

IMPORTANCIA DEL PASTO BUFFEL (*Pennisetum ciliare* L.) EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS, MÉXICO

IMPORTANCE OF BUFFEL GRASS (*Pennisetum ciliare* L.) IN THE STATE OF TAMAULIPAS, MÉXICO

Garay-Martínez, J.R.¹; Joaquín-Cancino, S.^{1*}; Estrada-Drouaillet, B.¹; Martínez-González, J.C.¹; Limas-Martínez, A.G.¹

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Campus Victoria, Edificio Centro de Gestión del Conocimiento 4° Piso. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 87120.

*Autor de correspondencia: sjoaquin@uat.edu.mx

RESUMEN

El pasto Buffel (*Pennisetum ciliare* L.) proveniente de África se introdujo a Tamaulipas, México, estableciendo más de 260 000 ha en el año 2007, para utilizarlo como forraje en la alimentación animal en condiciones de pastoreo, ya que presenta rendimientos de materia seca de 14 a 20 t ha⁻¹ año⁻¹ y contenidos de proteína de 6-15%. También se ha establecido en zonas áridas y semiáridas, para evitar los escurrimientos superficiales y con ello a la erosión hídrica del suelo. Se propaga rápidamente en áreas naturales, por lo que ha llegado a ser considerada especie invasora; es tolerante a la sequía e incendios, como consecuencia altera los regímenes de fuego y con ello desplaza a la flora y fauna nativa. El pasto Buffel es una opción para la alimentación del ganado, sin embargo, por su persistencia y fácil propagación puede llegar a afectar el equilibrio del ecosistema.

Palabras clave: forrajes, Poaceae, especie invasora, alimentación animal, propagación.

ABSTRACT

Buffel grass (*Pennisetum ciliare* L.) from Africa was introduced into Tamaulipas, México, establishing more than 260 000 ha in the year 2007, in order to use it as fodder in animal diets under grazing conditions, since it presents dry matter yields of 14 to 20 t ha⁻¹ year⁻¹ and protein contents of 6-15%. It has also been established in arid and semiarid zones to avoid superficial runoffs and with this soil water erosion. It propagates rapidly in natural areas, so it has come to be considered an invading species; it is tolerant to drought and fires and consequently alters the fire regimes and with this it displaces the native flora and fauna. Buffel grass is an option for livestock diet, although due to its persistence and easy propagation, it can affect the equilibrium of the ecosystem.

Keywords: fodder, Poaceae, invading species, animal diet, propagation.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 10, octubre, 2017, pp. 110-115.

Recibido: agosto, 2017. **Aceptado:** octubre, 2017.

INTRODUCCIÓN

La ganadería es una de las actividades de sector primario de gran importancia para el estado de Tamaulipas, México, a tal grado que se encuentra entre los 12 estados con mayor inventario de ganado bovino productor de carne y ovino, con más de 1.3 millones y 253 mil cabezas respectivamente. Ocupa el onceavo lugar en ganado caprino, con más de 274 mil cabezas (SIAP, 2015). El estado, dedica el 58% del territorio (4.67 millones de hectáreas) a la actividad antes mencionada, donde 22% de esta actividad se realiza en praderas inducidas y/o introducidas y 78% bajo condiciones de agostaderos (SAGARPA, 2010). En ambas condiciones, las principales gramíneas forrajeras utilizadas son pasto Bermuda (*Cynodon dactylon* L.) en condiciones de riego y pasto Buffel (*Pennisetum ciliare* L.) en condiciones de temporal (Gómez et al., 2007; Castillo, 2015). La utilización de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare* L.) (Poaceae) en las regiones áridas y semiáridas de Tamaulipas, ha permitido incrementar la producción ganadera, debido a que presenta rendimientos de materia seca y calidad nutrimental superiores a las (gramíneas) Poaceas nativas, y con ello, se logró disminuir el coeficiente de agostadero de 12 a 4 ha por unidad animal (Hanselka, 1985). Esta especie forrajera fue aceptada rápidamente, y cultivada por los ganaderos, y por consiguiente, para el año de 1991 se estimaron entre 4 y 6 millones de hectáreas en territorio mexicano (Cox, 1991). En este sentido, para el año 2007 en Tamaulipas predominaban 260 000 ha de Buffel común (Díaz et al., 2007), debido principalmente a su alta tolerancia a la sequía, capacidad de soportar el pastoreo intensivo y propagación exitosa (Quiroga et al., 2013). Sin embargo, esta última característica que en un inicio permitió el rápido establecimiento de praderas de pasto Buffel, posteriormente, se convirtió en un problema a tal grado de ser considerada una especie invasora, ya que altera significativamente el régimen de incendios forestales y contribuye a propagar fuegos de alta intensidad (Marshall et al., 2012; Schlesinger et al., 2013). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue analizar la importancia de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare* L.) en los sistemas agropecuarios y el impacto ecológico en el estado de Tamaulipas, México.



