

Valor nutricional de nuevas especies arbóreas nativas con potencial forrajero en el estado de Michoacán, México

Nutritional value of new native tree species with forage potential in the state of Michoacán, Mexico

DOI: 10.34188/bjaerv6n3-012

Recebimento dos originais: 05/05/2023

Aceitação para publicação: 30/06/2023

Nallely López Hernández

Maestría en Producción Animal en área terminal Pecuaria por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales

Institución: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Unidad Posta. / Laboratorio de Nutrición y Análisis de Alimentos

Dirección: Carretera Morelia-Zinapécuaro, Km. 9.5, Municipio Tarímbaro, Michoacán. Edificio C. C.P. 58880

Correo electrónico: nallely.lopez@umich.mx

Ernestina Gutiérrez Vázquez

Doctorado en Biotecnología microbiana por la Universidad de Colima/Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales

Institución: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales/Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Unidad Posta

Dirección: Carretera Morelia-Zinapécuaro, Km. 9.5, Municipio Tarímbaro, Michoacán. Edificio de Posgrado. C.P. 58880

Correo electrónico: ernestina.gutierrez@umich.mx

Aureliano Juárez Caratachea

Doctorado en Biotecnología microbiana por la Universidad de Colima /Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales

Institución: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales/Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Unidad Posta

Dirección: Carretera: Morelia-Zinapécuaro, Km. 9.5, Municipio Tarímbaro, Michoacán. Edificio de Posgrado. C.P. 58880

Correo electrónico: aureliano.juarez@umich.mx

Guillermo Salas Razo

Doctorado en Ciencias Biológicas por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales

Institución: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/ Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales/Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Unidad Posta

Dirección: Carretera Morelia-Zinapécuaro, Km. 9.5, Municipio Tarímbaro, Michoacán. Edificio de Posgrado. C.P. 58880

Correo electrónico: Guillermo.salas@umich.mx

Armin Ayala Burgos

PhD. en Ciencias Biológicas por la Universidad /

Institución: Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)/Dep. Nutrición Animal/Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Dirección: Carretera Mérida-Xmatkuil Km. 15.5

Correo electrónico: aayala@uady.com

Antonio García Valladares

Doctorado en Ciencias Biológicas por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales
Institución: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/ División de Estudios de Posgrado
Dirección: Carretera Morelia-Zinapécuaro, Km. 9.5, Municipio Tarímbaro, Michoacán
Correo electrónico: agvantonio@yahoo.com

RESUMEN

En la selva baja caducifolia durante la época de secas, la disponibilidad de los pastos se ve reducida en calidad y cantidad. En los pastos nativos e introducidos el contenido y disponibilidad de proteína cruda y minerales como Ca y P se reduce. Por sus características nutricionales, el follaje verde de las especies arbóreas puede ser una fuente importante de alimento para el ganado. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición química del follaje verde de las nuevas especies arbóreas nativas con potencial forrajero en la Región de Tierra Caliente. Se aplicaron encuestas a 15 ganaderos, en cada uno de los municipios que constituyeron el área de estudio: Carácuaro, Huetamo y San Lucas, del estado de Michoacán. Los productores encuestados refirieron la existencia de 73 árboles que no habían sido referidos previamente. A 67 de ellos se les determinó, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, materia orgánica, cenizas, calcio y fósforo. De las especies evaluadas en el presente estudio, 98.53% de las especies presentaron niveles mayores a 8% de proteína cruda; 61.19% presentaron concentraciones entre 49.54% a 59.58% de FDN, por lo que se esperaría presenten niveles aceptables de digestibilidad. La mayoría de las especies (74.63%) presentaron en promedio 0.21% de fósforo, lo cual contrasta con el rastrojo de maíz que aporta sólo el 0.10% de este mineral. La diversidad y el contenido químico de las especies evaluadas, aporta un juicio nutricional preliminar para su uso en la alimentación como una fuente de forraje de calidad y complementación en la dieta de los rumiantes durante la época de estiaje permitiendo prácticas productivas sustentables para el desarrollo de la ganadería.

Palabras clave: valor nutricional, nuevas especies arbóreas forrajeras, FDN, FDA

ABSTRACT

In the low deciduous forest during the dry season, the availability of pastures is reduced in quality and quantity. In native and introduced grasses the content and availability of crude protein and minerals such as Ca and P is reduced. Due to its nutritional characteristics, the green foliage of tree species can be an important source of food for livestock.

