

Evaluación de métodos de plantación de secciones del tallo de *Tithonia diversifolia* para conformar bancos proteínicos

Evaluation of methods of planting sections of the stem of Tithonia diversifolia to form protein banks

Carlos Alberto Iriban Díaz

Ingeniero Agrónomo, Maestrante en formación del programa "Agroecología Sostenible", Empresa Pecuaria Genética "Camilo Cienfuegos", Consolación del Sur, Pinar del Río, Cuba, carlos.iriban@nauta.cu; ID: <https://orcid.org/0000-0003-4005-919X>

Álvaro Celestino Alonso-Vázquez

Doctor en Ciencias Veterinarias, Máster en Producción Animal Tropical, profesor e investigador Titular de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca"; Empresa Pecuaria Genética "Camilo Cienfuegos". Dirección Técnica Desarrollo. Consolación del Sur, Pinar del Río, Cuba. Teléf.: 53-48-845270; alonsoalvaroc@gmail.com; ID: <https://orcid.org/0000-0002-9895-5790>

Mileisys Benítez Odio

Doctora en Ciencias Veterinarias, Máster en Agroecología sostenible, profesora Titular e investigadora Auxiliar de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", Pinar del Río, Cuba, meleysis@upr.edu.cu; ID: <https://orcid.org/0000-0003-1785-817X>

Para citar este artículo/To reference this article/Para citar este artigo

Iriban Díaz, C. A., Alonso-Vázquez, A. C. & Benítez Odio, M. (2022). Evaluación de métodos de plantación de secciones del tallo de *Tithonia diversifolia* para conformar bancos proteínicos. *Avances*, 24(1), 107-119, <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/678/1907>

Recibido: 11 de agosto de 2021

Aceptado: 15 de diciembre de 2021

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la colocación de la semilla agámica proveniente de secciones del tallo (basal, media y punta) de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray y la colocación de la misma (90°,

75° y 45°) para fomentar bancos de proteínicos en unidades ganaderas. Se utilizó diseño de bloques al azar en arreglo factorial (3 x 3). Los resultados encontraron diferencias significativas (P

< 0.0001) para indicador por ciento de germinación por tipo de sección empleada. La cantidad de plantas con dos o más rebrotes y el peso del follaje por forma de colocar la semilla en relación al suelo, mostró diferencias ($P < 0.0001$) para el primer indicador en todas las secciones y ($P < 0.05$) para las secciones media y punta de la semilla. Los mejores porcentajes de germinación se encontraron en secciones provenientes del centro y punta de la semilla y colocados a 75° . Similar comportamiento se presentó en el número de rebrotes/planta, con cantidades superiores para esquejes de la sección central y punta en comparación con los de la sección basal. El mayor peso de la biomasa aérea fue igualmente superior para las plantas provenientes de estas secciones. Se concluye que para conformar bancos proteínicos cuando se siembra semilla agámica dejando una parte aérea expuesta resulta más conveniente con la sección media y punta del tallo e inclinada a 75° en relación al suelo. Esto facilita mayores porcentajes de germinación por semilla plantada, con mayores pesos del follaje producido lo que trae consigo superiores volúmenes de biomasa para suministrar.

Palabras clave: bancos de proteínas; germinación; peso de follaje; semilla.

ABSTRACT

The effect of the placement of the agamic seed from sections of the stem (basal, middle and tip) of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray and the placement of the same (90° , 75° and 45°) to promote protein banks in livestock units. A random block design in factorial arrangement (3 x 3) was used. The results found significant differences ($P < 0.0001$) for the percentage of germination indicator by type of section used. The number of plants with two or more sprouts and the weight of the foliage by way of placing the seed in relation to the ground, showed differences ($P < 0.0001$) for the first indicator in all sections and ($P < 0.05$) for the middle sections and seed tip. The best germination percentages were found in sections from the center and tip of the seed and placed at 75° . Similar behavior was presented in the number of shoots / plant, with higher amounts for cuttings from the central and tip sections compared to those from the basal section. The greater weight of the aerial biomass was also higher for the plants from these sections. It is concluded that to form protein banks when agamic seed is sown leaving an exposed aerial part, it is more convenient with the middle section and tip of the stem and inclined at 75° in relation to the soil. This facilitates higher percentages of germination per planted seed, with higher weights of the foliage produced,

which brings with it higher volumes of biomass to supply.

INTRODUCCIÓN

Según Jiménez-Castro (2018), los sistemas de producción de leche en el trópico basan su alimentación fundamentalmente en pastos, los cuales en determinadas épocas como la poco lluviosa, muestran una baja calidad bromatológica con notable reducción en la producción de biomasa.

