

Phenological development and biomass production of maralfalfa grass (*Pennisetum* sp.) cultivated in southeastern Mexican

Desarrollo fenológico y producción de biomasa del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cultivado en el sureste mexicano

Chiquini-Medina, Ricardo A.¹; De la Cruz-Chi, Emma N.¹; Pech-May, Nelson J.¹;
Guerrero-Turriza, Héctor O.¹; Castillo-Aguilar, Crescencio C.^{2*}

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná. Calle 11 S/No., entre 27 y 28, Chiná, Campeche, México. C. P. 24520. ²Colegio de Postgraduados Campus Campeche. Champotón, Campeche, México. C. P. 24450.

*Autor para correspondencia: cca@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: To generate information on the phenological development and biomass production of maralfalfa grass (*Pennisetum* sp.), in southeastern Mexico.

Design/Methodology/Approach: Two techniques of establishment of the grass: staked and crossed, different doses of nitrogen fertilization (100, 150, 200 kg urea ha⁻¹) and two cutting ages (60 and 90 days) were evaluated, under an experimental design of random blocks with 2×3×2 factorial arrangement.

Results: Effects of interaction between the type of planting and the amount of urea applied were found. Due to its forage yield at 60 days, cross seeding and the application of 150 and 200 kg of urea ha⁻¹ with 8.15 and 6.17 t ha⁻¹ stood out, while for staked planting the best yield was obtained with 100 kg application of urea. For the staked planting, the best yield was obtained with the application of 100 kg of urea (6.45 t ha⁻¹). The analysis of the protein content of the forage revealed an equality between the study treatments with values between 10.25 and 11.38 %. Regarding the analysis of fodder ashes with the evaluated treatments, SC × 150 kg of urea was determined as the best, followed by SC × 100 kg of urea ha⁻¹.

Findings/conclusions: Maralfalfa grass had a good growth response. In established cultivars it could be harvested to more than 100 t ha⁻¹, establishing the grass by stakes.

Keywords: forage, phenology, biomass, urea, southeast Mexico.

RESUMEN

Objetivo: Generar información sobre el desarrollo fenológico y producción de biomasa de pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.), en el sureste mexicano.

Diseño/ Metodología/Aproximación: Se evaluaron dos técnicas de establecimiento del pasto: estaqueada y cruzada, diferentes dosis de fertilización nitrogenada (100, 150, 200 kg urea ha⁻¹) y dos edades de corte (60 y 90 días), bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial 2×3×2.

Resultados: Se encontraron interacciones significativas entre el tipo de siembra y la cantidad de urea aplicada. Por su rendimiento de forraje a los 60 días sobresalieron la siembra cruzada y la aplicación de 150 y 200 kg de urea ha^{-1} con 8.15 y 6.17 t ha^{-1} , en tanto que para la siembra estaqueada el mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación de 100 kg de urea ha^{-1} . Para la siembra estaqueada el mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación de 100 kg de urea ha^{-1} (6.45 t ha^{-1}). El análisis del contenido de proteína del forraje reveló una igualdad entre los tratamientos de estudio con valores entre los 10.25 y 11.38%. Lo que respecta a los análisis de cenizas del forraje con los tratamientos evaluados, se determinó como el mejor a la SC \times 150 kg de urea ha^{-1} , seguido por SC \times 100 kg de urea ha^{-1} .

Hallazgos/conclusiones: El pasto maralfalfa tuvo buena respuesta de crecimiento. En cultivares establecidos podría llegar a cosecharse hasta más de 100 t ha^{-1} por ciclo estableciendo el pasto mediante estacas.

Palabras clave: Forraje, fenología, biomasa, urea, sureste mexicano.