Figura 1. Pradera de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*) en floración.

se utilizó para controlar la erosión hídrica y eólica de las zonas áridas y semiáridas (Loredo et al., 2005). El pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*) se distribuye ampliamente en los pastizales áridos tropicales y subtropicales de todo el mundo (Marshall et al., 2012). Es una planta perenne rizomatosa, de crecimiento amacollado, con tallos erectos que llegan a medir de 0.15 a 1.2 m de altura, hojas que van de 3 a 30 cm de largo y de 0.3 a 2.3 cm de ancho. Posee una panícula compacta de 2 a 13 cm de largo y de 1 a 2.5 cm de ancho, de forma cilíndrica generalmente púrpura o blanquecina (Figura 1), con rendimiento de semilla aceptable y cuyo periodo de latencia va de 9 a 12 meses después de la cosecha (Enríquez y Quero, 2006; Rodríguez y Mendoza, 2013). El tamaño de su cariósipide es mayor en comparación a las "gramíneas" nativas, lo que le permite a la planta tener ventajas al momento

de germinar y emerger (Hernández-Guzmán et al., 2015). El pasto buffel se establece adecuadamente en suelos con buen drenaje, texturas que van de franco-arenosa a franco-arcillosa, así mismo, se desarrolla mejor en suelos ligeramente alcalinos y requiere precipitación anual mayor a 350 mm (Enríquez y Quero, 2006). Los diferentes cultivares de pasto Buffel tienen gran capacidad de amacollamiento y cobertura del suelo, debido a que las plantas presentan en promedio 27 y 107 tallos planta⁻¹, durante el primer y segundo año, respectivamente, después de la siembra (Saini et al., 2007) (Figura 1).

Introducción de pasto Buffel a América

El pasto Buffel (*Pennisetum ciliare* L.) es originario del continente africano y se introdujo al estado de Texas (Estados Unidos de América) y norte de México entre los años 1930 y 1940 (Cox et al., 1988), con el objetivo de recuperar los pastizales degradados, donde rápidamente fue aceptado y cultivado por su exitosa propagación, ya que es tolerante a la sequía y soporta el pastoreo intensivo (Marshall et al., 2012; Quiroga et al., 2013). Posteriormente, también



Utilización en el sector agropecuario

En estado de Tamaulipas, el 22% del territorio está representado por pastizales, donde las principales especies que se encuentran son: *Cynodon plectostachyus*, *Panicum maximum*, *Digitaria decumbens*, *Aristida wrightii* y *Pennisetum ciliare* (INEGI, 2014). En la región semiárida de Tamaulipas, el pasto forrajero predominante es el pasto Buffel común (Díaz *et al.*, 2007), donde el rendimiento de materia seca es influenciado por el tipo de cultivar que se esté utilizando (Velásquez *et al.*, 2014a), entre los que destacan los cultivares Pecos, Laredo, Nueces, Biloela, Milenio, H-17, entre otros. Las variaciones de temperatura y precipitación durante el año tienen efecto significativo en el rendimiento de forraje (Martínez-López *et al.*, 2014), por lo que antes del periodo de lluvias, pasto Buffel se encuentra en estado de latencia y se reactiva la actividad biológica a la llegada de las lluvias (Hussain *et al.*, 2015), que en Tamaulipas, regularmente sucede durante los meses de mayo a octubre, periodo donde se presenta la máxima precipitación (Gómez *et al.*, 2007). El pasto Buffel puede alcanzar rendimientos de materia seca de hasta 5 t ha⁻¹ entre 80 y 95 días posteriores a la emergencia de la planta (Neto *et al.*, 2000) y el rendimiento promedio anual oscila entre 14 y 20 t ha⁻¹, con contenidos de proteína cruda de 6% a 15%, dependiendo de la edad de rebrote (Saini *et al.*, 2007; Osman *et al.*, 2008) y este forraje se puede aprovechar mediante el pastoreo. En este sentido, cuando el ganado está en condiciones de pastoreo y el forraje es la única fuente de alimento (Figura 2), la concentración mínima de proteína cruda en el forraje debe ser de 7% para apoyar la actividad óptima de la población de microorganismos y garantizar la digestión adecuada de la fibra en el rumen (Norton, 1994; Belachew *et al.*, 2013), de tal forma que ello satisface los requerimientos nutrimentales de mantenimiento en los rumiantes, e incluso se han llegado a obtener ganancias de 830 g animal d⁻¹ en novillos (*Bos indicus* × *Bos taurus*) bajo condiciones de pastoreo (Shelton y Dalzell, 2007) (Figura 2).