The objective of this work was to determine the chemical composition of the green foliage of the new native tree species with forage potential in the Tierra Caliente Region. Surveys were applied to 15 ranchers, in each of the municipalities that constituted the study area: Carácuaro, Huetamo and San Lucas, in the state of Michoacán. The surveyed producers reported the existence of 73 trees that had not been previously reported. Crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, organic matter, ash, calcium and phosphorus were determined for 67 of them. Of the species evaluated in this study, 98.53% of the species presented levels greater than 8% of crude protein; 61.19% presented concentrations between 49.54% to 59.58% of NDF, so it would be expected that they present acceptable levels of digestibility. Most of the species (74.63%) presented an average of 0.21% of phosphorus, which contrasts with the corn stubble that contributes only 0.10% of this mineral. The diversity and chemical content of the evaluated species provides a preliminary nutritional judgment for their use in food as a source of quality forage and complementation in the diet of ruminants during the dry season, allowing sustainable productive practices for the development of livestock.

Keywords: nutritional value, new forage tree species, NDF, FDA

1 INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es una de las principales fuentes de alimento básico para la seguridad alimentaria de la población. Los sistemas de producción pecuaria, son considerados como la estrategia social, económica y cultural más apropiada para mantener el bienestar de las comunidades. Los principales problemas que enfrentan estos sistemas son la creciente degradación de las pasturas y su consecuente pérdida de productividad, la deforestación, dependencia a insumos externos, tecnología y material genético, deficiencias de organización y comercialización, además de alta incidencia de enfermedades (FAO, 2014). En el trópico seco de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, el sistema de mayor difusión es el subsistema vaca-becerro, el cual se caracteriza por el pastoreo extensivo donde se aprovechan principalmente los recursos naturales o inducidos, así como esquilmos agrícolas. Sin embargo, durante la época de secas, la disponibilidad de los pastos se ve reducida en calidad y cantidad. Por otro lado, el consumo de nutrientes es uno de los principales factores que restringe la producción animal en el trópico y solo se puede controlar si el valor nutricional de los forrajes no constituye un factor limitante (Olafadehan y Okunade, 2018). En los pastos nativos e introducidos el contenido y disponibilidad de minerales como Ca y P se reduce; esto cobra importancia puesto que, el fósforo es el complemento más costoso utilizado en la nutrición animal y es un mineral no renovable. Aunado a esto, los productores tienen que complementar la alimentación de sus animales con esquilmos agrícolas importados de otras regiones, lo cual, representa un costo adicional para ellos. Una opción para enfrentar los problemas mencionados, es el impulso de los sistemas agroforestales, que implican la presencia de árboles y/o arbustos forrajeros multipropósito.

Además, el follaje verde de las especies arbóreas es una fuente importante de alimento para el ganado por presentar buenas características nutricionales. Gutiérrez *et al.*, (2018), estudiaron la composición química de 132 especies arbóreas que presentan concentraciones superiores a 8 % de proteína, y lo cual supera los valores de los esquilmos agrícolas como el rastrojo de maíz que tiene 5.9% de proteína cruda (PC); también contrasta con los bajos aportes de energía y proteína, que ofrecen los pastos y esquilmos agrícolas de la Región, insuficientes para cubrir las necesidades de los animales. Lo anterior demuestra que las especies arbóreas y arbustivas presentes en la selva baja caducifolia representan potencial como fuente de alimento y complementación proteica para la ganadería. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición química del follaje verde de las nuevas especies arbóreas nativas con potencial forrajero en la Región de Tierra Caliente.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Los municipios que constituyeron el área de estudio fueron: Carácuaro, Huetamo y San Lucas, pertenecientes al Distrito de Desarrollo Rural 093, que se encuentra en la Región denominada Tierra Caliente en la parte sur oriental de Michoacán. La superficie total de la región comprende 651,529 ha. El clima predominante, pertenece al grupo de climas cálidos húmedos, con una precipitación media anual de 800 a 1,000 mm³. Para identificar y registrar el conocimiento local de las especies de uso forrajero, se aplicaron 45 encuestas al mismo número de ganaderos (15 por municipio); estos tenían amplia experiencia en la actividad ganadera y mantenían a sus animales bajo condiciones de pastoreo extensivo. La encuesta cuenta con el listado existente de EAF que a la fecha se tienen inventariadas en el estado de Michoacán. Para determinar la composición química se tomaron muestras de follaje verde de tres individuos de cada especie, procurando que guardaran similitud en cuanto al tamaño, frondosidad y etapa fenológica. Los muestreos se realizaron en localidades cercanas entre sí y durante el periodo de lluvias (agosto a noviembre). La ubicación de los árboles fue georeferenciada con GPS GARMIN Etrex 12 CHANNEL. Las muestras se conservaron en bolsas de papel durante el muestreo en campo y posteriormente, se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C, durante 24 horas. Una vez secas, se molieron en un molino Fritsch Pulverisette 5 de jarras de jarras con balines a 300 rpm, durante 2 minutos. A las muestras se les determinó cenizas, calcio, fósforo y se estimó el contenido de materia orgánica (MO) mediante el método descrito por la AOAC (2005). Se determinó el porcentaje de proteína cruda (PC) por el Método de Dumas Equipo LECO Modelo FP-528; se evaluaron las fracciones de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) utilizando el analizador de fibras Manual Operador ANKOM 200/220. Para el procesamiento de los datos, se utilizó estadística descriptiva (porcentajes y frecuencias).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los productores encuestados refirieron la existencia de 73 árboles con potencial forrajero. A 67 de ellos se les determinó la composición química. Los resultados se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de follaje verde (en base seca) de 67 nuevas especies arbóreas forrajeras de los municipios de Carácuaro, Huetamo y San Lucas, Michoacán. México

