecta* difiere con los de palo fierro (*Olneya tesota*) y palo verde (*Cercidium floridum*), presentando valores más altos *krameria erecta*.

El calcio presentó diferencias significativas en los sitios de la época de primavera. Las épocas de verano, otoño e invierno no presentaron diferencias significativas, excepto en el sitio tres de la época de invierno, con respecto al resto de los sitios de esa época. Por lo tanto, este elemento si presenta variación en los análisis en la época de primavera, siendo este un elemento inmóvil en el suelo (tabla 3); pero la variación de éste en las plantas, puede deberse a que el calcio puede variar su presencia en suelos que presenten problemas de erosión; y considerando esto último, es posible atribuirle esta variación a la falta de vegetación en los sitios de estudio.

Con respecto al porcentaje de fósforo presente en *krameria erecta*, se observa que existe diferencia significativa ($P>0.05$), entre las épocas de colecta (verano, otoño, invierno y primavera); mostrándose sin diferencias significativas ($P>0.05$), entre las épocas de colecta de invierno-primavera y sus respectivamente sitios de colecta; al presentarse valores de 0.05 a 0.09% (tabla 3). Estos valores se pueden atribuir que el fósforo es poco móvil en el suelo, pero sí es movable en la planta.

Tabla 3. Composición química de cósaui del sur *Krameria erecta*

Sitios/época	%Ce*	%FC*	%Ca*	%P*
S1 Verano	13.33±0.026458a	24.11±0.200000d	1.21±0.010000de	0.07±0.017321b
S2 Verano	13.21±0.011547a	23.78±0.023094d	1.18±0.005774de	0.06±0.015275b
S3 Verano	13.28±0.023094a	23.98±0.010000d	1.19±0.010000de	0.07±0.010000b
S4 Verano	13.3±0.100000a	23.99±0.010000d	1.18±0.010000de	0.07±0.010000b
S1 Otoño	10.3±0.100000c	29.21±0.852369b	1.32±0.020000d	0.09±0.036056a
S2 Otoño	10.1±0.200000c	29.54±0.210713b	1.31±0.010000de	0.06±0.010000a
S3 Otoño	10.2±0.100000c	29.39±0.036056b	1.33±0.010000de	0.08±0.010000a
S4 Otoño	10.3±0.173205c	29.5±0.100000b	1.31±0.010000de	0.07±0.017321a
S1 Invierno	7.41±0.010000e	32.82±0.010000a	0.06±0.000000de	0.05±0.010000c
S2 Invierno	7.7±0.100000d	32.17±0.017321a	0.06±0.010000de	0.06±0.010000c
S3 Invierno	7.66±0.010000de	32.41±0.010000a	0.05±0.010000e	0.06±0.010000c
S4 Invierno	7.62±0.010000de	32.58±0.026458a	0.06±0.010000de	0.06±0.010000c
S1 Primavera	11.12±0.020000b	26.74±0.017321c	0.87±0.017321c	0.09±0.010000c
S2 Primavera	11.01±0.100000b	26.59±0.010000c	0.99±0.010000a	0.08±0.010000c
S3 Primavera	11.04±0.017321b	26.64±0.026458c	0.89±0.010000c	0.08±0.010000c
S4 Primavera	11.07±0.010000b	26.52±0.026458c	0.93±0.017321b	0.07±0.010000c

a, b, c, d, e Literales diferentes, entre renglones indican diferencias significativas ($P<0.05$). %Ce= % de cenizas; %FC= % de fibra cruda; %Ca= % de calcio; %P= % de fosforo.

A pesar de los cambios drásticos que se presentan en esta región durante las cuatro estaciones (épocas) del año, *Krameria erecta* muestra un buen potencial nutricional, al no tener variaciones tan fuertes en su composición bromatológica en cuanto a fibra cruda, calcio, extracto etéreo, materia seca y fósforo. Por esta razón, es importante conocer el

contenido de los alimentos y el valor nutricional de las especies individuales nativas (Guerrero *et al.*, 2010). El uso de los recursos naturales de forma racional y sostenible, es una opción viable para obtener beneficios en las actividades agropecuarias (Quansah y Makkar, 2012).