Bien sea que el ganado aproveche directamente el forraje de la pradera o se coseche por medios mecáni-

cos, se debe considerar la edad de rebrote de la pradera, ya que afecta significativamente la proporción de los componentes morfológicos (hoja, tallo, material muerto); es decir, a mayor edad, disminuye la proporción de hojas y aumentan la de tallos y material muerto (Garay *et al.*, 2017), lo cual podría reducir la calidad del forraje y como consecuencia afectar las ganancias de peso de los animales. En este sentido, este pasto también puede ser utilizado como fuente de fibra en dietas para rumiantes, cuando se encuentran bajo condiciones de producción intensiva, llegando a obtener ganancias de hasta 83 g animal d⁻¹ en ovinos de la raza Dorper, cuando la dieta se compone de 69% de pasto Buffel, 30% de salvado de sorgo y 1% de minerales (Walker, 2013).

Esta especie forrajera ha prosperado en gran parte de Tamaulipas, por que presenta alta resistencia a la sequía (Tommasino *et al.*, 2012), debido a la acumulación de reservas (carbohidratos) en la base de los tallos y raíces (Humphreys, 1967). Otra característica que le permite prosperar en ambientes donde la precipitación es escasa, es el uso eficiente del agua en comparación con otros pastos, razón por la cual, ha alcanzado rendimientos de materia seca de hasta 1.07 kg m⁻³ de agua (Osman *et al.*, 2008). En los últimos años se han implementado cruzamientos entre líneas sexuales y cultivares apomícticos de pasto Buffel, y mediante la técnica de marcadores moleculares se pretende obtener nuevos genotipos que presenten mayor rendimiento y calidad del forraje (Quiroga *et al.*, 2013). Existen investigaciones donde se ha incluido esta especie en los sistemas silvopastoriles, asociada con árboles de *Prosopis* spp. (Ríos-Saucedo *et al.*, 2012) y *Leucaena leucocephala* (Sánchez y Faria, 2013), para optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales y mantener la productividad en los sistemas agropecuarios (Ku Vera *et al.*, 2014).



Figura 2. Ganado bovino pastoreando en praderas de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*).

Impacto ecológico

El crecimiento agropecuario, con el cambio de uso de suelo ha sido la principal causa de la pérdida de la vegetación nativa (Cuevas *et al.*, 2010); por ello, extensas superficies de flora han sido eliminadas para el establecimiento de

praderas (SAGARPA, 2010). En este sentido, en la década de 1940 se introdujo a *Pennisetum ciliare*, para establecer nuevas praderas e incrementar la producción en los sistemas ganaderos (Tinoco-Ojanguren *et al.*, 2016). Al mismo tiempo, se presentaron cambios en el suelo donde se estableció esta gramínea, ya que incrementó el carbono de la masa microbiana de 1.6 veces en praderas de pasto Buffel en comparación con la vegetación nativa, lo cual pudo deberse a que la descomposición de las raíces del pasto Buffel aportaron el 90% de la entrada de carbono al suelo (Morales-Romero *et al.*, 2015). Así mismo, en los suelos donde existió esta especie, aumentó la infiltración del agua al suelo y con ello, se redujeron escurrimientos superficiales y por consiguiente la erosión hídrica del suelo (Velásquez *et al.*, 2014b; Cruz *et al.*, 2016). A pesar de que



Figura 3. Capacidad de rebrote de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*) posterior a un incendio.

