

## CRECIMIENTO DE ECOTIPOS DE *Cenchrus purpureus* (Schumach) Morrone EN CONDICIONES DE TEMPORAL

### ECOTYPES GROWTH OF *Cenchrus purpureus* (Schumach) Morrone IN RAINFED CONDITIONS

Primavera Pérez-Ramos<sup>1</sup>, Yuri Villegas-Aparicio<sup>1\*</sup>, Rigoberto Castro-Rivera<sup>2</sup>, Ernesto Castañeda-Hidalgo<sup>1</sup>, Armando Gómez-Vázquez<sup>3</sup> y José Cruz Carrillo-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Maestría en Ciencias en Productividad de Agroecosistemas, TecNM, SEP, Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México. <sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada-Unidad Tlaxcala, Ex-Hacienda San Juan Molino, Tlaxcala, México. <sup>3</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Tabasco, México.

\*Autor de correspondencia (yuri.va@voaxaca.tecnm.mx)

#### RESUMEN

La poca información acerca del crecimiento en forrajes ha propiciado que los productores desconozcan el momento óptimo de corte, lo cual genera una descompensación en el ganado vacuno desaprovechando estos forrajes en cantidad y calidad. El objetivo de esta investigación fue evaluar durante un año la dinámica de crecimiento de ecotipos de *Cenchrus purpureus*. El estudio se realizó en el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, mediante un diseño completamente al azar, considerando los ecotipos Elefante, Maralfalfa, Cuba CT-115, Roxo, Vruckwona, Taiwan, Merkeron, Mott y King Grass, en verano-otoño (V-O) e invierno-primavera (I-P). Las variables evaluadas fueron: número de hojas por planta (Nh), altura de la planta (Ap), longitud foliar (Lh) y biomasa (B). Los resultados obtenidos indican que la mejor temporada fue V-O, ya que se observaron diferencias ( $P < 0.05$ ) y se obtuvieron los valores más altos en cuanto a número de hojas por planta (15.3) a los 180 días en Vruckwona, en altura de la planta (85.6 cm) a los 150 días en Merkeron y en biomasa (1.38 t MS ha<sup>-1</sup>). Estos resultados se adjudican a factores abióticos, principalmente a la disponibilidad hídrica.

**Palabras clave:** biomasa, Elefante, estacional, King Grass, Maralfalfa.

#### SUMMARY

The scarce information about the growth in forages has led growers to ignore the optimum moment of cutting, which generates a decompensation in the cattle, wasting these forages in quantity and quality. The objective of this research was to evaluate during one year the growth dynamics of *Cenchrus purpureus* ecotypes. The study was carried out at the Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, by means of a completely randomized design, considering Elephant, Maralfalfa, Cuba CT-115, Roxo, Vruckwona, Taiwan, Merkeron, Mott and King Grass ecotypes, in summer-autumn (VO) and winter-spring (IP). The variables evaluated were: number of leaves per plant (Nh), plant height (Ap), leaf length (Lh) and biomass (B). The results obtained indicate that the best season was V-O, since differences were observed ( $P < 0.05$ ), and the highest values were obtained in number of leaves per plant (15.3) at 180 days in Vruckwona, in plant height (85.6 cm) at 150 days in Merkeron and biomass (1.38 t DM ha<sup>-1</sup>). These results are attributed to abiotic factors, mainly water availability.

**Index words:** biomass, elephant, grass, King Grass, Maralfalfa, rainfed conditions.

#### INTRODUCCIÓN

En México, el sector agropecuario contribuye con el 3 % al producto interno bruto, sector que ocupa alrededor del 78 % de la tierra agrícola y como consecuencia del creciente desarrollo en la misma sus requerimientos se incrementan constantemente, de modo que se requiere de mayores extensiones de tierras y de diversos recursos para la producción de cultivos forrajeros (Ku, 2018; Pérez, 2008). Sin embargo, Cavallotti (2014) menciona que se acentúan problemáticas para mantener la rentabilidad, como es el caso del abasto en cantidad y calidad de forrajes. Dicha situación restringe la expresión del máximo potencial productivo y, por ello, la situación de los ganaderos es poco estable.

Para contrarrestar el problema de desabasto de alimento se conoce que los pastos y forrajes son una fuente de alimento apropiada para el ganado. Bajo este enfoque, *P. purpureum* es una especie perenne con alta producción de biomasa, presenta tolerancia al estrés hídrico, variadas temperaturas y a suelos con baja fertilidad (Li *et al.*, 2016; García *et al.*, 2014), sin embargo, presenta la tendencia que al aumentar la edad se incrementa la biomasa de tallos y hojas (Calzada-Marín *et al.*, 2018). Se ha encontrado que *P. purpureum* alcanza mayor altura y circunferencia a los 75-90 días, con hojas superiores en diámetro y longitud, lo que incrementa la producción de biomasa (Madera *et al.*, 2013). Calzada-Marín *et al.* (2014) reportan que *P. purpureum* encuentra su máximo crecimiento y producción a los 5 meses después de la siembra.