Especie	Familia	Nombre común	PC	Ce	MO	Ca	P	FDN	FDA
<i>Anona muricata</i>	Anonaceae	Anono	16.77	9.77	90.23	0.63	0.17	66.66	35.19
<i>Pithecellobium arboreum</i>	Mimosaceae	Arumbilla	22.99	10.56	89.44	0.93	0.21	60.23	33.36
<i>Myroxylon balsamun</i>	Leguminosae	Bálsamo	19.59	12.02	87.98	1.19	0.17	66.21	32.60
<i>Hippocratea excelsa</i>	Hyppocrateaceae	Barajilla	13.42	16.46	83.54	1.40	0.27	65.40	37.01
<i>Casearia dolichophylla</i>	Flacourtiaceae	Bola de pájaro	13.88	12.58	87.42	0.78	0.20	62.00	42.68
<i>Muntingia calabura</i>	Elaeocarpaceae	Cacámicua	15.07	11.44	88.56	0.65	0.25	70.11	45.93
<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae	Candelero	9.88	13.88	86.12	1.13	0.32	57.13	37.88
<i>Ayenia sp</i>	Esterculiaceae	Capulín	11.85	12.53	87.47	0.91	0.19	65.00	41.14
<i>Trichilia americana</i>	Bombacaceae	Cascabelillo	12.74	10.29	89.72	0.84	1.10	39.90	22.97
<i>Frogueria formosa</i>	Fougueriaceae	Cascarilla	11.21	4.74	95.26	0.34	0.15	41.98	20.43
<i>Ipomoea murucoides</i>	Convolvulaceae	Cazahuate	17.86	9.53	90.47	0.73	0.25	51.30	34.91
<i>Ficus incipida</i>	Moraceae	Ceiba caballona	10.36	15.65	84.35	1.14	0.15	52.00	43.83
<i>Thovinidium decandrum</i>	Sapindaceae	Charapo	16.35	12.07	87.93	1.23	0.32	63.09	45.80
<i>Karwinskia latifolia</i>	Ramnaceae	Chirimilla	14.33	10.57	89.43	1.31	0.17	65.49	48.57
<i>Serjania sp</i>	Sapindaceae	Colmillo de Cucho	12.52	14.03	85.97	1.57	0.15	58.24	47.66
<i>Bursera vellutina</i>	Burseraceae	Copal negro	9.12	11.94	88.06	1.00	0.18	66.12	54.01
<i>Lonchocarpus hintonii</i>	Leguminosae	Cuerillo	15.50	10.36	89.64	1.18	0.16	53.47	45.60
<i>Acacia cochliacantha</i>	Leguminosae	Espino	15.59	5.65	94.35	0.58	0.19	63.41	54.71
<i>Neopringlea sp.</i>	Sapindaceae	Granjeno	21.97	16.44	83.57	2.30	0.18	59.45	21.57
<i>Heliocarpus pallidus</i>	Tiliaceae	Guácima blanca	13.62	7.93	92.07	1.07	0.19	62.73	40.40
<i>Heliocarpus occidentalis</i>	Tiliaceae	Guácima colorada	11.18	12.23	87.77	1.63	0.27	60.45	37.37
<i>Combretum igneiflorum</i>	Combretaceae	Guan viejo	12.71	12.50	87.51	1.90	0.16	53.48	32.31
<i>Annona diversifolia</i>	Anonaceae	Hilamo	16.17	10.80	89.20	1.30	0.18	62.72	26.57
<i>Leucaena macrophylla</i>	Leguminosae	Huajillo colorado	22.65	9.28	90.72	1.03	0.20	62.17	34.98
<i>Perymenium sp.</i>	Compositae	Jacal venado	11.38	11.57	88.43	1.24	0.10	53.53	52.39
<i>Cephalanthus salicifolius</i>	Rubiaceae	Jazmín	12.46	4.36	95.64	0.53	0.28	49.81	35.23
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	Anacardiaceae	Jiote	7.29	6.69	93.31	0.91	0.17	57.50	54.15
<i>Xylosma velutinum</i>	Flacourtiaceae	Junco	11.58	7.46	92.54	0.86	0.15	56.71	41.28
<i>Zantoxylon affine</i>	Rutaceae	Limonsillo	18.74	10.37	89.63	1.33	0.19	51.35	42.51
<i>Citrus aurantifolia</i>	Rutaceae	Limón agrio	13.71	14.48	85.52	2.18	0.20	46.63	33.86
<i>Piper sp</i>	Leguminosae	Moco tundo	14.58	10.37	89.63	1.18	0.18	65.40	43.06
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	Nanche amarillo	11.49	7.08	92.92	0.82	0.12	50.66	57.46
<i>Piper sp</i>	Piperaceae	Nanchal	20.42	16.69	83.31	1.30	0.19	52.67	39.10
<i>Lippia sp</i>	Verbenaceae	Oreganillo	14.83	11.78	88.22	0.86	0.26	46.14	31.46