pasto Buffel puede traer algunos beneficios, también existe la contraparte, puesto que en la última década se le ha considerado como una especie invasora, provocando un problema grave en suroeste de Estados Unidos de América y en el noreste de México (Lyons *et al.*, 2013; Tinoco-Ojanguren *et al.*, 2016). Después de la destrucción del hábitat, el impacto ecológico por la invasión de especies vegetales exóticas en las comunidades de plantas nativas ha sido identificada como la segunda causa de la pérdida de biodiversidad a nivel global (Leung *et al.*, 2002; Ehrenfeld, 2010). El número de especies introducidas desde otras partes del mundo están en constante aumento, y cuando se salen de control causan impacto tanto económico como ambiental (Leung *et al.*, 2002; Martin *et al.*, 2015); como sucedió en el Parque Nacional Saguaro en el estado de Arizona, EUA; donde se encuentran amenazados el Sahuaro (*Carnegiea gigantea*) y el Palo Verde (*Cercidium microphyllum*) (Schiermeier, 2005; Marshall *et al.*, 2012). Las especies invasoras desplazan a las especies nativas de fauna y flora, debido a que son más eficientes en el aprovechamiento de los recursos naturales; pueden alterar el hábitat, dado que en zonas áridas y semiáridas promueven regímenes anómalos de fuego que afectan significativamente a la

vegetación nativa (Marshall *et al.*, 2012). El pasto Buffel tiene la capacidad de rebrotar y germinar bajo un amplio rango de condiciones ambientales (Villa-Reyes y Barrera, 2016), incluso después de un incendio (Figura 3), ya que presenta una serie de estructuras en la semilla que le permiten protegerse de altas temperaturas, que pueden ser de hasta 120 °C (McDonald y McPherson, 2013; Tinoco-Ojanguren *et al.*, 2016), por ello es común que esta gramínea aparezca después de ocurrir este tipo de eventos (Fensham *et al.*, 2012; Marshall *et al.*, 2012).

En Tamaulipas, existen más de 324 mil hectáreas que corresponden al Matorral Espinoso Tamaulipeco que facilitan condiciones necesarias para la distribución potencial del pasto Buffel, principalmente en el tipo de vegetación antes mencionada (Arriaga *et al.*, 2004); sin embargo, no existe información

que mencione concretamente el impacto ecológico del pasto Buffel en dicha región, pero debido a su comportamiento reportado en otros estados de México, (Arriaga *et al.*, 2004) y en Estados Unidos de América (Marshall *et al.*, 2012), pudiese estar afectando a las áreas naturales del estado.

CONCLUSIONES

El pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*) es una gramínea tolerante a la sequía, resistente al pastoreo intensivo, de rápido crecimiento y mayor producción de semilla, en comparación con las especies nativas; características que la hacen valiosa como forrajera en el estado de Tamaulipas. Sin embargo, al no existir control de su dispersión, puede afectar áreas naturales, razón por la cual se le puede considerar especie invasora. No se encontraron reportes para el grado de invasión de esta especie en Tamaulipas, pero por las características de la especie y lo reportado en otras partes de México y EUA, pudiera estar afectando al Matorral Espinoso Tamaulipeco y otras áreas naturales del estado, por lo que sería importante realizar un estudio para conocer la situación de esta especie.