INTRODUCCIÓN

Los pastos han resultado ser una fuente apropiada de nutrientes para el ganado vacuno, principalmente en países de clima tropical debido al elevado número de especies que pueden ser utilizadas, la posibilidad de mantenerlas todo el año, la capacidad del rumiante de digerirlos, la ausencia de competencia con la alimentación humana, y por ser fuente económica para obtener nutrientes (Herrera, 2006). El uso de pastos de corte de la familia botánica Poaceae, tales como la especie *Pennisetum purpureum* (Schum), se caracteriza por un alto índice de crecimiento y producción de biomasa por unidad de superficie (Da Silva y Nascimento, 2006). De esta especie forrajera, existen variedades de pastos entre ellos Taiwán, Gigante o Elefante, King grass, Merkerón y Napier, y los introducidos a México como: OM-22, CT-115 y Maralfalfa (Rosa y Silva, 1997), de los cuales varias fuentes reportan rendimientos y calidad nutricional superiores a los encontrados en los cultivares de *Pennisetum purpureum* ya conocidos (Dávila *et al.*, 2016). Ante la escasez de alimento que se presenta en la época seca, este tipo de pastos se ha utilizado como alternativa alimenticia en la

producción bovina y ovina, proporcionando un mayor rendimiento por hectárea. En países como Venezuela y Costa Rica han iniciado recientemente el uso del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) como pasto de corte en la alimentación de ganado de leche, carne y doble propósito en el trópico y en las engordas de ovinos (Ramírez y Pérez, 2006; Clavero y Razz, 2009). Este pasto, de tipo perenne, ha tenido buena productividad en otros países como Colombia, Brasil (Correa, 2006; Moreno y Molina, 2007). Se utiliza material vegetativo (tallos) como fuente de multiplicación, con al menos seis meses de edad (Orihuela y Cuevas, 2014). Su primer corte se puede hacer a los 90 días de establecimiento, cuando las hojas tienen longitud de al menos un metro, y 2.85 cm de ancho (FAO, 2012). Este pasto puede utilizarse como forraje verde o ensilado, y últimamente se implementa su uso en dietas de otras especies, tales como los cerdos en forma de harina o mezclado en dietas y suministrado en forma de pellets. Para la alimentación de bovinos, equinos, caprinos y ovinos es mejor dárselos en silos, henificado, picado o de alguna forma que se aproveche mejor los nutrientes que contiene (González *et al.*, 2015). Algunas investigaciones realizadas con genotipos de *Pennisetum* sp. demuestran que es una alternativa forrajera para aumentar la producción animal por su productividad de materia seca y valor nutritivo (Márquez *et al.*, 2007). Con el propósito de determinar el efecto del tipo de siembra (estaqueado o cruzada) y de diferentes cantidades de nitrógeno en el crecimiento, producción de forraje y contenido de proteína cruda, se realizó un ensayo para la producción de maralfalfa como una alternativa para la obtención de forraje en el trópico húmedo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó de julio a diciembre de 2016 en el Rancho Agropecuario La Unión del estado de Campeche, México (19° 47' 53" N; 90° 23' 49" O; y 8 m de altitud). Campeche se localiza en la región sureste del territorio nacional, con clima predominante tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW)₁. La precipitación pluvial es de 1200 mm anuales, con temperatura media anual de 27 °C, con máximas y mínimas de 36 °C y 18 °C respectivamente. El material vegetativo usado fue tomado de parcelas del Ejido Bobolá, Campeche cercano a locación del establecimiento del experimento. Se cortó alrededor de media tonelada de pasto, con edad promedio de 120 y 140 días, con la madurez suficiente para su siembra. Las plantas madres fueron cortadas a una altura de entre 15 y 20 cm sobre el suelo, se retiró el follaje, dejando un aproximado del 10% sobre todo en las puntas.

Como parte de la siembra se realizó una preparación al área donde se estableció el experimento: barbecho, rastreo (dos pases), nivelación y surcado (Figura 1).

Se manejaron dos tipos de siembra con los tallos: tallos enteros o siembra cruzada (SC) y trozos de tallos o siembra estaqueada (SE). Con estos materiales, se usaron dos sistemas de plantación. La densidad de siembra fue de aproximadamente 3000 kg ha^{-1} para ambos métodos, el riego fue en días intercalados mediante aspersión por cañón.