Los árboles y arbustos forrajeros son especies adaptadas a las condiciones de suelo y clima de la región, lo que permite garantizar con alta probabilidad su sobrevivencia, persistencia y crecimiento de moderado a relativamente rápido; mejora la dieta del animal y reduce el uso de concentrados en las explotaciones pecuarias, proporcionando condiciones favorables para el incremento de la respuesta productiva de los animales (De Andrade *et al.*, 2008; Rodríguez y Roncallo, 2013; Sosa *et al.*, 2004; García y Medina, 2006; Petit *et al.*, 2009). Por lo tanto, la integración de árboles en los potreros presenta una opción para mejorar la productividad y sustentabilidad de la ganadería (Ortega, 2013).

Es importante señalar que para discutir los resultados obtenidos, se cuenta con poca información sobre el contenido nutricional de otras especies de la familia de las *Krameraceae*. Se deben hacer más investigaciones para continuar evaluando el contenido nutricional de otras especies aún no estudiadas, que son de gran importancia para los animales; ya que cubren una gran parte de sus necesidades nutricionales. Lo anterior es indispensable para el establecimiento de estrategias de manejo sostenible de sistemas silvopastoriles; sin embargo, la actividad ganadera es realizada bajo sistemas productivos poco amigables con el ambiente. La producción debe de ser sustentable en términos biológicos y económicos para la producción agropecuaria (Korbut *et al.*, 2009; Oliva *et al.*, 2015; Oliva *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

La composición química del cósahui del sur (*Krameria erecta*) mostró un mayor contenido de nutrientes en verano, excepto en extracto etéreo. El contenido del porcentaje de proteína cruda presenta casi el doble en verano que en invierno. El análisis estadístico entre estación del año (época) de muestreo, indica que existen diferencias significativas. En la época de otoño *krameria erecta* proporciona mayor porcentaje de grasa y carbohidratos, como energizantes para los herbívoros.

AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento al C. Agustín Hurtado Aguayo y al Ing. Tomás López Coronel, por las atenciones brindadas, para la realización de este trabajo en el rancho las Cruces, en Hermosillo Sonora, México.

LITERATURA CITADA

- AOAC.1995. (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of analysis. 17th ed., William Horwitz editor, Washington D.C., USA.
- APRÁEZ GE, Gálvez CAL, Navia EJF. 2017. Evaluación nutricional de arbóreas y arbustivas de bosque muy seco tropical (bms- T) en producción bovina. *Rev. Cienc. Agr.* [online]. 34(1):98-107. ISSN 0120-0135. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173401.66>.
- CARMONA Agudelo JC. 2007. Effect of use of tree and shrub forage on digestive dynamics in bovines. *Revista Lasallista de Investigación.* 4(1):40-50. https://www.researchgate.net/publication/262459449_Effect_of_use_of_tree_and_shrub_forage_on_digestive_dynamics_in_bovines. ISSN:1794-4449
- CARINI M, G. Aldini M, Orioli, Facino RM. 2002. Antioxidant and photoprotective activity of a lipophilic extract containing neolignans from *Krameria triandra* roots. *Planta Med.* 68(3):193-7. <https://doi.org/10.1055/s-2002-23167>
- SOARES de Andrade CM, Ferreira Valentim J, da Costa Carneiro J, Alexandre Vaz F. 2004. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira.* 39(3): 263-270. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000300009>
- QUANSAH ES, Makkar HPS. 2012. Use of lesser-known plants and plant parts as animal feed resources in tropical regions. By Animal Production and Health Working Paper. No. 8. FAO. Rome. <https://www.feedipedia.org/content/fao-2012-emmanuel-s-quansah-harinder-ps-makkar-animal-production-and-health-working-paper-no>
- FRANCIS John K, Lowe Carol A. 2000. *Guazuma ulmifolia* Lam. Guácima. Bioecología de Árboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. New Orleans. LA: U.S. 255p. https://data.fs.usda.gov/research/pubs/iitf/Bioecologia_gtr15.pdf
- GALLEGO-CASTRO LA, Mahecha-Ledesma L, Angulo-Arizala J. 2014. Potencial Forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la Producción de Vacas Lechera. *Agron. Mesoam.* 25(2):393-403. ISSN:2215-3608.
- GARCÍA Danny E, Medina MG. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Rev. Zootecnia Trop.* 24(3):233-250. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000300004&lng=es&nrm=iso. ISSN 0798-7269.
- GARCÍA DE, Medina M. G, Moratinos P, Cova LJ, Torres A, Santos O, Perdomo D. 2009. Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. *Avances en Investigación Agropecuaria.* 13(2): 25-39. ISSN:0188789-0.
- GUERRERO M, Juárez AS, Ramírez RG, Montoya R, Murillo M, Lao O, Cerrillo MA. 2010. Composición química y degradabilidad de la proteína de forrajes nativos de la región

semiárida del norte de México. *Rev. Cub. Cien. Agrí.* 44(2): 147-154. ISSN:0034-7485. <https://www.redalyc.org/html/1930/193015662009/>