En *P. purpureum* existen ecotipos como Taiwán, Gigante, King grass, Merkerón, Napier, Maralfalfa y Roxo (INIFAP, 2016), lo que hace que dicha especie se convierte en una alternativa prominente. Al respecto, Ramos-Trejo *et*

al. (2015) mencionan que dicha especie tiene un amplio uso en la alimentación de ganado, además de su mayor consumo por sus elevados contenidos proteicos (Gómez-Gurrola *et al.*, 2015), a pesar de la ausencia de nutrientes en el suelo (Goyes-Vera, 2018), además, este forraje muestra elevada producción de biomasa al avanzar su estado de madurez (González *et al.*, 2011), mientras que la calidad de este forraje disminuye (Ordaz-Contreras *et al.*, 2018). Sin embargo, cuando este se cosecha a la edad indicada muestra mejoría en sus valores nutritivos (Ferreira *et al.*, 2012). El objetivo fue evaluar el crecimiento de ecotipos de *C. purpureus* en los Valles Centrales de Oaxaca en dos estaciones de crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del estudio

Esta investigación se realizó en el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO) ubicado en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán perteneciente a la región Valles Centrales del estado de Oaxaca, en las coordenadas 17° 01' 16" latitud norte y 96° 45' 51" longitud oeste, donde predominan los suelos vertisoles (INEGI, 2010). La temperatura promedio es de 20.4 °C, máxima de 23.01 °C durante el mes de mayo y mínima de 17.51 °C en los meses de enero y diciembre. La precipitación anual promedio es de 669.9 mm, el mes de septiembre es el mes más lluvioso (142.8 mm) y enero el más seco (1.2 mm) (CONAGUA, 2019).

### Diseño experimental

En el experimento se utilizó un diseño completamente al azar. Los seis tratamientos fueron los diferentes momentos de rebrote y se consideró realizar el análisis por ecotipo, mediante 16 repeticiones por tratamiento. Para la biomasa de materia seca al final del crecimiento se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 9 x 2, donde al factor A son los nueve ecotipos, y el B las dos épocas de evaluación, usando 16 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos deberían ser 108, resultado de un arreglo factorial: 2 estaciones, 9 ecotipos y 6 rebrotos.

### Ecotipos de *C. purpureus*

Se utilizaron nueve ecotipos de la especie *C. purpureus* (Elefante, Maralfalfa, Cuba CT-115, Roxo, Vruckwona, Taiwán, Merkeron, Mott y King Grass) provenientes del centro de estudios "La Posta" del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP Veracruz).

## Establecimiento del experimento

Para el establecimiento del experimento se realizó un barbecho y un rastreo, con la finalidad de mezclar, uniformizar y suavizar el suelo para la siembra. El experimento se estableció en el mes de julio del año 2017 en nueve parcelas de 4 x 4 m; en cada parcela se sembró un ecotipo con 16 estacas cada uno, a un ángulo de 40°. Se contabilizaron las 144 plantas en total, cada 30 días a partir de su establecimiento durante dos temporadas, de julio a diciembre de 2017 y de enero a junio de 2018. En el mes de enero se realizó un corte de uniformización de la pradera. Durante las dos temporadas se realizó un deshierbe manual cada dos meses.

### Variables evaluadas

Para estudiar el crecimiento, las variables evaluadas fueron: 1) Número de hojas (Nh), 2) Altura de la planta (Ap), del ras del suelo hasta el ápice de la hoja más larga, 3) Longitud de la hoja (Lh) más grande, desde la lígula hasta el ápice, 4) Biomasa total (B), determinada mediante la materia seca a los seis meses de cada temporada, para lo cual se cortaron todos los ecotipos a ras de suelo y se guardó en bolsas de papel, se metieron en una estufa de secado Marca Riossa® Modelo H-33 (Monterrey, Nuevo León, México), a 55 °C durante 106 h y se pesó cada bolsa para obtener la biomasa total en peso seco.

### Análisis estadístico

Los datos recopilados durante el experimento se analizaron estadísticamente a través del paquete SAS (2005) y se realizó una prueba de rangos de Duncan ( $P \leq 0.05$ ). Para la variable de biomasa se realizó una prueba de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Número de hojas por planta

En el análisis estadístico, en la temporada V-O se pudo observar que existen diferencias ( $P < 0.05$ ) entre las edades de rebrote, donde el ecotipo Vruckwona presentó el mayor número de hojas (15.3) a los 180 días, seguido de Mott con 12.7 hojas a los 150 días. Se muestran los comportamientos ascendentes de los diferentes ecotipos al desarrollarse el cultivo a través del tiempo, en donde el pasto Elefante muestra un comportamiento inferior a los demás (Figura 1), debido a la senescencia que presentó.

Para la temporada I-P se observaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ). El ecotipo Mott fue el que presentó el mayor número de hojas (6.8) a los 90 días de rebrote, seguido de pasto Elefante (5.1 hojas) a los 180 días. Se pudo observar que el número de hojas de los 9 ecotipos disminuyó 50 % manteniéndose hasta los 180 días, en comparación con V-O (Figura 2).

Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren de lo encontrado por Leonard *et al.* (2014), quienes encontraron que el desarrollo foliar máximo de *P. purpureum* es entre los 19 y 55 días de rebrote, en condiciones similares al presente estudio. Lo anterior se atribuye a las condiciones edafológicas del sitio experimental. En este sentido, Elizondo (2017) reporta que *P. purpureum* tiene valores superiores en cantidad de hojas a los 112 días después de su establecimiento. Maldonado-Peralta *et al.* (2019) reportan mayor rendimiento de hoja y recomendaron el corte de este forraje a los 70 días después del establecimiento.

Por otro lado, durante el ciclo invierno-primavera los valores disminuyeron, contrario a lo reportado por Santana *et al.* (2010), quienes encontraron un incremento en la producción de forraje en condiciones similares al experimento. Los datos que se encontraron se acercan a los resultados obtenidos por Fortes *et al.* (2012), quienes reportaron que este forraje se debe cortar a los 105 días después de su establecimiento con el fin de ofrecer un

forraje de calidad al ganado. En ese sentido, Martínez y González (2017) recomiendan realizar una comparación de la producción de hojas entre ecotipos, así como de las condiciones edafoclimáticas, para detectar el ecotipo que tenga mejor comportamiento productivo.

### Altura de la planta

Para el ciclo V-O se observaron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre las edades de rebrote. La mayor altura (85.6 cm) la presentó el ecotipo Merkeron a los 150 días de rebrote, seguido de Taiwán (80 cm) a la misma edad de rebrote. La altura de la planta fue ascendente hasta los 180 días en la mayoría de ecotipos (Figura 3).

En la temporada I-P se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre los momentos de rebrote. El mejor fue el ecotipo Merkeron (61.1 cm de altura) a los 180 días, seguido de Mott (56.8 cm de altura) a los 120 días. En general se observa una disminución del crecimiento en comparación con V-O (Figura 4).

Los ecotipos evaluados se caracterizaron por la adaptación a condiciones similares a las del estudio realizado por Valerio *et al.* (2013). La altura observada en este experimento supera los resultados obtenidos por Pilco y Pérez (2017), ya que ellos observaron en su experimento un crecimiento de 50 cm a los 180 días. En estos forrajes se han reportado alturas de hasta 75 cm a los 35 días

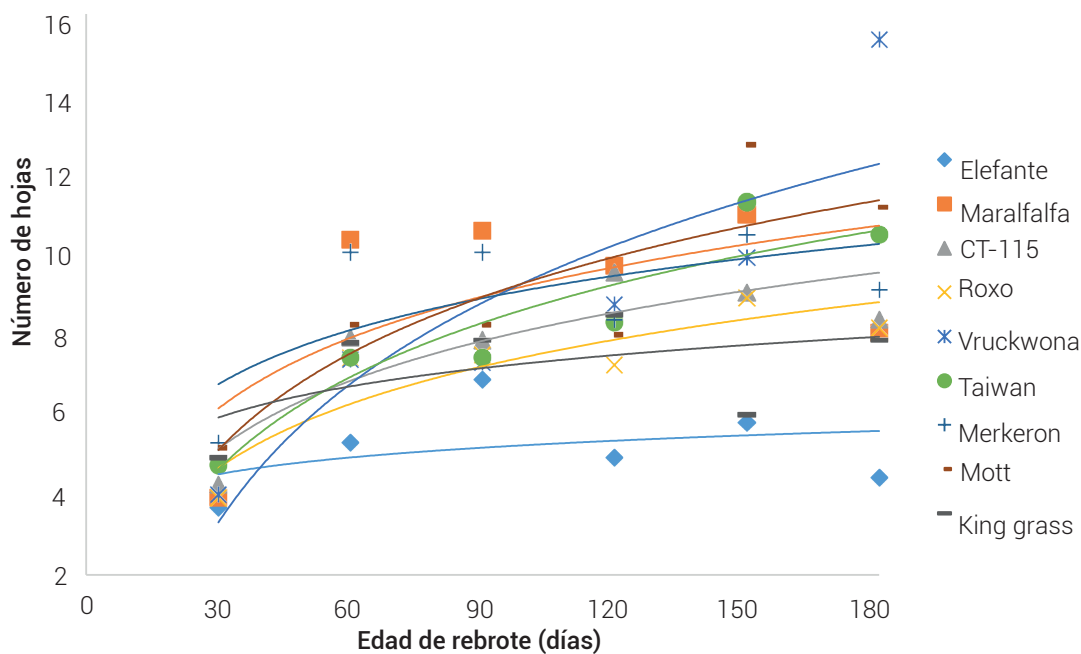


Figura 1. Curva de número de hojas de los ecotipos de *C. purpureum* en la temporada V-O.