Sistemas de sembrado

Plantado cruzado de tallos o plantas enteras (T1): este método fue en forma corrida con empalme entre punta y base. Los tallos o plantas enteras se depositaron en el fondo del surco, cuidando ser enterrados a solo 3.0 cm bajo el suelo. Entre mayor número de tallos se depositen por hectárea, mayor será la población de rebrotes o hijuelos obtenidos. Los tallos fueron cubiertos con suelo.

Plantado con trozos de tallos o estaqueado T2: se cortaron las plantas madres dejando de 3 a 4 nódulos con yemas. Cada trozo fue incrustado o enterrado bajo el suelo preferentemente sobre el lomo del surco, cuidando que al menos dos nódulos quedaran bajo la superficie del suelo, que los trozos estuvieran en forma inclinada, (45°), a una separación entre trozos de 30 a 50 cm, y por último que el nódulo donde el rebrote se espera esté con la polaridad correcta (Figura 2).

El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con arreglo factorial 2×3 , utilizando el método de siem-



Figura 1. Pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) a 28 días después de siembra.

bra como primer factor, la fertilización nitrogenada (urea 46%) como segundo factor, y cuatro repeticiones por tratamiento. Los niveles del primer factor estuvieron constituidos por el método de siembra: tallos enteros o siembra cruzada y trozos de tallos o siembra estaquea; los niveles del segundo factor fueron tres cantidades de urea: 100, 150 y 200 kg ha^{-1} . En total se tuvieron seis tratamientos. Las variables de estudio consideradas fueron: número de brotes, largo y ancho de las hojas; rendimiento a los 60 y 90 días después de la siembra (dds). El número de rebrotes se midió a partir de la primera semana después de haber sembrado; tres veces por semana se contaron todos los rebrotes que había por parcela durante seis semanas. El largo y ancho de las hojas se realizó con la ayuda de un flexómetro, tomándose tres hojas por planta señalada desde la vaina hasta el ápice. Se seleccionó una hoja basal, media y terminal. Se



Figura 2. De izquierda a derecha: siembra cruzada (T1); siembra estaqueada (T2) de pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.).

realizaron dos cortes para calcular la producción que se podría tener por hectárea. El corte consistió en dejar caer un cuadro de 1 m² en cada parcela, y se cortó el material vegetativo que quedó dentro de éste y se pesó; posteriormente se realizaron los cálculos para extrapolar los datos a rendimiento por hectárea. Los cortes de realizaron a los 60 y 90 días después del corte de homogenización. A todos los datos se les realizó ANOVA y prueba de medias bajo el método de Tukey. Los datos fueron analizados con el programa estadístico InfoStat versión 2017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron 298 brotes para la siembra cruzada y 271 brotes para la siembra estaqueada, los cuales no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), lo cual indica que ambos métodos de siembra producirán efectos similares en el crecimiento vegetativo y por consiguiente rendimiento de forraje. En lo que respecta al efecto del método de siembra y la dosis de fertilización con nitrógeno sobre la altura de las plantas, cantidad de hojas, largo de las hojas, a 60 y 90 ddt, los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), lo cual indica que el mé-

todo de siembra no tiene influencia para las condiciones de estudio. Respecto al rendimiento de forraje verde existió un efecto de interacción a los 60 dds, sobresaliendo los tratamientos SC \times 150 kg de urea ha⁻¹ con 6.73 t ha⁻¹, seguido por SC \times 200 kg de urea ha⁻¹ con 6.76 t ha⁻¹, y por último la SE \times 100 kg de urea ha⁻¹ con 6.45 t ha⁻¹ (Cuadro 1). Las diferencias estadísticas obtenidas entre tratamientos para el rendimiento del forraje a los 60 dds, no se mantuvieron a los 90 dds, dado que a esta última fecha de corte todos los tratamientos resultaron estadísticamente similares, sobresaliendo numéricamente la siembra estaqueada con 200 y 100 Kg de urea ha⁻¹. En términos generales pudo observarse que en la siembra estaqueada cantidades bajas de urea por hectárea resultaron satisfactorias para el rendimiento de forraje del pasto maralfalfa, en tanto que para la siembra cruzada, se observó un requerimiento mayor de urea por hectárea.

