

PERFIL BROMATOLÓGICO Y NUTRICIONAL DE *Dalea bicolor* (Willdenow) EN REGIONES SEMIÁRIDAS DE ZACATECAS, MÉXICO

BROMATOLOGICAL AND NUTRITIONAL PROFILE OF *Dalea bicolor* (Willdenow) AT SEMI-ARID REGIONS OF ZACATECAS, MEXICO

Daniel García-Cervantes¹, Héctor Gutiérrez-Bañuelos^{1*}, Luis Roberto Reveles-Torres², Alberto Muro-Reyes¹, Francisco J. Gutiérrez-Piña¹, Francisco G. Echavarría Chairez², Alejandro Espinoza-Canales¹ y Ricardo A. Sánchez Gutiérrez²

¹Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas", Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, El Cordovel, Enrique Estrada, Zacatecas, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México.

*Autor de correspondencia (hgutierrez@uaz.edu.mx)

RESUMEN

La caracterización nutricional de arbustivas forrajeras proporciona bases para la valoración adecuada de agostaderos y pastizales, la suplementación apropiada del ganado y programas de reforestación. El objetivo de este estudio fue evaluar el perfil bromatológico y la composición nutricional de *Dalea bicolor* (Willdenow). La arbustiva se muestreó durante las cuatro estaciones del año, pero presentó follaje sólo en otoño y verano. Se utilizaron 20 muestras por estación, dentro de una parcela de 20 ha situada en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas, México, caracterizado por su clima semiárido. Las variables medidas fueron materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas, proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), energía neta de mantenimiento (ENm), energía neta de ganancia (ENg), consumo en materia seca calculado como porcentaje de peso vivo del animal (CMS, %PV), digestibilidad de la materia seca (DMS) y valor relativo del forraje (VRF). Las evaluaciones bromatológicas se realizaron utilizando métodos estándar y las nutricionales se estimaron utilizando los resultados bromatológicos. En todas las variables se observaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre estaciones del año. En los resultados bromatológicos, la PC fue 9.69 vs 13.51, % la FDN 56.97 vs 63.59 %, la FDA 44.56 vs 42.25 %, respectivamente para otoño y verano. En el perfil nutricional promediaron, la ENm 1.01 vs 1.04 Mcal kg⁻¹, la ENg 0.65 vs 0.68 Mcal kg⁻¹, respectivamente para otoño y verano. Se concluye que *Dalea* provee la PC para producción en pastoreo, que se estima entre 70 y 100 g por kg de materia seca, y proporciona escasa ENg.

Palabras clave: Perfil nutricional, proteína, energía, fibra detergente.

SUMMARY

Nutritional characterization of forage shrubs provides a basis for proper assessment of rangelands and grazing areas, appropriate supplementation of livestock and reforestation programs. The aim of this study was to evaluate the bromatological profile and nutritional composition of *Dalea bicolor* Willdenow (silver prairie clover). The shrub was sampled during the four seasons of the year, but presented foliage only in Autumn and Summer. Twenty samples were used per season within a 20-ha plot located in the municipality of Villa de Cos, Zacatecas, Mexico, characterized by its semi-arid climate. The variables measured were dry matter (DM), organic matter (OM), ash, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), net maintenance energy (NEm), net gain energy (NEg), dry matter intake calculated as percentage of live weight (DMI, %BW), dry matter digestibility (DMD) and forage relative value (FRV). Bromatological evaluations were performed using standard methods, and the nutritional ones were estimated using the

bromatological results. All variables showed statistical differences ($P \leq 0.05$) between seasons of the year. In the bromatological results, CP was 9.69 vs 13.51 %, NDF 56.97 vs 63.59 % and ADF 44.56 vs 42.25 % for Autumn and Summer, respectively. In the nutritional profile, the seasons averaged NEm 1.01 vs 1.04 Mcal kg⁻¹ and NEg 0.65 vs 0.68 Mcal kg⁻¹ for Autumn and Summer, respectively. It is concluded that *Dalea* provides the CP for grazing production, which is estimated between 70 and 100 g per kg of dry matter and provides limited NEg.