<i>Otatea acuminata</i>	Gramineae	Otate	13.09	16.47	83.53	0.31	0.10	69.70	41.50
<i>Lonchocarpus emarginata</i>	Leguminosae	Palo de aro	15.86	12.74	87.26	1.03	0.17	53.37	42.95
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	Anacardiaceae	Palo colorado	10.97	9.87	90.14	0.86	0.15	59.73	57.27
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Fabaceae	Palo dulce	19.28	9.61	90.39	0.62	0.14	62.74	43.81
<i>Pisonia aculeata</i>	Nyctaginaceae	Palo prieto	13.93	7.65	92.35	0.72	0.11	53.79	44.23
<i>Buihinia sp</i>	Leguminosae	Pata de venado blanca	20.27	9.34	90.66	1.07	0.16	53.03	27.82
<i>Burserafagaroides var. Fagaroides</i>	Burseraceae	Papelillo	12.12	13.94	86.06	0.88	0.14	34.98	29.03
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Bombacaceae	Pochota	19.06	11.46	88.54	1.28	0.22	65.57	33.81
<i>Andira inerves</i>	Leguminosae	Quiringucua	26.64	4.89	95.11	0.44	0.28	65.84	47.80
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	Leguminosae	Sangre de toro	23.39	9.96	90.04	1.11	0.52	58.86	35.54
<i>Oreopanax xalapensis</i>	Araliaceae	Satánicua	17.11	10.24	89.77	0.72	0.19	56.46	41.36
<i>Rhamnaceae colubrina</i>	Ramnaceae	Suelda con suelda	22.98	16.49	83.51	1.93	0.20	38.98	23.98
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Leguminosae	Surundanicuo	20.67	7.95	92.05	0.78	0.30	54.76	48.16
<i>Tamarindus indica</i>	Leguminosae	Tamarindo	13.20	8.75	91.26	1.32	0.15	47.53	32.47
<i>Psidium guineensis</i>	Apocynaceae	Tarimoro	10.31	15.44	84.56	1.78	0.10	53.92	59.97
<i>Acacia pennatula</i>	Leguminosae	Tepamo	13.32	9.03	90.98	1.44	0.13	49.13	52.49
<i>Pithecellobium mangense</i>	Leguminosae	Timbinillo	21.97	9.29	90.71	1.43	0.17	44.04	25.70
<i>Erithroxylon mexicanum</i>	Erythroxylaceae	Trompillo	19.99	7.26	92.74	0.69	0.23	52.05	35.94
<i>Montanoa sp.</i>	Compositae	Vara blanca	21.18	18.26	81.75	0.92	0.30	43.53	31.00
<i>Bursera grandifolia</i>	Buseraceae	Wende verde	10.77	10.42	89.58	1.08	0.19	58.23	51.24
N/C	N/C	Aparicua	21.08	16.32	83.68	1.78	0.19	49.61	29.77
N/C	Leguminosae	Araricua	19.80	13.84	86.17	1.26	0.38	59.45	34.90
N/C	N/C	Bejuco	18.64	15.43	84.57	0.99	0.33	51.63	34.51
N/C	N/C	Cahuinga	29.01	9.97	90.03	0.52	0.29	39.84	25.60
N/C	N/C	Campirinche	9.07	9.29	90.71	1.61	0.09	61.42	47.65
N/C	N/C	Candelillo	14.17	7.27	92.73	1.79	0.14	47.20	46.40
N/C	N/C	Chacapo	17.90	10.44	89.56	0.87	0.14	39.46	27.42
N/C	N/C	Chaya	29.79	14.15	85.85	1.23	0.29	44.16	38.39
N/C	N/C	Copal de santo	10.67	13.54	86.46	1.57	0.22	53.53	52.01
N/C	N/C	Margarita	15.64	13.20	86.80	0.88	0.13	63.10	40.26
N/C	Piperaceae	Montón de indio	21.14	8.63	91.37	1.01	0.22	52.16	43.91
N/C	N/C	Tabachincillo	20.16	14.12	85.88	0.87	0.13	51.23	36.50
N/C	N/C	Zorrillillo	15.21	18.37	81.63	0.74	0.10	45.70	27.81
Promedio (x̄)			16.15	11.31	88.69	1.09	0.21	55.13	39.39
Desv. estándar			4.90	3.32	3.32	0.42	0.13	8.38	9.45