Los rendimientos de los tratamientos sobresalientes en la presente investigación resultaron superiores a los hallados por Cerdas-Ramírez *et al.* (2015), en el orden de 2.455 t ha⁻¹ para la siembra cruzada (SCX150

Y SCX200) y de 1.66 t ha⁻¹ para la siembra estaqueada (SEX100). En lo que respecta a los análisis de cenizas del forraje con los tratamientos evaluados, se determinó como el mejor a la SC \times 150 kg de urea ha⁻¹, seguido por SC \times 100 kg de urea ha⁻¹, resultados acordes a los tratamientos más rendidores, explicado por la aportación del nitrógeno suministrado (Figura 3).

El análisis del contenido de proteína del forraje (Figura 4) reveló similitud entre los tratamientos de estudio con valores entre 10.25 y 11.38%, los cuales fueron superiores a lo registrado por Cárdenas-Ramírez *et al.* (2012) que fueron en promedio de 5.90%. No obstante, existen trabajos de investigación con valores de proteína cruda obtenidos del orden de 12.7 % (Ortiz-Robledo *et al.*, 2016), valores que varían de acuerdo a las condiciones agroclimáticas.

En comparación a los resultados obtenidos por Citalán *et al.* (2012) y Clavero y Razz (2009), se obtuvieron niveles más altos en cuanto a proteína cruda, aun cuando la cosecha se realizó a los 90 días de corte de homogenización. En general el pasto maralfalfa tuvo buena respuesta respecto a crecimiento y

Cuadro 1. Valores promedio de altura de planta, cantidad de hojas por planta, largo de las hojas por planta, diámetro de la caña y rendimiento de forraje de *Pennisetum* sp. a los 60 y 90 dds.

	Siembra cruzada			Siembra estaqueada			DMS
	Dosis de N (urea)			Dosis de N (urea)			
	100	150	200	100	150	200	
Altura pasto (cm)	120.75a	126.75a	133.40a	125.15a	127.20a	133.20a	25.28
Cantidad hojas	10.25a	10.75a	11.50a	10a	11.25a	9a	4.27
Ancho hojas (cm)	3.12a	3.35a	3.25a	3.12a	3.25a	3.37a	1.69
Largo hojas (cm)	90.75a	96.25a	82.25a	92a	94.50a	93a	31.63
Ancho caña (cm)	2.35a	1.96a	2.40a	2.35a	2.34a	2.15a	1.52
Rendimiento 60 días (kg m ⁻²)	1.5b	7.73a	6.76a	6.45a	2.45b	3.85ab	3.97
Rendimiento 90 días (kg m ⁻²)	7.7a	8.15a	6.17a	10.3a	8.12a	10.52a	10.06

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$).