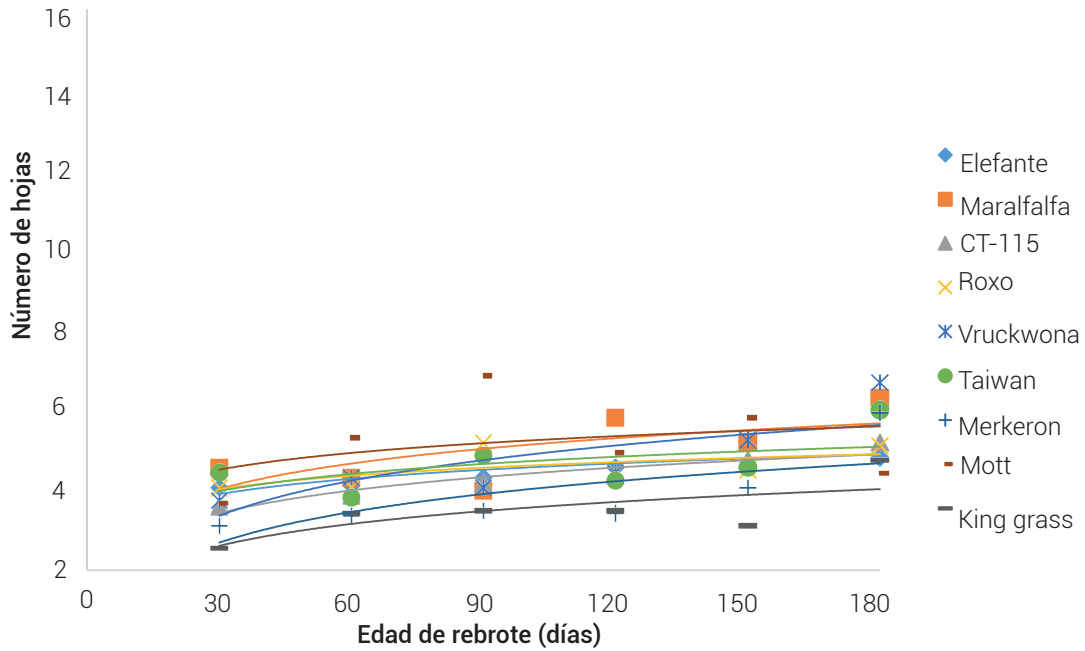


Figura 2. Curva de número de hojas de los ecotipos de *C. purpureum* en I-P.

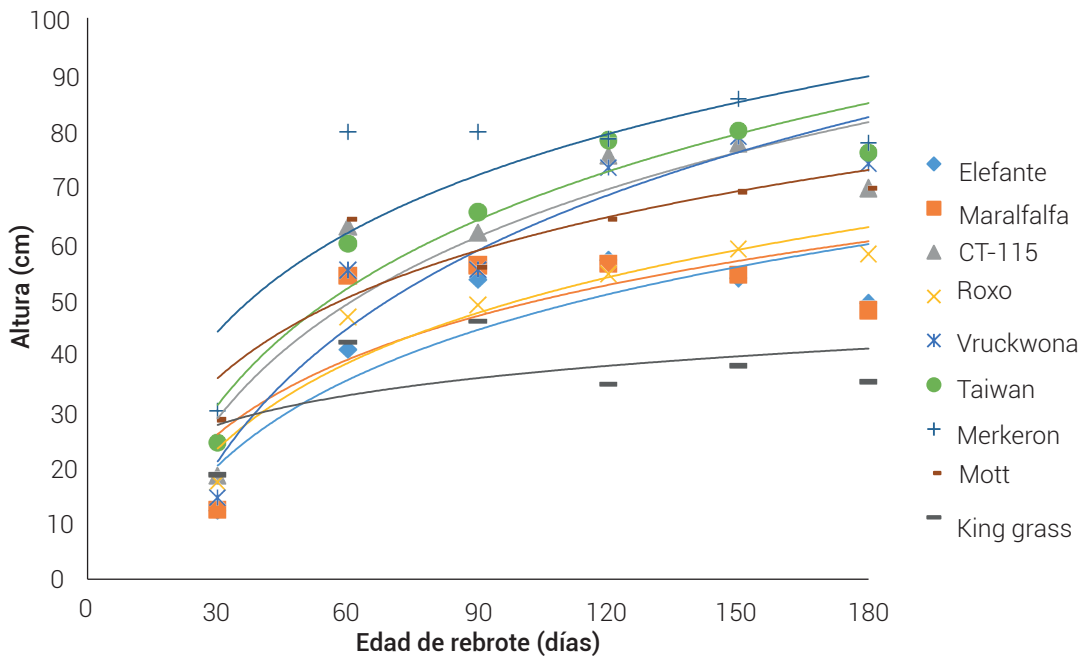


Figura 3. Curva de altura de planta en ecotipos de *C. purpureum* en V-O.

con una precipitación anual de 1879 mm (Asencio *et al.*, 2013). Esto explica que la cantidad de lluvia influye en el crecimiento de los forrajes de temporal. Rodríguez *et al.* (2011) reportaron un crecimiento máximo a los 70 y 106 días en la estación lluviosa y seca. Barrera *et al.* (2015) recomiendan que este forraje se corte a los 30 días de su establecimiento en condiciones climatológicas similares, ya que es el momento óptimo cuando la planta tiene el máximo de nutrientes para los rumiantes.