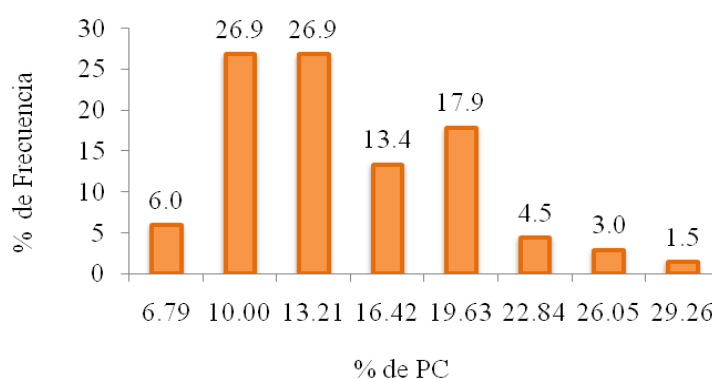
N/C= Especies no clasificadas PC=Proteína cruda, Ce= Cenizas, MO=Materia Orgánica, Ca=Calcio, P= Fósforo, FDN= Fibra Detergente Neutra, FDA= Fibra Detergente Ácida

La concentración de proteína cruda (PC) fue variable, como se muestra en la Figura 1, con rangos de 6.79% de PC en el 6% de las especies analizadas, hasta 29.26% para el 1.5% de las especies arbóreas. El 98.53% de las especies evaluadas en el presente estudio presentaron concentraciones >8% de PC, principal característica para considerar un árbol como forrajero. El

20.89% de las especies evaluadas pertenecen a la familia de las leguminosas; las leguminosas aportan más proteína que las gramíneas (Carvalho *et al.*, 2017). En investigaciones anteriores (González *et al.*, 2007) refiere que 97.01% de las 67 especies estudiadas presentan tal atributo. Pinto (2010), en un estudio sobre árboles forrajeros en tres regiones ganaderas de Chiapas, reporta una concentración promedio de PC de 19% en el follaje verde de las especies evaluadas. Gutiérrez *et al.*, 2018, mencionan que el promedio del porcentaje de proteína cruda (PC) del follaje verde de las EAF estudiadas (132/236) es de 15.8 %, (todos los valores expresados en base seca), con un rango del 7:0 al 29.0 % de PC, estos valores pertenecen al churi (*Diphysa minutifolia*) y cahuinga, callingua (*Cercidium praecox*) respectivamente.

El 27.3 % (36/132) de las EAF contienen más del 20 % de PC. Por el nivel de PC de este grupo, estos árboles pudieran clasificarse dentro del grupo de los alimentos proteínicos (Church *et al.*, 2002), superando ampliamente el contenido de este nutriente en comparación con los pastos de la región.