HERNÁNDEZ JE, Franco GFJ, Villarreal EBO, Aguilar L, Sorcia MG. 2008. Identificación y preferencia de especies arbóreo-arbustivas y sus partes consumidas por el ganado caprino en la Mixteca Poblana, Tehuaxtla y Maninalcingo, México. *Zootecnia Tropical*. 26(3): 379-382. ISSN:0798-7269 http://www.avpa.ula.ve/congresos/v_congreso_agroforesteria/pdf/revistazootenia/Hernandez1.pdf

INSUASTY E, Apráez E, Gálvez A. 2013. Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de bosque muy seco tropical. *Rev. Ciencia Animal*. 6:109:124. ISSN:2011-513X. https://www.academia.edu/28584817/Caracterizaci%C3%B3n_bot%C3%A1nica_nutricional_y_fenol%C3%B3gica_de_especies_arb%C3%B3reas_y_arbustivas_de_bosque_muy_seco_tropical_Botanical_Nutritional_and_Phenological_Characterization_of_Tree_and_Shrub_Species_from_a_Very_Dry_Tropical_Forest

JIMÉNEZ-ESTRADA M, Velázquez-Contreras C, Garibay-Escobar A, Sierras-Canchola D, Lapizco-Vázquez R, Ortiz-Sandoval C, Burgos-Hernández A, Robles-Zepeda RE. 2013. In vitro antioxidant and antiproliferative activities of plants of the ethnopharmacopeia from northwest of Mexico. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 13: 329. DOI: 10.1186/1472-6882-13-12

JMP. 2002. The Statistical Discovery Software. SAS institute Inc.Ver. 5.0.1

KORBUT N, Ojeda A, Muñoz D. 2009. Evaluación del perfil bromatológico y de algunos parámetros físicos del follaje de plantas leñosas consumidas por vacunos en silvopastoreo en un bosque seco tropical semideciduo. *Zootecnia Trop*. 27(1):65-72. ISSN:0798-7269. <http://www.bioline.org.br/request?zt09008>

MARSHAL Jason P, Krausman Paul R, Bleich CV. 2005. Vernon C Rainfall, temperature, and forage dynamics affect nutritional quality of desert mule deer forage. *Rangeland Ecology and Management*. 58, (4):360–365. [https://doi.org/10.2111/1551-5028\(2005\)058\[0360:RTAFDA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2111/1551-5028(2005)058[0360:RTAFDA]2.0.CO;2)

Mc CAUGHEY-ESPINOZA DM, Ayala Astorga GI, Velázquez-Caudillo J, Anaya-Islas J, Canseco-Vilchis E. 2017. Creación de un jardín botánico y de árbol madre de arbustivas forrajeras nativas del estado de Sonora. *Idesia (Arica)*, 35(4):35-45. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017000400035>

MORÁN-PALACIO EF, Zamora-Álvarez LA, Stephens-Camacho NA, Yáñez-Farías GA, Virgen-Ortiz A, Martínez-Cruz O, Rosas-Rodríguez JA. 2014. Antioxidant capacity, radical scavenging kinetics and phenolic profile of methanol extracts of wild plants of Southern Sonora, Mexico. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 13: 1487-1493. <http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v13i9.15>

MUÑOZ E, Pupiales S, Navia J. 2011. Evaluación del estado actual del nitrógeno en el arreglo silvopastoril (*Alnus jorullensis* H b &K) kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst

ex *Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov.). *Revista de Ciencias Agrícolas*. 28(1):161–175 ISSN: 256-2273 <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/39>

OJEDA A, Obispo N, Canelones C, Muñoz D. 2012. Selección de especies leñosas por vacunos en silvo-pastoreo de un bosque semicaducifolio en Venezuela. *Archivos de Zootecnia*. 61(235):355 - 365. <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000300004>

OLIVA M, Rojas D, Morales A, Oliva C, Oliva M. 2015. Contenido nutricional, digestibilidad y rendimiento de biomasa de pastos nativos que predominan en las cuencas ganaderas de Molino-pampa, Pomacochas y Leymebamba, Amazonas, Perú. *Scientia Agropecuaria*. 6(3): 211-215. ISSN 1885-4494.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.07>