### Longitud de la hoja

En el ciclo V-O se observan diferencias ( $P < 0.05$ ) en los momentos de rebrote. El mejor fue el ecotipo Taiwan (46.6 cm) a los 90 días del establecimiento, seguido de Vruckwona (46.4 cm) a los 180 días (Figura 5).

En la temporada I-P el mejor fue el ecotipo Elefante (51 cm de longitud) a los 180 días, seguido de Merkeron (48.4 cm) en el mismo momento. Se observó que el ecotipo King Grass mostró una menor longitud de la hoja (28.3 cm) a los 180 días.

Nava *et al.* (2013), en su experimento con *P. purpureum* en condiciones similares, encontraron un crecimiento máximo en hojas a los 120 días de su establecimiento, superando los resultados de este experimento. Citalán *et al.* (2012) recomiendan realizar corte de *P. purpureum* entre los 45 y 60 días, ya que en este lapso de tiempo se

alcanza mayor longitud de hojas. Los datos superan a la temporada V-O, lo cual se puede adjudicar a la adaptación y resistencia del ecotipo a las condiciones de estrés hídrico. Esto coincide con Condori *et al.* (2018), quienes observaron que este forraje tuvo mejor comportamiento y adaptación a las condiciones con ambiente seco. Los resultados observados en este experimento difieren con lo que reportan Vivas-Quila *et al.* (2019), ya que en el experimento que realizaron el momento óptimo de crecimiento del ecotipo Elefante fue a los 70 días, con mayor crecimiento de las hojas (Sterling y Guerra, 2010).

### Biomasa

En el Cuadro 1 se presenta la comparación de medias de biomasa. Los mejores fueron Elefante, Cuba CT-115, Vruckwona, Taiwan y Merkeron, con 1.18, 1.38, 1.23, 1.4 y 1.73 t MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Con respecto a la temporada, la mejor fue V-O, con 1.38 t MS ha<sup>-1</sup>.

Goyes-Vera *et al.* (2018) reportaron que el ecotipo que mejor se adapta a condiciones similares del estudio es el Elefante, al presentar mayor cantidad de biomasa, contrario a lo que se observó en este experimento pues Merkeron obtuvo el mayor rendimiento (1.73 t MS ha<sup>-1</sup>), debido a diferentes factores, como la fisiología de la planta y el grado de fertilidad en el suelo. Por otra parte, la producción de biomasa en época de lluvias es mayor, ya que la acumulación de forraje depende mucho de la

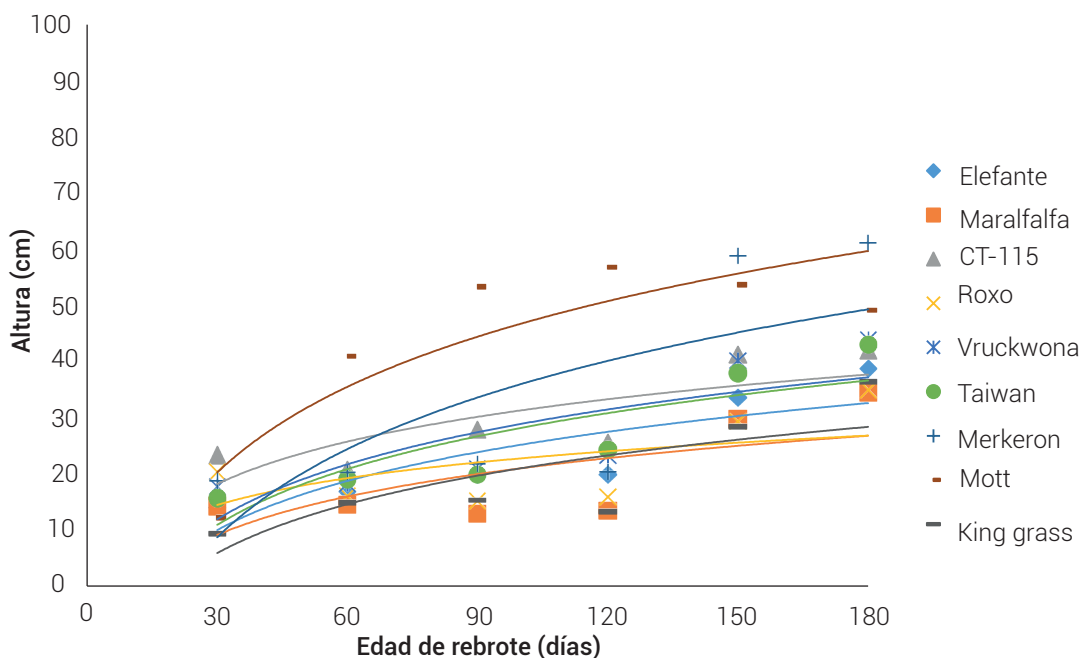


Figura 4. Curva de altura de la planta de los ecotipos de *C. purpureum* en I-P.