Figura 1. Promedio de proteína cruda de las 67 nuevas especies arbóreas.



De las especies evaluadas en el presente estudio, el 61.19% (41/67) presentaron concentraciones entre 49.54% a 59.58% de FDN (Fig. 2), por lo que se esperaría presenten niveles aceptables de digestibilidad. El 64.18% (43/67) de las especies se encuentran entre 31.23 a 42.53% de FDA, como se muestra en la Figura 3. Gutiérrez *et al.*, 2018, reportan que el contenido promedio de FDN en el follaje verde de las 132 EAF estudiadas fue de 46.1 %. El menor porcentaje lo contiene el cueramo (*Cordia elaeagnoides*) y el mayor el cacámica (*Muntingia calabura*) con 16.4 y 70.1 % respectivamente. En general, la digestibilidad del material vegetativo en el rumen está relacionado con la proporción de paredes celulares y se considera que especies arbóreas con contenidos de 20 a 35 % de FDN, tienen altos niveles de digestibilidad (Sosa *et al.*, 2004).

Al respecto, Norton (1994) indica que cuando los niveles de FDN en especies arbóreas oscilan alrededor de 40% deben ser considerados como adecuados por su potencial de digestibilidad.

En cuanto al análisis de la fracción fibrosa, altos niveles de FDN y FDA determinan un bajo consumo y baja digestibilidad de los alimentos (Macedo Junior *et al.*, 2007). Olival *et al.*, 2021, reportan que en hojas de *Maclura tinctoria* y frutos de *Samanea. tubulosa* muestran valores reducidos para estos parámetros, reforzando su potencial para la alimentación del ganado.

Figura 2. Promedio de fibra detergente neutra de las 67 nuevas especies arbóreas.

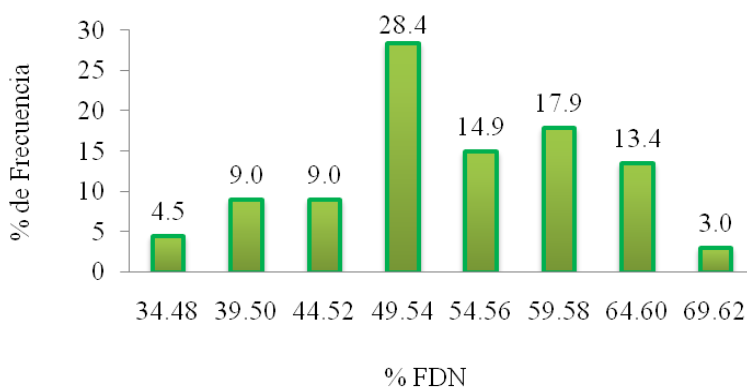
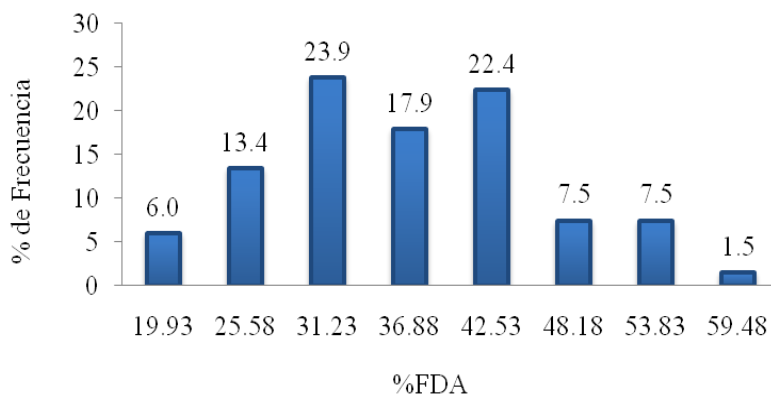


Figura 3. Promedio de fibra detergente neutra de las 67 nuevas especies arbóreas.