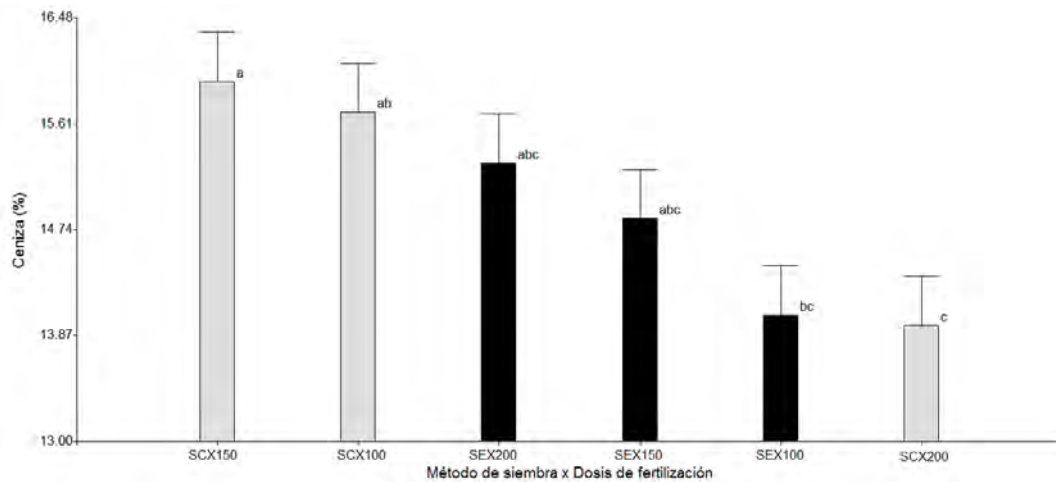


Figura 3. Porcentaje de ceniza a los 90 días, según el método de siembra y la dosis de fertilización para *Pennisetum* sp. SCX100: Siembra cruzada con dosis de 100 Kg de urea ha^{-1} ; SCX150: Siembra cruzada con dosis de 150 kg de urea ha^{-1} ; SCX200: Siembra cruzada con dosis de 200 kg de urea ha^{-1} ; SEX100: Siembra estaqueada con dosis de 100 Kg de urea ha^{-1} ; SEX150: Siembra estaqueada con dosis de 150 kg de urea ha^{-1} ; SEX200: Siembra estaqueada con dosis de 100 kg de urea ha^{-1} .

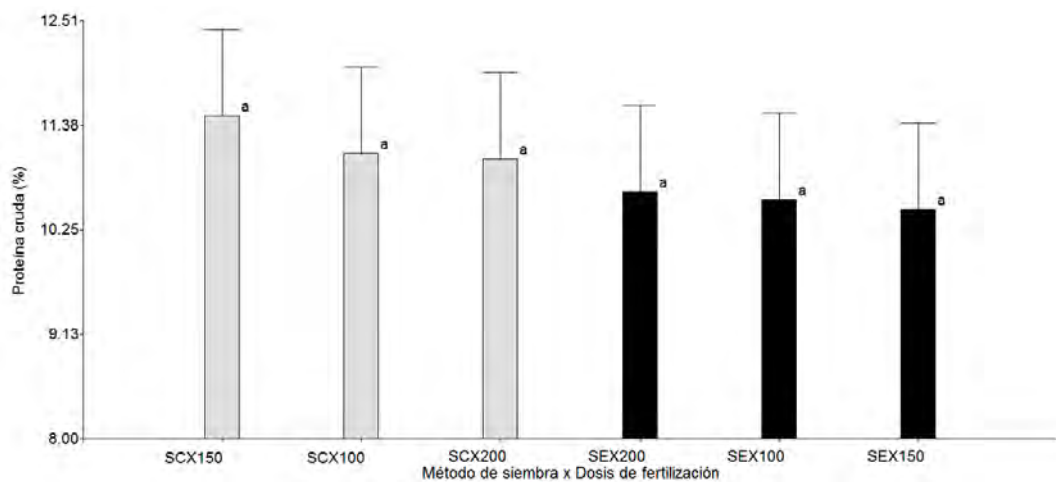


Figura 4. Porcentaje de proteína cruda a los 90 días, según el método de siembra y dosis de fertilización para *Pennisetum* sp. SCX100: Siembra cruzada con dosis de 100 Kg de urea ha^{-1} ; SCX150: Siembra cruzada con dosis de 150 Kg de urea ha^{-1} ; SCX200: Siembra cruzada con dosis de 200 kg de urea ha^{-1} ; SEX100: Siembra estaqueada con dosis de 100 kg de urea ha^{-1} ; SEX150: Siembra estaqueada con dosis de 150 kg de urea ha^{-1} ; SEX200: Siembra estaqueada con dosis de 100 kg de urea ha^{-1} .

producción, pudiendo cosecharse más de 100 t ha^{-1} por ciclo estableciendo el pasto mediante estacas. En cuanto a la composición proteica, algunos autores reportan valores que van de 7.9% a 16.25% de proteína cruda en condiciones bajo fertilizantes 12N-24P-12K, o bien, urea al 46% en diferentes niveles (0, 30, 60 y 90 kg ha^{-1}) a diferentes fechas de corte (21, 30, 42, 45 y 63 d) (Clavero y Razz, 2009; Cerdas-Ramírez, 2015; Citalán et al., 2012). Comparado a otros pastos de uso más común como el Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania), Mombaza (*Panicum maximum* cv. Mombaza) y Brizantha (*Brachia-*

ria brizantha) que han reportado valores de hasta 12.3%, 11.6% y 9.5% de proteína cruda respectivamente (Verdecia, 2008; Ortega-Aguirre et al., 2015).