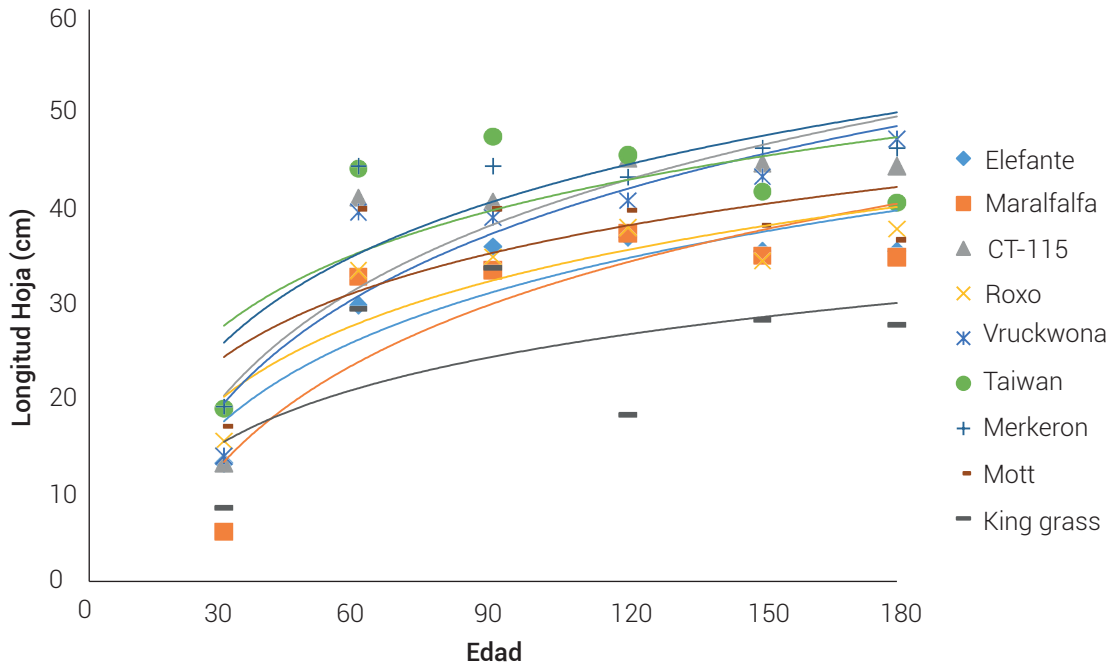


Figura 5. Curva de longitud de la hoja de los ecotipos de *C. purpureum* en V-O.

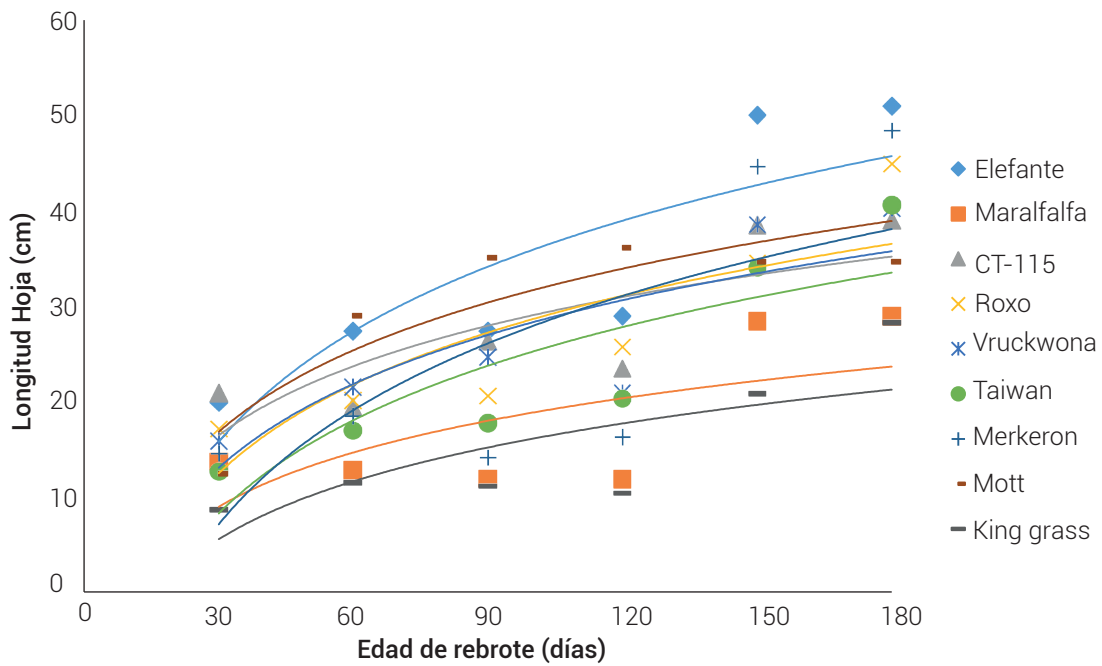


Figura 6. Curva de longitud de la hoja de los ecotipos de *C. purpureum* en I-P.