Index words: *Dalea bicolor*, energy, forage potential, nutritional profile, protein.

INTRODUCCIÓN

La caracterización bromatológica y nutricional de arbustivas nativas con potencial forrajero permite evaluar el potencial productivo de pastizales y agostaderos, la suplementación apropiada del ganado y programas de reforestación (Ramírez, 2003). Los pastizales en regiones semiáridas de México son continuamente afectados por la sequía y el sobrepastoreo (Murillo-Ortiz *et al.*, 2013). La baja precipitación pluvial y la irregular distribución de las lluvias acentúan la baja productividad del ganado en la época de estiaje, propiciada por la baja calidad y cantidad de pastos.

El manejo extensivo e inadecuado de la ganadería en México ha ocasionado extensas áreas degradadas por erosión hídrica y eólica, pérdida de cobertura y aumento de plantas indeseables e invasivas (Villaseñor y Espinosa, 1998); debido a esto, se presenta escasez en cantidad y calidad de alimento disponible para el ganado, por lo que con frecuencia se deben establecer estrategias de suplementación, aumentando los costos de producción (Gutiérrez *et al.*, 2019). El uso de arbustivas nativas forrajeras como alimento base o complementario de animales en pastoreo representa una alternativa práctica y económica para incrementar la productividad de los rumiantes en agostaderos, mejorar la nutrición del

ganado y disminuir el uso de concentrados y suplementos alimenticios; además, los sistemas silvopastoriles se han usado para diversificar el material nutricional disponible, al introducir arbustivas forrajeras en campos de gramíneas (Ortiz *et al.*, 2014).

El uso de *Dalea* en programas de reforestación puede contrarrestar áreas compactadas y zonas degradadas, disminuyendo los problemas de erosión a través de la cobertura. *Dalea* es una arbustiva perenne de zonas áridas, también conocida como engordacabra, cabeza de ratón, escoba de chivo y mezquitillo (CONABIO, 2018); es reconocida y apreciada por los productores, al ser palatable para el ganado; es apreciada por apicultores, ya que la floración produce excelente miel, y por ganaderos, al combatir problemas de erosión, regenerar suelos y servir como alimento para el ganado. A pesar de la importancia ecológica, económica, productiva y ambiental, se tiene escasa información publicada de esta arbustiva, no hay reportes de su perfil bromatológico o nutricional, aunque es considerada como alternativa de producción en sitios salinos y con una fuerte resistencia a la sequía.

Las arbustivas forrajeras son consumidas por ovinos, caprinos y bovinos, y para conocer el valor nutricional de los forrajes se necesita conocer los requerimientos nutricionales del ganado; además, se debe considerar la estacionalidad nutricional de las arbustivas. Por sus raíces profundas, las arbustivas permanecen verdes y son fuentes de forraje para las estaciones seca y periodos de sequía, cuando no hay crecimiento de hierbas o pastos. Existe limitada información publicada acerca del perfil nutricional de forrajes leguminosos, incluyendo arbustivas, y una gran necesidad de realizarlos (Castro-Montoya y Dickhoefer, 2020; Tzec-Gamboa *et al.*, 2023).

Debido a la relevancia de *Dalea bicolor* (Willdenow) en las regiones semiáridas y a la escasa información publicada, el objetivo de este estudio fue determinar el perfil bromatológico y evaluar su composición nutricional durante las estaciones de otoño y verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

La investigación se realizó en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas, México a 23° 36' 23.26" N y 102° 10' 25.49" O, con una elevación sobre el nivel del mar de 2013 m en un potrero de 20 ha. La precipitación promedio anual es de 350 mm, concentrándose la lluvia de junio a octubre, y una temperatura media anual de 27 °C (Medina y Ruiz, 2004).