CONCLUSIONES

Se obtuvieron efectos de interacción entre el tipo de siembra y cantidad de urea aplicada. Por su rendimiento de forraje a los 60 d, sobresalieron la siembra cruzada (SC) y la aplicación de 150 y 200 $\text{Kg de urea ha}^{-1}$ con 8.15 y 6.17 t ha^{-1} , en tanto que para la siembra estaqueada el mejor rendimiento se obtuvo

con la aplicación de 100 kg de urea ha^{-1} . Para la siembra estaqueada el mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación de 100 kg de urea ha^{-1} (6.45 t ha^{-1}). Se recomienda realizar el primer corte de producción a los 90 d cuando el pasto tiene mayor cantidad de follaje y aún es viable para la alimentación de los animales.

LITERATURA CITADA

- Cerdas-Ramírez, R. (2015). Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum* spp.) con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 16(33), 123-145.
- Citalán, L., Domínguez, B., Orantes, M., Manzur, A., Sánchez, A., Santos, M., & Nahed, J. (2012). Evaluación nutricional de maralfalfa (*Pennisetum* spp) en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. *Quehacer científico en Chiapas*, 1(13), 19-23.
- Clavero, T., & Razz, R. (2009). Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(1), 78-87.
- Correa, H. (2006). Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*, 18(6), 326-335.
- Da Silva, C. S., & Nascimento, J. D. (2006). Ecofisiología de plantas forrageiras. III Simposio sobre manejo estratégico de Pastagem (págs. 1-42). Brasil: UFV.
- Dávila, U. M., Valadez, M., Reis, T. C., & García, M. T. (2016). Contribuciones al estudio de la Maralfalfa (*Pennisetum* spp.). Entorno ganadero.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- FAO. (2012). Obtenido de Buenas Prácticas agropecuarias (BPa) en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta: <http://www.fao.org/docrep/010/a1564s/a1564s00.htm>
- González, M. E., García, M. J., Cruz, R. C., & Lara, L. L. (2015). Bromatología del ensilado de pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) fertilizado con ENTEC® e inoculado con Sil-All 4x4®. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Herrera, R. S. (2006). Pastos tropicales, contribución a la fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes. *Fotosíntesis*, 37.
- Márquez, F., Sánchez, J., Urbano, D., & Dávila, C. (2007). Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*): 1. Rendimiento y contenido de proteína. *Zootecnia tropical*, 25(4), 253-259.
- Moreno, F., & Molina, D. (2007). Buenas prácticas agropecuarias en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta. MANA-FAO.
- Orihuela, J. C., & Cuevas Ocampo, O. (2014). El ensilaje de maralfalfa como alternativa para la alimentación de bovinos lecheros en el Estado de Morelos. Folleto para productores.
- Ortega-Aguirre, C. A., Flores, C. L., & Bugaran-Prado, J. O. (2015). Agronomic characteristics, bromatologica composition, digestibility and consumption animal in four species of grasses of the genera *Brachiaria* and *Panicum*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(3).
- Ortiz R, F, O Reyes E, J Heredia C, R Rosales S, & R Juárez O. 2016. Rendimiento y calidad nutricional de maralfalfa obtenido en tres fechas de corte en Durango México. *Agrofaz* 16(1); 47-56.
- Ramírez, Y., & Pérez, J. (2006). Efecto de la edad de corte sobre el rendimiento y composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.). *Rev. Uncell. Cienc. Tec.*, 24, 57-62.
- Rosa, B., & Silva, S. R. (1997). Efeito das épocas de diferimento na produção e composição química do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum. cv. Cameroon). (U. F. Goiás, Ed.) *Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária*, 27(2), 109-115.
- Verdecia, D. M. (2008). Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 9(5), 1-9.