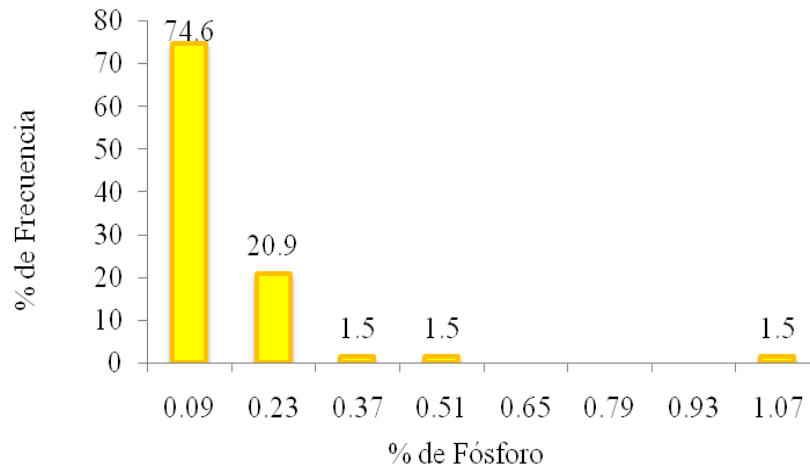


El 74.63% (50/67) de las especies presentaron en promedio $0.21\% \pm 0.13$ de P. Los resultados obtenidos muestran, que la mayoría de estas especies arbóreas como, por ejemplo: *Byrsonima crassifolia* (0.12%), *Tamarindus indica* (0.15%), *Buihinia sp.* (0.16%), *Anona muricata* (0.17%), *Plumeria rubra* (0.32%), *Pterocarpus acapulcensis* (0.52%) y *Trichilia americana* (1.10%), contienen más cantidad de este mineral en comparación con el rastrojo de maíz que aporta sólo el 0.10% (Fig. 4).

El contenido de fósforo en las EAFM, cobra importancia, por ser el mineral de mayor costo en el mercado (Bauer *et al.*, 2009) y no es renovable. Gutiérrez *et al.*, 2018, reportan que el 28.8 %

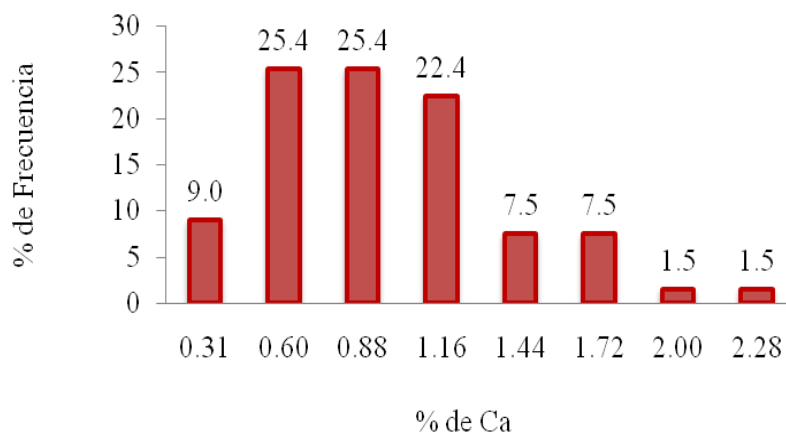
(38/132) del follaje verde de los árboles forrajeros estudiados contiene más del 0.5 % de P, valores superiores a los que requiere el ganado de las diferentes etapas productivas del sistema vaca becerro (NRC, 2001).

Figura 4. Promedio de fósforo de las 67 nuevas especies arbóreas.



El 73.13 % (49/67) de las especies arbóreas forrajeras mostraron una concentración del 0.60 a 1.16 % de Ca, como se muestra en la Figura 5; este rango es superior al porcentaje requerido (NRC, 2001). Gutiérrez *et al.*, 2018, mencionan que, el contenido promedio de Ca en el follaje verde de las EAF es de 1.27 %. El rango del % de Ca es del 0.34 % para el cascarilla (*Fouquieria formosa*) al 3.1 % para el bonete (*Jaratia mexicana*). En minerales, las mayores proporciones de calcio fueron de 0,77% para *Guacima ulmifolia* (Báez, 2018).

Figura 5. Promedio de calcio de las 67 nuevas especies arbóreas



La composición química y la morfología de los forrajes determinan la palatabilidad y el valor nutricional para el ganado, por lo cual influyen en la cantidad de alimento que se consume, la eficiencia de la rumia, la tasa de ganancia de peso, el volumen y la calidad de la leche que se produce, y en el éxito reproductivo (Herrero *et al.*, 2015).

Los bosques tropicales secos tienen una alta diversidad de especies arbóreas locales con potencial forrajero; estos árboles pueden ser un recurso estratégico en el diseño de más sistemas ganaderos sostenibles (Sánchez *et al.*, 2021); además, Vigoa *et al.*, 2019, demuestran el potencial de estos sistemas que incluyen especies arbóreas forrajeras y que son capaces de garantizar una adecuada producción de alimento durante todo el año.