Diseño experimental

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia de 20 plantas al azar por estación, 40 muestras en total, los días 15 de octubre de 2017 y 22 de julio de 2018. Muestras de aproximadamente 100 g de arbustos que medían entre 60 y 80 cm de altura fueron recolectadas a mano, muestreando sólo el retoño verde que puede ser consumido por el animal. La muestra de cada planta se consideró como la unidad experimental en un diseño completamente al azar.

Perfil bromatológico

Las muestras se deshidrataron a 60 °C durante 48 h y se molieron en molino con criba de 1 mm. A las muestras se les determinó la cantidad de cenizas, incinerándolas a 550 °C por 4 h, la materia orgánica (MO) se calculó por diferencia entre la materia seca (MS) y la ceniza. Las fibras detergentes neutro (FDN) y ácido (FDA) se obtuvieron de forma secuencial usando el equipo Ankom200 (Ankom Technology, Macedon, Nueva York, EUA), utilizando bolsas F57, solución fibra detergente neutro, enzima alfa amilasa termoestable y solución fibra detergente ácido de la misma empresa. La proteína cruda (PC) se obtuvo mediante la determinación del N total por análisis de combustión utilizando como gas acarreador el gas helio ultrapuro mediante el equipo Leco (Leco FP-428, Leco Corporation, St. Joseph, Michign, EUA) y multiplicando el contenido de nitrógeno por el factor de corrección 6.25. Todas las muestras se determinaron por duplicado en el laboratorio.

Composición nutricional

Los cálculos de energía se realizaron mediante las siguientes ecuaciones proporcionadas por Belyea *et al.* (1993):

$$\text{Energía neta de mantenimiento (ENm)} = 1.037 - 0.0124 \times \% \text{FDA}$$

$$\text{Energía neta de ganancia (ENg)} = \{2.54 - [2.42 / (\text{ENm} \times 2.2)]\} / 2.2$$

Los índices de calidad del forraje son importantes para predecir el comportamiento productivo animal. El consumo en materia seca, calculado como porcentaje de peso vivo del animal (CMS, % PV) se calculó como 120/%FDN. La digestibilidad de la materia seca (DMS, %) se determinó como 88.9 - 0.779 × FDA. El valor relativo de forraje (VRF) es el índice de calidad más utilizado en varios países, sobre todo Estados Unidos, siendo una herramienta para su comercialización y en educación para evaluar calidad de forrajes. La base es el consumo voluntario, y éste se divide por 1.29 para que el valor de 100 corresponda a la alfalfa en floración completa, la cual representaría la referencia.

El VRF se calculó utilizando la ecuación $CMS \times DMS/1.29$ (Moore y Undersander, 2002).

Análisis estadístico

El análisis se realizó como un diseño completamente al azar con medidas repetidas con el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS usando la prueba de Tukey con probabilidad $P \leq 0.05$. La unidad experimental fue la muestra del arbusto, considerando el efecto mayor la estación del año (SAS Institute, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación bromatológica

El estudio nutricional de arbustivas con potencial forrajero es limitado, sobre todo de aquellas presentes en regiones áridas y semiáridas, como el caso de *Dalea*.

En el Cuadro 1 se presentan los valores bromatológicos y nutricionales del forraje de *Dalea* durante el otoño 2017 y verano 2018. Se monitorearon las otras dos épocas del año, pero al no mostrar follaje se omitieron para el presente estudio, observándose latencia estacional durante los meses fríos.

Los resultados mostraron diferencias estadísticas en todas las variables. La materia seca presentó una variación de 6 % entre las estaciones del año. Pinos-Rodríguez *et*

al. (2007) reportaron 63 % de materia seca en especies leñosas en el otoño, similar a lo encontrado en el presente estudio. En materia orgánica (MO) los valores promediaron 90 %, siendo la variación entre estaciones del 3 %. Las cenizas promediaron 9 %.