Por su parte Alonso et al. (2021) sostienen que en la alimentación de los rebaños ganaderos, son muchas las especies no pertenecientes a los grupos de gramíneas y leguminosas capaces de producir elevados volúmenes de biomasa, además de acumular en sus hojas altos niveles de nitrógeno y fósforo, que las convierten en robustas fuentes de alimentación a incorporar en las dietas de rumiantes y monogástricos sobre todo para aquellos sistemas de bajas disponibilidades de recursos financieros y materiales.

Una alternativa para mitigar la situación que se presenta con la calidad de las pasturas que conforman las dietas en bovinos lo constituye la conformación de los bancos forrajeros. Para Cardona-Iglesias et al. (2017), éstos constituyen una estrategia nutricional viable en la suplementación de los rumiantes en el

Key words: protein banks; germination; foliage weight; seed.

trópico, a causa de las bondades nutritivas que aportan con notable disminución en el uso de insumos externos. Una gran potencialidad lo constituyen los bancos forrajeros de proteínicas, que a consideración de Buitrago-Guillen et al. (2018) además de las bondades desde el punto de vista nutricional que aportan, propician un aumento en la fijación de nitrógeno, la corrección de las condiciones general de los suelos y la contribución que hacen dichas plantas a la mejora de la biodiversidad del ecosistema ganadero.

Para la conformación de dichos bancos forrajeros pueden emplearse un conjunto de gramíneas que aportan altas concentraciones de biomasa en pie o proteínicas que cumplen igual función, sobresaliendo dentro de éstas últimas, la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, por las características agronómicas y bromatológicas que posee, además de la alta plasticidad ecológica y productiva, que la convierte entre los ganaderos cubanos y de otras regiones del mundo en una de las planta proteínicas más aceptada para ser suministrada a los rebaños bovinos (Paniagua-Hernández et al., 2020).

Su propagación puede realizarse a través de semilla sexual y semilla vegetativa, siendo este último el método más utilizado, aunque estudios desarrollados aluden un nivel de pérdida de las estacas a causa de la humedad presente en el suelo, unido a otros factores de tipo directo e indirecto que intervienen en su establecimiento (González et al., 2013); de ahí la necesidad de profundizar estudios en cuanto a métodos correctos de propagación de dicha planta cuando se emplea semilla agámica.

Por todas lo abordado y como parte del proyecto territorial:

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la unidad productiva Vaquería 131, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (U.E.B) "Loma de Candelaria" de la Empresa Pecuaria Genética "Camilo Cienfuegos" ubicada en el municipio Consolación del Sur, provincia Pinar del Río, Cuba. Dicha unidad es uno de los centros productivos incorporados a la extensión de buenas prácticas agro productiva previstos en el proyecto territorial y cuenta con una extensión de área de 90.5 ha, su relieve es ligeramente ondulado y los suelos poseen característica agroproductiva III, de tipo ferralítico, cuarcítico amarillo

Integración en la gestión de la tecnología y la innovación, una necesidad para el sector agropecuario en la provincia de Pinar del Río, que responde al Programa Territorial de Ciencia, Tecnología e Innovación: "Producción Sostenible de Alimentos", se decidió como objetivo: evaluar el efecto de la colocación de la semilla agámica colectada de diferentes secciones del tallo (basal, media y punta) de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray y la colocación de la misma (90°, 75° y 45°) para fomentar bancos de proteínicas en unidades ganaderas dedicadas a la producción de leche.

lixiviado. El estudio fue desarrollado a partir del mes de agosto del 2019.

Dentro de la unidad productiva, se seleccionó un área de 2 ha para llevar a cabo la investigación a desarrollar. A dicha área se le realizaron previamente todas las labores de preparación de tierra (arado+grada+cruce+grada (mullido)) y luego de esta última labor se le incorporó 4 ton de materia orgánica y no se aplicó riego.

Con posterioridad se realizó el surcado aproximadamente a 0.70 cm de distancia entre surcos, los cuales alcanzaron una longitud de 122 metros

cada uno. El total de surcos conformados se dividieron en tres grandes bloques, que conformarían cada uno de los tratamientos experimentales a desarrollar, y para cada surco se previó un marco de plantación de 50 cm de narigón entre semillas a plantar.

Posteriormente, se procedió al corte y selección de la semilla de *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray, seleccionando el material 23 de ésta proteínica, obtenido en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba, y que ya se encontraba establecido en áreas de unidades ganaderas de la Empresa. La misma poseía alrededor de 120 días de edad y no presentaba inflorescencia. El corte de la parte aérea de la planta (ramas) se realizó aproximadamente a 20 cm del suelo y fue eliminado todo el follaje presente y el meristema apical de cada tallo. El grosor aproximado de los mismos oscilaba entre 2.0 – 3.0 cm de diámetro.