OLIVA M, Valqui L, Meléndrez J, Milla M, Leiva S, Collazos R, Maicelo J. 2018. Influencia de especies arbóreas nativas en el sistema silvopastoriles sobre el rendimiento y valor nutricional de *Lilium multiplorum* y *Trifolium repens*. *Rev. Scientia Agropecuaria*. 9(4):579-583. DOI:10.17268/sci.agropec.2018.04.14

ORTEGA Jorge Aguirre. 2013. Características nutricionales de algunas leñosas forrajeras. *Abanico Veterinario*. 3(3):42-51. ISSN 2007-4204 <https://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2013/av133f.pdf>

ORSKOV ER. 2005. Silvopastoral systems: technical, enviromental and socio-economic challenges. *Rev. Est. Experiment. Pas. Forr.* 28 (1): 5-9. ISSN: 0864-0394. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121628001>

PETIT Aldana J, Casanova Lugoy F, Solorio Sánchez FJ. 2009. Fodder tree species in association to improve productivity and nutrients cycling. *Rev. Scielo Agricultura Técnica en México*. 35(1). ISSN 0568-2517.
https://www.researchgate.net/publication/317479128_Fodder_tree_species_in_association_to_improve_productivity_and_nutrients_cycling

PINTO-RUIZ R, Hernández D, Gómez H, Cobos MA, Quiroga R, Pezo D. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. *Uni-ciencia*. 26(1):19-31. ISSN 0188789-0 Recuperado en 09 de mayo de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792010000100002&lng=es&tlng=es.

PIZZANI Pablo, Matute Irana, Martino Giovanna, Arias Adelis, Godoy Susmira, Pereira Luis, Palma José, Rengifo Mercedes. 2006. Composición Fitoquímica y Nutricional de Algunos Frutos de Árboles de Interés Forrajero de Los Llanos Centrales de Venezuela. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 47(2), 105-113. Recuperado en 10 de julio de 2019, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762006000200005&lng=es&tlng=es

PORTILLO B, Razz-García RC, Marin M, Araujo-Febres O. 2009. Dinámica de crecimiento en plantas de añil dulce (*Indigofera hirsuta* L.). *Archivos latinoamericanos de Produccion Animal*. 17(3-4): 91-96. ISSN 1022-1301 <http://www.bioline.org.br/pdf?la09013>

RODRÍGUEZ FG, Roncallo FB. 2013. Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Crescentia cujete*. *Rev. Alimentación y nutrición animal*. 14(1):77-89. ISSN 0122-8706 http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-87062013000100009&script=sci_abstract&lng=es

RUIZ TE, Castillo E, Alonso J, Febles G. 2006. Factores del manejo para estabilizar la producción de biomasa con leguminosas en el trópico. *Avances en investigaciones agropecuarias*. 10(1):3-20. ISSN: 0188-7890 <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2006/enero/1.pdf>

SANON HO, Kabore-Zoungrana C, Ledin I. 2008. Nutritive value and voluntary feed intake by goats of three browse fodder species in the Sahelian zone of West Africa. *Animal Feed Science and Technology*. 144:1–2 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.10.004>

SOSA Rubio EE, Pérez Rodríguez D, Ortega Reyes L, Zapata Buenfil G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México*. 42(2):129-144 ISSN: 0040-1889 <https://www.redalyc.org/html/613/61342201/>

TORRES-GONZÁLEZ L, Muñoz-Espinosa LE, Rivas-Estilla AM, Trujillo-Murillo K, Salazar-Aranda R, Waksman de Torres N, Cordero-Pérez P. 2011. Protective effect of four Mexican plants against CCl₄-induced damage on the Huh7 human hepatoma cell line. *Annals of Hepatology*. 10: 73-79. [https://doi.org/10.1016/S1665-2681\(19\)31590-X](https://doi.org/10.1016/S1665-2681(19)31590-X)

TOYES-VARGAS EA, Murillo-Amador B, Espinoza-Villavicencio JL, Carreón-Palau L, Palacios-Espinosa A. 2013. Composición química y precursores de ácidos vaccénico y uménico en especies forrajeras en Baja California Sur, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 4(3), 373-386. Recuperado en 27 de junio de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242013000300008&lng=es&lng=es.