**Cuadro 1. Comparación de medias de biomasa considerando ciclo y ecotipo.**

Ecotipo/ciclo	Biomasa (t MS ha <sup>-1</sup> )
<u>Ecotipo</u>	
Elefante	1.18 abc
Maralfalfa	0.55 cd
CT-115	1.38 ab
Roxo	0.78 bcd
Vruckwona	1.23 abc
Taiwan	1.40 ab
Merkeron	1.73 a
Mott	0.82 bcd
King Grass	0.4 d
<u>Ciclo</u>	
verano-otoño	1.38 a
invierno-primavera	0.73 b

Valores con letras iguales en la misma columna no son significativamente diferentes (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

estación o temporada (Calvano *et al.*, 2011; Mujica y Molina, 2017). Esto se reafirma con los resultados obtenidos en esta investigación, ya que la mayor cantidad de biomasa se obtuvo en la temporada V-O (1.38 t MS ha<sup>-1</sup>), que fue donde se registró mayor precipitación. Fortes *et al.* (2012) confirman que el crecimiento y desarrollo de *Pennisetum* está condicionado a la edad de rebrote y a las condiciones climáticas.

## CONCLUSIONES

La mejor temporada fue V-O, ya que se observó mayor producción de biomasa y se obtuvieron los valores más altos en cuanto a número de hojas por planta en el ecotipo Vruckwona y en altura de la planta en Merkeron, resultados asociados principalmente a la disponibilidad hídrica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asencio V., M. Tapia y L. García (2013) Evaluación y selección de nueve gramíneas con potencial forrajero en el este de la República Dominicana. *Revista Agropecuaria y Forestal* 2:37-42.
- Barrera A. A. E., H. C. A. Molina, M. E. O. Tapia, C. J. H. Avellaneda, F. L. M. Casanova y G. M. M. Peña (2015) Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum* sp. *Ciencia y Tecnología* 8:13-27, <https://doi.org/10.18779/cyt.v8i2.106>
- Calvano M. P. C. A., V. P. B. Euclides, D. B. Montagner, B. Lempp, G. D. S. Difante, R. S. Flores y S. Galbeiro (2011) Tiller and forage accumulation in Marandu grass under different grazing intensities. *Revista Ceres* 58:781-789.
- Calzada-Marín J. M., J. F. Enríquez-Quiroz, A. Hernández-Garay, E. Ortega-Jiménez y S. I. Mendoza-Pedroza (2014) Análisis de crecimiento del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 5:247-260, <https://doi.org/10.22319/rmcp.v5i2.3664>
- Calzada-Marín J. M., E. Ortega-Jiménez, J. F. Enríquez-Quiroz, A. Hernández-Garay, H. Vaquera-Huerta, J. A. Escalante-Estrada (2018) Análisis de crecimiento del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum* Schum) en clima cálido subhúmedo. *Agroproductividad* 11:69-75.
- Cavallotti V. B. (2014) Ganadería bovina de carne y leche. Problemática y alternativas. *El Cotidiano* 188: 95-101.
- Citalán C. L., C. B. Domínguez, Z. M. A. Orantes, C. A. Manzur, M. B. Sánchez, L. M. C. De los Santos, ... y T. J. Nahed (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* 13:19-23.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2019) Resúmenes mensuales de temperaturas y lluvias, <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Mensuales/oax/00020354.TXT>
- Condori V. S., H. P. Ruiz, G. O. Ticona y M. G. J. Chipana (2018) Evaluación del desarrollo vegetativo de Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) bajo la aplicación de biol bovino en la Estación Experimental Choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* 5:50-67.
- Elizondo S. J. (2017) Producción de biomasa y calidad nutricional de tres forrajes cosechados a dos alturas. *Agronomía Mesoamericana* 28:329-340, <https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.23418>
- Ferreira L. F., C. L. Lopes, P. A. Vander, L. F. J. Da Silva e F. S. Afférrí (2012) Produção forrageira e composição bromatológica de combinações genômicas de capim-Elefante e milheto. *Revista Ciência Agronômica* 43:368-375.
- Fortes D., R. S. Herrera, M. García, A. M. Cruz y A. Romero (2012) Composición química de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46:321-329.
- García L. M., A. R. Mesa y M. Hernández (2014) Potencial forrajero de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* en un suelo Pardo de Las Tunas. *Pastos y Forrajes* 37: 413-419.
- Gomez-Gurrola A., J. L. Loya-Olguin, L. Sanginés-García y J. A. Gómez-Gurrola (2015) Composición química y producción del pasto *Pennisetum purpureum* en la época de lluvias y diferentes estados de madurez. *Revista EDUCATECONCIENCIA* 6:68-74.
- González I., M. Betancourt, A. Fuenmayor y M. Lugo (2011) Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela. *Revista Científica Zootecnia Tropical* 29:103-112.
- Goyes-Vera F. R., J. C. Martínez-González, R. A. Saquicela-Rojas, L. D. Catota-Gómez, M. V. Acosta-Jácome y F. B. Barros-Valarezo (2018) Fertilización y producción de pastos del género *Pennisetum* en Santo Domingo Ecuador. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 21:213-223.
- INIFAP, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2016) Paquete tecnológico para el cultivo de Zacate *Pennisetum purpureum*. Propuesta de validación 2016. Dirección de Coordinación y Vinculación Estatal en San Luis Potosí, <http://www.campopotosino.gob.mx/index.php/noticias/noticias-campo-potosino/15-servicios-al-productor/33-paquetes-tecnologicos2>
- Ku V. J. C. (2018) Crisis de la ganadería bovina en el trópico de México: opciones para mejorar la eficiencia productiva. Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A. C. Morelia, Michoacán, [http://ampa.mx/assets/crisis-de-la-ganaderia-bovina-en-mexico-mayo-4--2018-\(michoacan\)-jk.pdf](http://ampa.mx/assets/crisis-de-la-ganaderia-bovina-en-mexico-mayo-4--2018-(michoacan)-jk.pdf)
- Leonard I., B. J. C. Vargas, H. Uvidia, V. Torres, M. Andino y D. Benitez (2014) Influencia del método de siembra sobre la curva de crecimiento del *Pennisetum purpureum* vc King Grass en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología* 3:33-48.
- Li X., X. Geng, R. Xie, L. Fu, J. Jiang, L. Gao and J. Sun (2016) The endophytic bacteria isolated from elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) promote plant growth and enhance salt tolerance of Hybrid *Pennisetum*. *Biotechnology for Biofuels* 9:1-12, <https://doi.org/10.1186/s13068-016-0592-0>
- Madera N. B., B. Ortiz, H. M. Bacab y H. Magaña (2013) Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad *in vitro* de la materia seca. *Avances en Investigación Agropecuaria* 17:41-52.