Posteriormente al corte se procedió al cargue y acarreo de la semilla colectada, la que fue depositada en área aledaña a la sombra, para proceder a la obtención de los esquejes o semillas por sección del tallo (basal, media y punta). El día previo a la siembra, se procedió al troceo de las ramas colectadas a un largo aproximado de 25 a 30 cm de longitud, separándolas

en tres grandes grupos por secciones del tallo (basal, centro y punta).

Las estacas de cada sección de tallo obtenida se plantaron enterrando una de sus puntas a profundidad de hasta 15 cm aproximadamente en el fondo del suelo. Se usó la misma cantidad de estacas por surcos y el área experimental se mantuvo limpia de malezas.

Para el estudio se aplicó un diseño de bloques al azar en arreglo factorial (3 x 3). Los factores evaluados se relacionaron a la posición que se le dio a la estaca en relación al suelo, y estos fueron:

- a) Sembrado a 90°
- b) Sembrado a 75°
- c) Sembrado a 45°

Los tratamientos conformados estuvieron en correspondencia con la sección del tallo colectada para la siembra:

- a) Tratamiento 1 (Sección basal)
- b) Tratamiento 2 (Sección media)
- c) Tratamiento 3 (Sección punta).

Por cada tratamiento se realizaron cuatro réplicas. A todos los tratamientos se le realizaron mediciones cada 15 días de los siguientes parámetros:

1. Porcentaje de germinación sección de tallo según posición de la siembra de la misma en relación al suelo.
2. Número de rebrote transcurridos 14 días de la siembra.
3. Peso del follaje por planta.

Las mediciones obtenidas fueron anotadas en libreta de trabajo y posteriormente se conformó tablas en

Microsoft Excel para organizar la información colectada y realizar procesamiento estadístico.

A los resultados de las mediciones realizadas, se realizó análisis de varianza y en los casos necesarios se empleó la dística de Duncan (1955). Para ello se empleó el paquete estadístico Infostat versión 2008 de Rienzo et al. (2008)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se exponen los porcentos de germinación por sección de tallo de *Tithonia diversifolia* (Helms) gray según posición de la siembra de la misma en relación al suelo. Los porcentos de germinación a los 14 días de establecidas las semillas, en las tres posiciones de siembra empleada presentaron diferencias ($P < 0.0001$) entre las medias de cada sección de tallo empleada.

Se encontró mayores porcentos de germinación en los segmentos provenientes de la sección central y

punta de la semilla, cuando fueron sembrados a 75° en relación al suelo.

Los esquejes provenientes de la sección basal presentaron una germinación entre el 26.3 y 28.1 % inferior en su rebrote en relación con los de la sección media. Similar comportamiento se mantuvo después de transcurridos los 14 días para cada tratamiento, alcanzándose porcentos de germinación superiores a 88 % para los esquejes provenientes de la sección media seguida por los provenientes de la sección punta de la semilla colectada.

Tabla 1. Por ciento de germinación por sección de tallo de *Tithonia diversifolia* (Helms) gray, según posición de la siembra de la misma en relación al suelo.

Evaluaciones	Sección Basal	Sección Centro	Sección Punta	Sig.
90° relación al suelo (%)	63.67 ^a	88.58 ^c	78.09 ^b	0.0001
EE±		2.16		
75° relación al suelo (%)	73.17 ^a	92.67 ^b	79.27 ^a	
EE±		2.25		
45° relación al suelo (%)	66.75 ^a	90.25 ^c	76.27 ^b	
EE±		2.16		

Leyenda: ^{a, b, c} Valores con superíndices diferentes en la misma fila difieren $p < 0.05$ según Duncan (1955).

Los porcentos de germinación encontrados en los esquejes de la sección del centro y punta son similares a los reportados por Castillo y Betancourt (2018), quienes en un marco de plantación de 1.0 m x 1.0 m, informan un 92,4 % de germinación para estacas enterradas por una de sus puntas y lo reportado por Alonso et al. (2021) al establecer esquejes provenientes de esta planta en condiciones de vivero, con brotaciones superiores al 92.3 % para las secciones de la parte media y punta de la semilla de *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray.

Por otro lado los porcentos de germinación de las secciones basal y punta plantados a 75° resultaron inferiores a los informados por Castillo et al. (2016) en su tratamiento B, al reportar porcentos de germinación del 88.8 % de la semilla plantada procedente de esta sección. Sin embargo, para la semilla inclinada en

relación al suelo a 90° y 45° de esta misma sección, los valores fueron iguales y superiores a los reportados por estos autores.

Los resultados encontrados en la presente investigación se corresponden además con lo informado por González et al. (2013), quienes al evaluar estacas de diferentes secciones del tallo de *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray lograron los mayores porcentajes de brotación y enraizamiento con la parte central, lo que influye directamente en factores productivos, como la población de tallos/ha y el rendimiento en t de MS/ha.