LITERATURA CITADA

- Arriaga L., Castellanos, A. E., Moreno E., Alarcón J. 2004. Potential ecological distribution of alien invasive species and risk assessment: a case study of buffel grass in arid regions of Mexico. *Conservation Biology* 18 (6): 1504-1514.
- Belachew Z., Yisehak K., Taye T., Janssens G. P. J. 2013. Chemical composition and in sacco ruminal degradation of tropical trees rich in condensed tannins. *Czech Journal of Animal Science* 58(4): 176-192.
- Castillo T., H. 2015. Cultivo de pasto de rye para la alimentación del ganado en la época invernal en el norte y centro de Tamaulipas. SAGARPA-INIFAP. México. 2 p.
- Cox J. R. 1991. El zacate buffel: Historia y establecimiento, un acercamiento internacional para seleccionar sitios de siembra e implicaciones en la agricultura del futuro. En: Aguirre A., Candanosa E., Gómez E. (eds.). *Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel*. Simposium Internacional. Séptimo Congreso Nacional Sobre Manejo de Pastizales Tamaulipas, México. SOMMAP. 60-66 pp.
- Cox J.R., Martin M.H., Ibarra F.A., Fourie J. H., Rethman N.F.G., Wilcox D.G. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. *Journal of Range Management* 41:127-139.
- Cruz A., Pedroza A., Trejo R., Sánchez I., Samaniego J.A., Hernández R. 2016. Captación de agua de lluvia y retención de humedad edáfica en el establecimiento de buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 7(2):159-172.
- Cuevas M.L., Garrido A., Pérez J.L., González D.I. 2010. Procesos de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural. En: Cotler H. (ed.). *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. SEMARNAT, INE y Fundación G. Río Arronte IAP, México. 96-103 pp.
- Díaz F.A., Méndez R.A., Garza R. 2007. Tizón foliar del pasto Buffel: su presencia en Tamaulipas, México. *Agricultura Técnica en México* 33(3): 285-295.
- Ehrenfeld J.G. 2010. Ecosystem consequences of biological invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 41: 59-80.
- Enríquez J.F., Quero A. R. 2006. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. INIFAP-CIRGOC, México. 109 p.
- Fensham R.J., Donald S., Dwyer M. 2012. Propagule pressure, not fire or cattle grazing, promotes invasion of buffel grass *Cenchrus ciliaris*. *Journal of Applied Ecology* 50(1):138-146.
- Garay J. R., Joaquín S., Estrada E., Martínez J. C., Hernández J., Limas A. G. 2017. Rendimiento de forraje y componentes morfológicos de *Pennisetum ciliare* cv. H-17 a tres frecuencias de corte. En: Cantú A., González E. A., López R., Ávila J. M., Ramírez M. (comp.). *IV Congreso Mundial de Ganadería Tropical 2017*. Tamaulipas, México. 9 p.
- Gómez E., Díaz H., Saldívar A., Briones F., Vargas V., Grant W. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. *Técnica Pecuaria en México* 45(1):1-17.
- Hanselka C. W. 1985. Grazing management strategies for buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.). In: Runge E. C. A., Schuster J. L. (eds.). *Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality*. Proceedings of Texas A&M University Research Extension Center Symposium. Texas, USA. 22 pp.
- Hernández-Guzmán F.J., Quero-Carrillo A.R., Pérez-Rodríguez P., Velázquez-Martínez M., García-de los Santos G. 2015. Germinación y emergencia de propágulos de pasto en respuesta a pruebas de vigor. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(7):1519-1532.
- Humphreys L.R. 1967. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) in Australia. *Tropical Grasslands* 1:123-130.
- Hussain M. Z., Saraswathi G., Lalrammawia C., Otieno D., Paliwal K., Tenhunen J. 2015. Leaf and ecosystem gas exchange responses of Buffel grass dominated grassland to summer precipitation. *Pedosphere* 25(1): 112-123.
- INEGI. 2014. Anuario estadístico y geográfico de Tamaulipas 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 528 p.
- Ku Vera J.C., Briceño E.G., Ruiz A., Mayo R., Ayala A.J., Aguilar C.F., Solorio F.J., Ramírez L. 2014. Manipulación del metabolismo energético de los rumiantes en los trópicos: opciones para mejorar la producción y la calidad de la carne y leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 48(1): 43-53.
- Leung B., Lodge, D.M., Finnoff D., Shogren J.F., Lewis M.A. Lamberti G. 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: Bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proceedings of the Royal Society of London B*. 269: 2407-2413.
- Loredo C., Beltrán L.S., Villanueva D.J.Y, Urrutia J. 2005. Establecimiento de pasto Buffel para el control de la erosión hídrica. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. 32 p.
- Lyons K.G., Maldonado-Leal B.G., Owen G. 2013. Community and Ecosystem effects of Buffelgrass (*Pennisetum ciliare*) and nitrogen deposition in the Sonoran Desert. *Invasive Plant Science and Management*. 6(1): 65-78.
- Marshall V.M., Lewis M.M., Ostendorf B. 2012. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. *Journal of Arid Environments*. 78:1-12.
- Martin T.G., Murphy H., Liedloff A., Thomas C., Chadès L., Cook G., Fensham R., Mcivior J., Van-Klinken R.D. 2015. Buffel grass and climate change: a framework for projecting invasive species distributions when data are scarce. *Biological Invasions*. 17(11): 3197-3210.
- Martínez-López J.R., Gutiérrez-Ornelas E., Barrera-Silva M.A., Retes-López, R. 2014. Simulación estocástica para praderas de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en Marín, N. L., México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17:87-104.
- McDonald C.J., McPherson G.R. 2013. Creating hotter fires in the Sonoran Desert: buffelgrass produces copious fuels and high fire temperatures. *Fire Ecology*. 9(2): 26-39.
- Morales-Romero D., Campo J., Godínez-Alvarez H., Molina-Freanera F. 2015. Soil carbon, nitrogen and phosphorus changes from conversion of thornscrub to buffelgrass pasture in northwestern Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 199(1): 231-237.
- Neto J.D., Silva F.A.S., Furtado D.A. Matos J.A. 2000. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-buffel. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 35(9):1867-1874.
- Norton B.W. 1994. The nutritive value of tree legumes. In: Gutteridge R.C. (ed.). *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Centre for Agricultural Bioscience International. Wallingford, United Kingdom. 177-191 pp.