Los niveles de proteína del forraje de *Dalea*, independientemente de la época del año, se consideran dentro de los requerimientos de ganado en pastoreo, que se calcula entre 70 y 100 g kg⁻¹ de materia seca en vacas vacías o en gestación temprana, adecuados en el verano para vacas en lactancia y terneros que requieren de 105 a 140 g kg⁻¹ de materia seca (Kubkomawa *et al.*, 2015). Durante la época de estiaje, el valor proteico de los pastos disminuye drásticamente a niveles de 6 y hasta 3 %, lo que afecta la productividad del ganado (Abusuwar y Ahmed, 2010). La escasa proteína ingerida es considerada una limitante para la digestibilidad de la fibra consumida. La proteína contenida en *Dalea* en el otoño es similar a lo reportado por Pinos-Rodríguez *et al.* (2007), de 9.4 %; en el verano (13.5 %) pudiera mejorar la digestibilidad del pasto ingerido, al favorecer el crecimiento de los microorganismos del rumen; además, cantidades adecuadas de proteína en la dieta, aumentan la cantidad de materia seca consumida (Newbold y Ramos-Morales, 2020). Algunas otras especies de arbustivas con potencial forrajero, como por ejemplo *Atriplex*, son reportadas con 16 a 17 % de proteína (Enríquez *et al.*, 2011; Otal *et al.*, 2010) y 14 % (Mellado *et al.*, 2018).

Cuadro 1. Perfil bromatológico y nutricional de *Dalea bicolor* (Willdenow) durante dos estaciones del año en Zacatecas, México.

Variable	Otoño 2017	Verano 2018	EE	Nivel de P
MS (%)	62.58	66.32	1.36	0.007
MO (% BS)	89.15	92.22	0.66	< 0.001
Cenizas (%)	10.85	7.78	0.06	< 0.001
PC (% BS)	9.69	13.51	0.55	< 0.001
FDN (% BS)	56.97	63.59	0.87	< 0.001
FDA (% BS)	44.56	42.25	1.06	0.033
ENm (Mcal kg ⁻¹ BS)	1.01	1.04	0.013	0.033
ENg (Mcal kg ⁻¹ BS)	0.65	0.68	0.028	0.031
CMS (% PV)	2.12	1.89	0.032	< 0.001
DMS (%)	54.18	55.99	0.83	0.033
VRF	89.47	82.36	2.58	< 0.001

MS: materia seca, BS: base seca, MO: materia orgánica, PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, ENm: energía neta de mantenimiento, ENg: energía neta de ganancia, CMS: consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo, DMS: digestibilidad de la materia seca, VRF: valor relativo del forraje.

Algunos productores establecen programas de suplementación nutricional en la sequía, sobre todo aportando fuentes de proteína, siendo este nutriente el más caro en los programas de alimentación. Al aportar proteína y presentar follaje en el verano y otoño, esta arbustiva puede establecerse para pastoreo directo en programas de reforestación o en áreas de exclusión con pastoreo controlado, disminuyendo los costos de la suplementación.

Durante las fechas de muestreo del invierno y primavera no se presentó follaje en *Dalea*. La disminución de la proteína durante el otoño, observada en el presente estudio, pudiera estar relacionada con la edad de la hoja, presentando mayor cantidad de FDA (%), lo cual está relacionado con la lignificación de las plantas, disminuyendo el aporte de energía (Moore y Undersander, 2002; Varga *et al.*, 1998).

El sistema de fibras detergentes de Van Soest, desarrollado y descrito por el mismo autor en los años 1960s, planteó la primicia de fraccionar las paredes celulares (hemicelulosa, celulosa y lignina), que son menos digestibles, y los contenidos celulares (almidón, azúcares, pectinas) de mayor digestibilidad, a través de soluciones detergentes neutras y ácidas, de tal forma que la diferencia entre la muestra de alimento original y el residuo de FDN representa los almidones, azúcares y otros componentes solubles (contenidos celulares), y la diferencia entre los residuos de FDN y FDA concierne al contenido de hemicelulosa. El valor de la FDN es la pared celular total, la cual está compuesta por hemicelulosa, celulosa y lignina, estas dos últimas consideradas la fracción de la FDA. Los valores de FDN son relevantes al reflejar la cantidad de forraje que puede consumir el animal, donde a medida que aumenta la FDN, la ingestión de materia seca por lo general se reduce. Los valores de FDN en *Dalea* durante el verano fueron 10 % mayores que en el otoño. En otras arbustivas, como *Atriplex*, se han reportado niveles de FDN de 54 a 57 % y de FDA de 30 a 44 % (Mellado *et al.*, 2018; Riasi, 2012).