- Maldonado-Peralta M., A. R. Rojas-García, P. Sánchez-Santillán, M. B. Bottini-Luzardo, N. Torres-Salado, J. Ventura-Ríos, S. Joaquín-Cancino y M. J. Luna-Guerreo (2019) Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) en el trópico seco. *Agroproductividad* 12:17-22, <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1445>
- Martínez R. O. y C. González (2017) Evaluación de variedades e híbridos de pasto Elefante *Pennisetum purpureum* y *Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum* para la producción de forrajes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 51:477-487.
- Mujica P. Y. y D. L. Molina (2017) Influencia de hongos micorrízicos arbusculares (*Rhizoglyphus intraradices*) y un estimulador del crecimiento vegetal en *Pennisetum purpureum* Sch. cv. Cuba CT-115. *Cultivos Tropicales* 38:131-137.
- Nava J. J., E. Gutiérrez, R. S. Herrera, F. Zavala, E. Olivares, J. E. Treviño, H. Bernal y C. G. S. Valdés (2013) Rendimiento y composición química del pasto CT-115 (*Pennisetum purpureum*) establecido a dos densidades y en dos fechas de siembra en Marín, Nuevo León, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 47:419-424.
- Ordaz-Contreras R., E. Sosa-Montes, S. I. Mendoza-Pedroza, R. D. Améndola-Massioti, S. Reyes-Castro, E. Ortega-Jiménez, S. Joaquín-Cancino y A. Hernández-Garay (2018) Composición química del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) a diferente intervalo de corte. *Agroproductividad* 11:134-139.
- Pérez E. R. (2008) El lado oscuro de la ganadería. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía* 39:217-227.
- Pilco T. S. R. y L. C. Pérez (2017) Análisis de crecimiento del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en un ambiente atemperado en el Altiplano Central de Bolivia. *Revista Apthapi* 3:620-633.
- Ramos-Trejo O. S., C. A. Victoria-Graniel y J. J. Sandoval-Gío (2015) Temporada, fertilización y rendimiento de variedades de *Pennisetum purpureum*. *Agrociencia* 49:837-844.
- Rodríguez L., V. Torres, R. O. Martínez, O. Jay, A. C. Noda y M. Herrera (2011) Models to estimate the growth dynamics of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-169. *Cuban Journal of Agricultural Science* 45:349-354.
- Santana P. A. A., L. A. Pérez y A. M. E. Figueredo (2010) Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) en época lluviosa. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 1:277-286.
- Statiscal Analysis System (SAS) (2005) The SAS for Windows. V 9.01. SAS. Institute Cary, NC. USA. 480 p.
- Sterling R. L. y G. C. E. Guerra (2010) Segunda fase de la evaluación comparativa de los pastos Maralfalfa, Elefante verde y morado en el municipio de Pitalito, Huila (Colombia). *Revista de Investigaciones UNAD* 9:533-540, <https://doi.org/10.22490/25391887.709>
- Valerio D., Y. Soto y F. Matos (2013) Evaluación y selección de once gramíneas forrajeras en la provincia de la vega. *Revista Agropecuaria y Forestal* 2:23-30.
- Vivas-Quila N. J., M. Z. Criollo-Dorado y M. C. Cedeño-Gómez (2019) Frecuencia de corte de pasto Elefante morado *Pennisetum purpureum* Schumach. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 17:45-55, <https://doi.org/10.18684/1203>