- Osman A.E., Makawi M., Ahmed R. 2008. Potential of the indigenous desert grasses of the Arabian Peninsula for forage production in a water-scarce region. *Grass and Forage Science*. 66(4):495-503.
- Quiroga M., Grunberg K., Ribotta A., López C.E., Carloni E., Tommasino E., Luna C., Griffa S. 2013. Obtaining sexual genotypes for breeding in buffel grass. *South African Journal of Botany*. 88:118-123.
- Ríos-Saucedo J.C., Valenzuela-Núñez L.M., Rivera-González M., Trucíos-Caciano R., Sosa-Pérez G. 2012. Diseño de un sistema silvopastoril en zonas degradadas con mezquite en Chihuahua, México. *TECNOCIENCIAChihuahua*. 6(3):174-180.
- Rodríguez C.B., Mendoza P.S.I. 2013. Gramíneas y leguminosas de Veracruz. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 394 p.
- SAGARPA. 2010. Informe de Evaluación Externa Estatal de los Programas en Coejercicio. Diagnóstico Sectorial 2009. SAGARPA y Gobierno del Estado de Tamaulipas. México. 140 p.
- Saini M.L., Jain P., Joshi U.N. 2007. Morphological characteristics and nutritive value of some grass species in an arid ecosystem. *Grass and Forage Science*, 62(1):104-108.
- Sánchez A., Faria J. 2013. Efecto de la madurez de la planta en el contenido de nutrientes y la digestibilidad en una asociación *Cenchrus ciliaris*-*Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Tropical*. 31(1): 16-23.
- Schiermeier Q. 2005. Pall hangs over desert's future as alien weeds fuel wildfires. *Nature*. 435: 724-734.
- Schlesinger C., White S., Muldoon S. 2013. Spatial pattern and severity of fire in areas with and without buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) and effects on native vegetation in central Australia. *Austral Ecology*. 38(7): 831-840.
- Shelton M., Dalzell S. 2007. Production, economic and environmental benefits of leucaena pastures. *Tropical Grasslands*. 41:174-190.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Población Ganadera 2006-2015. SAGARPA-SIAP. En Línea: <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera>
- Tinoco-Ojanguren C., Reyes-Ortega I., Sánchez-Coronado M.E., Molina-Freaner, F., Orozco-Segovia A. 2016. Germination of an invasive *Cenchrus ciliaris* L. (buffel grass) population of the Sonoran Desert under various environmental conditions. *South African Journal of Botany*. 104: 112-117.
- Tommasino E., Griffa S., Grunberg K., Ribotta A., López C.E., Carloni E., Quiroga, M., Luna C.M. 2012. Malondialdehyde content as a potential biochemical indicator of tolerant *Cenchrus ciliaris* L. genotypes under heat stress treatment. *Grass and Forage Science*. 67(3):456-459.
- Velásquez M.A., Muñoz J.A., Macías H., Esquivel G., Rivera M. 2014a. Producción de forraje de variedades de zacate Buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en la región árida del estado de Durango, México. *AGROFAZ*. 14(1): 69-76.
- Velásquez M.A., Sánchez I., Gutiérrez R., Muñoz J.A., Macías H. 2014b. Impacto hidrológico del cambio de uso del suelo de un pastizal nativo a praderas de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. 13(2):47-58.
- Villa-Reyes F., Barrera E. 2016. Environmental cues for germination of the invasive bunch grass *Pennisetum ciliare* (L.) Link. *Acta Physiologiae Plantarum*. 38(5):1-8.
- Walker K.P. 2013. Performance of dorper lambs fed buffel grass and browse as basal diet and sorghum bran as supplement. *International Journal of Plant and Animal Sciences*. 1(2): 37-41.