4 CONCLUSIÓN

Por lo anterior, las características nutricionales de las especies arbóreas forrajeras estudiadas, indican el potencial de estos recursos nativos como una fuente de forraje de calidad y por el contenido de nutrientes, pueden ser alimento base en la dieta de los rumiantes.

REFERENCIAS

AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemistry International. 18th edition. Revision 1, 2005. AOAC International, Arlington, VA.

Báez, Lizarazo. Q, 2018. Caracterización nutricional y antinutricional de las especies forrajeras (*Guazuma ulmifolia*, *Arachis pintoi*, *Saccharum officinarum*, *Cynodon plectostachyus*, *Chusquea tessellata*) para la alimentación y nutrición en explotaciones bovinas en el municipio de Nimaima Cundinamarca. Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD” Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Especialización en Nutrición Animal Sostenible Bogotá, D.C. repository.unad.edu.co.

Bauer, D., Rush, I. y Rasby, R. 2009. Minerales y vitaminas en bovinos de carne. Extension Educativa Universidad de Nebraska. http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/118-minerales_vitaminas-Nebraska.pdf

Carvalho, W. F., Oliveira, M. E., Azevêdo, A., Moura, R. L. y Moura, R. M. de A. da S. 2017. Energy supplementation in goats under a silvopastoral system of tropical grasses and leucaena. *Rev. Ciênc. Agron.* 48 (1):199- 207, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170023>.

Church, D.C., Pond, K.R. y Pond, R.K. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2da edición. Ed. UTEHA. México, D.F.

FAO. 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el caribe. <http://www.fao.org/americas/perspectivas/ganaderia/es/>.

González, G. J. C., Ayala, B. A. y Gutiérrez, V. E. 2007. Chemical composition of tree species with forage potential from the region of Tierra Caliente, Michoacán, México. *Cuban Journal of Agricultural Science.* 41(1):81-86.

Gutiérrez, V. E., Ávila, R.N., Madrigal, S. X., López, H.N., Villalba, S. C.A., Juárez, C. A. y Ayala, B. A. J. 2018. Árboles Forrajeros de la Selva Baja Caducifolia en el Estado de Michoacán: Avances y Perspectivas. Memorias de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A.C. (AMPA). 2018. PDF. Avances de la Investigación

Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México. Primera edición: 2018-07-13. ISBN: 978-607-542-022-6.

Herrero, M., Wirsenius, S., Henderson, B., Rigolot, C., Thornton, P., Havlik, P. et al. 2015. Livestock and the environment: What have we learned in the last decade? *Annu. Rev. Environ. Resour.* 4:177- 202, 2015. DOI: <https://10.1146/annurev-environ-031113-093503>.

Macedo Júnior, G.L. 2007. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. *Ciência Animal*, v. 17, n. 1, p.7-17, 2007.

Norton B. W. 1994. The nutritive value of tree legumes. In: *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture.* C. Gutteridge and H. Shelton (Eds). CAB International, UK. pp.177-192.

Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Research Council (NRC). 2001. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington, D. C. http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11653.

Olafadehan, O. A. y Okunade, S. A. 2018. Fodder value of three browse forage species for growing goats. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 17:43-50, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2016.01.001>.

Olival, A. A., Souza, S. E. X., Felito, R. A., Arantes, V. T. 2021. Potencial de espécies arbóreas nativas para a nutrição de bovinos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.16, n.1, 2021. DOI: 10.33240/rba.v16i1.23195.

Pinto R. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderos de Chiapas, México. Usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. <http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia>. 26(1):19-31, 2010.

Sánchez, R. R., Mora, A. F., Val, A. D., González, E. C. E. 2021. Estimation of the forage potential of trees in silvopastoral systems of a dry tropical forest in Jalisco, Mexico. *Agroforest Syst* <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00704-9>.

Sosa, R. E. E., Pérez, R. D., Ortega, R. L. y Zapata, B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria México*. 42:129144.

Vigoa, O. L.; López, L. L., Santana, T. S., Castro, Y. O., Lopez, R. G., Villafranca, M. H. 2019. Evaluación del valor nutricional de los forrajes en un sistema silvopastoril. *Pastos y Forrajes*, v.42, n.1, p.57-67, 2019. DOI: <https://orcid.org/0000-0001-7436-4008>.