Los valores de FDA se refieren a las porciones de la pared celular del forraje, a medida que aumenta la FDA, disminuye la digestibilidad del forraje, y a su vez, es un indicador de la ingestión de energía. En el presente estudio, la FDA fue ligeramente mayor (5 %) en el otoño que en el verano. Los niveles observados de FDN permiten la rumia adecuada del forraje; así mismo, los niveles de FDA están dentro de valores normales para forrajes de calidad con suficientes niveles de fibra efectiva (Van Soest *et al.*, 1991).

Evaluación nutricional

Las variaciones en las fibras detergentes se consideran de poca trascendencia nutricional, lo cual se manifiesta en

la baja variación energética observada entre las estaciones del año. La ENm calculada de *Dalea* es cercana a 1.025 Mcal kg⁻¹ y la ENg promedia 0.665 Mcal kg⁻¹, la trascendencia nutricional de la arbustiva reside en el valor proteico y la poca variación entre el análisis de fibras observado. La ENm puede representar hasta 70 % de la energía neta total, y está influenciada por el clima y la distancia recorrida para el pastoreo. Usando la información del NRC (2000), una vaca de 450 kg ocuparía 0.56 y 0.84 Mcal de ENm por kg de materia seca, asumiendo un consumo en base al peso vivo del 3 y 2 %, respectivamente. La energía neta de lactancia obtenida para *Atriplex* varía de 1.51 a 1.56 Mcal kg⁻¹ (Mellado *et al.*, 2018).

El consumo de materia seca (DMI, %BW) es mayor en 12 % en el otoño en comparación con el verano. En el caso de la digestibilidad de la materia seca, ésta es ligeramente mayor durante el verano en 3 %. El valor relativo del forraje (VRF) está basado en la ingestión de la materia seca y su digestibilidad, y éste es mayor en 9 % durante el otoño. Es usado como herramienta para la comercialización de forrajes y cuantificación de su calidad.

CONCLUSIONES

El forraje de *Dalea bicolor* (Willdenow) provee proteína para el ganado en pastoreo, que se calcula entre 70 y 100 g kg⁻¹ de materia seca, y energía neta para mantenimiento calculada entre 0.56 y 0.84 Mcal kg⁻¹ de materia seca. La calidad nutricional de esta arbustiva es aceptable, con mayores concentraciones de proteína cruda en otoño, y cantidades suficientes de proteína y energía en verano, por lo que es una alternativa nutricional para la época de estiaje en las regiones semiáridas de Zacatecas, México.

BIBLIOGRAFIA

- Abusuwar A. O. and E. O. Ahmed (2010) Seasonal variability in nutritive value of ruminant diets under open grazing system in the semi-arid rangeland of Sudan (South Darfur State). *Agriculture and Biology Journal of North America* 1:243-249, <https://doi.org/10.5251/abjna.2010.1.3.243.249>
- Belyea R. L., B. Steevens, G. Garner, J. C. Whittier and H. Sewell (1993) Using NDF and ADF to balance diets. Extension University of Missouri. Columbia, Missouri, USA. <https://extension.missouri.edu/g3161> (April 2023).
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2018) Malezas de México. Fabaceae. *Dalea bicolor*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/dalea-bicolor/fichas/ficha.htm> (Agosto 2018).
- Castro-Montoya J. M. and U. Dickhoefer (2020) The nutritional value of tropical legume forages fed to ruminants as affected by their growth habit and fed form: a systematic review. *Animal Feed Science and Technology* 269:114641, <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114641>
- Enríquez C. E., M. A. Parra G. y F. Ramírez M. (2011) Producción y valor nutritivo de forraje de *Atriplex* en un suelo salino. *BIOTecnía* 13:29-34.
- Gutiérrez G. O. G., C. R. Morales N., J. C. Villalobos G., O. Ruíz B., J. A. Ortega

- G. y J. Palacio N. (2019) Composición botánica y valor nutritivo de la dieta consumida por bovinos en una área invadida por pasto rosado [*Melinis repens* (Willd.) Zizka]. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 10:212-226, <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4451>
- Kubkomawa H., H. U. Olawuye, L. J. Krumah, E. B. Etuk and I. C. Okoli (2015) Nutrient requirements and feed resource availability for pastoral cattle in the tropical Africa: a review. *Journal of Agricultural and Crop Research* 3:100-116.
- Medina G. G. y A. Ruiz C. (2004) Estadísticas climatológicas básicas del estado de Zacatecas (Periodo 1961-2003). Folleto Técnico No. 3. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 241 p.
- Mellado M. J. E. García, U. Macías-Cruz, L. Avendaño-Reyes and J. R. Arévalo (2018) Growth and nutrients content of *Atriplex canescens* across a soil electric conductivity gradient. *Spanish Journal of Agricultural Research* 16:e0302, <https://doi.org/10.5424/sjar/2018162-12376>
- Moore J. E. and D. J. Undersander (2002) Relative forage quality: an alternative to relative feed value and quality index. Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. January 2002. University of Florida. Gainesville, Florida, USA. pp:16-29.
- Murillo-Ortiz M., O. Reyes-Estrada, E. Herrera-Torres and G. Villarreal-Rodríguez (2013) Chemical composition and ruminal fermentation of diet by grazing cattle in native rangelands of East Durango. *Abanico Veterinario* 3:12-21.
- Newbold C. J. and E. Ramos-Morales (2020) Review: ruminal microbiome and microbial metabolome: effects of diet and ruminant host. *Animal* 14:s78-s86, <https://doi.org/10.1017/S1751731119003252>
- NRC, National Research Council, US (2000) Energy. In: Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh edition. National Academy of Sciences. Washington, D. C., USA. pp:3-15.
- Ortiz D. M., S. L. Posada and R. R. Noguera (2014) Effect of plant secondary metabolites on methane enteric emission in ruminants. *Livestock Research for Rural Development* 26:1-11.
- Otal J., J. Orengo, A. Quiles, M. L. Hevia and F. Fuentes (2010) Characterization of edible biomass of *Atriplex halimus* L. and its effect on feed and water intakes, and on blood mineral profile in non-pregnant Manchega-breed sheep. *Small Ruminant Research* 91:208-214, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.03.016>
- Pinos-Rodríguez J. M., J. R. Aguirre-Rivera, M. Mellado, J. C. García-López, G. Álvarez-Fuentes and J. C. Méndez-Villazana (2007) Chemical and digestibility characteristics of some woody species browsed by goats in Central Mexico. *Journal of Applied Animal Research* 32:149-153, <https://doi.org/10.1080/09712119.2007.9706866>
- Riasi A., M. D. Mesgaran, M. D. Stern and M. J. Ruiz M. (2012) Effects of two halophytic plants (Kochia and Atriplex) on digestibility, fermentation and protein synthesis by ruminal microbes maintained in continuous culture. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 25:642-647, <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11256>
- SAS Institute (2011) Base SAS® 9.3 Software. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Tzec-Gamboa M., O. O. Álvarez-Rivera, L. Ramírez y Avilés, J. Ku-Vera and F. J. Solorio-Sánchez (2023) Productivity and nutritional quality of nitrogen-fixing and non-fixing shrub species for ruminant production. *Agronomy* 13:1089, <https://doi.org/10.3390/agronomy13041089>
- Van Soest P. J., J. Robertson and B. A. Lewis (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3597, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Varga G. A., H. M. Dann and V. A. Ishler (1998) The use of fiber concentrations for ration formulation. *Journal of Dairy Science* 81:3063-3074, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75871-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75871-0)
- Villaseñor R. J. L. y F. J. Espinosa G. (1998) Catálogo de Malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario, Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 448 p.