Dichos resultados se atribuyen presuntivamente a que los esquejes provenientes de la sección central y punta de la planta, poseen mayor cantidad de yemas que las basales, lo cual favorece que se incrementen las posibilidades de brotación. Además,

como sostienen Gonzales et al. (2013), en éstas secciones se concentran mayor cantidad de sustancias de reserva, las que de conjunto con los nuevos brotes y hojas que se forman, elevan la actividad fotosintética, así como la producción de auxinas endógenas que estimulan la formación de callos y su diferenciación radical.

En cuanto al número de plantas con rebrotes germinal por sección de tallo de *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray a los 14 días de realizada la

plantación, según posición de la siembra de la misma en relación al suelo (Tabla 2), se constató que para las semillas procedentes de las secciones centro y punta se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la cantidad de plantas con uno o varios rebrotes germinal luego de 14 días de plantados para todas las posiciones de siembra empleadas. Los esquejes procedentes de la sección basal de la semilla, no presentaron diferencias significativas entre las posiciones en que se difundió la misma en relación al suelo.

Tabla 2. Número de plantas con rebrotes germinal por sección de tallo de *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray a los 14 días de realizada la plantación, según posición de la siembra de la misma en relación al suelo. **Fuente:** elaboración propia.

Evaluaciones	90° relación	75° relación	45° relación	Sig.
	al suelo	al suelo	al suelo	
	n=245			
Sección Basal	61.60	80.80	73.20	0.2735
EE±		21.22		
Sección Centro	109.80 ^{ab}	152.60 ^b	95.20 ^{ab}	0.0501
EE±		25.64		
Sección Punta	125.20 ^{ab}	159.40 ^b	111.00 ^{ab}	0.0466
EE±		25.87		

Legenda: ^{a, b, c} Valores con superíndices diferentes en la misma fila difieren $p < 0.05$ según Duncan (1955).

Según los resultados encontrados se proporcionó mejores resultados cuando se sembró la sección de la punta a 75°, con comportamiento muy similar para el segmento de la sección del centro a igual posición de siembra en relación al suelo.

Autores como Lodoño et al. (2019) y Alonso et al. (2021), atribuyen que el

comportamiento apreciado en la sección media y punta de las estacas radica de igual forma en la presencia de mayor cantidad de yemas que las encontradas en la sección basal, lo que incrementa las posibilidades de rebrotación, promoviendo una mayor

formación de hojas que en conjunto con las sustancias de reserva en esta zona

del tallo, mientras en los esquejes provenientes de la sección basal de la semilla colectada se presenta una mayor lignificación, además de una mayor separación entre las yemas de esta sección, factores que inciden en el menor porcentaje de germinación encontrado.

Estos resultados descritos, se pueden asociar además, a que se encuentre presuntamente mayores porcentajes de aporte de MS en el follaje provenientes de las plantas establecidas de la sección del centro y punta al alcanzar el momento óptimo para su cosecha, en correspondencia con los resultados informados por Elizondo-Salazar, (2017); Guatusmal-Gelpud et al. (2020) y Paniagua et al. (2020) quienes evaluaron la variable edad de rebrote en *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray, encontraron un incremento de la MS en los tallos colectados, que fue incrementándose a medida que aumentó la edad de rebrote, luego de los diferentes cortes realizados a la planta

como comportamiento normal presente en la mayoría de los forrajes.

En la Tabla 3, se presenta el peso del follaje por sección de tallo de *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray, según posición de la siembra de la misma en relación al suelo. Para todas las posiciones en que se colocó la semilla en relación al suelo, se encontró diferencias ($P < 0.01$) entre los pesos que presentó el follaje colectado de cada una de las secciones de tallo establecidas.

Resultaron mejor los pesos del follaje encontrados en las plantas provenientes de la sección del centro del tallo cuando se plantaron a 75° en relación al suelo con un 60 % de biomasa superior al que se registró en el follaje presente en las plantas que emergieron de la semilla proveniente de la sección basal. Un comportamiento similar se encontró en el peso del follaje presente en las plantas provenientes de la sección punta aunque solo en un 42.5 % superior.

Tabla 3. Peso del follaje por sección de tallo de *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray, según posición de la siembra de la misma en relación al suelo.

Evaluaciones	90° relación al suelo (g)	75° relación al suelo (g)	45° relación al suelo (g)	Sig.
Sección Basal	542.50 ^{ab}	447.00 ^a	495.50 ^a	0.0001
EE±		97.66		
Sección Centro	942.00 ^{cd}	2385.00 ^a	1619.75 ^b	
EE±		97.66		
Sección Punta	705.00 ^{ab}	920.00 ^a	821.50 ^b	
EE±		97.66		

Leyenda: ^{a, b, c} Valores con superíndices diferentes en la misma fila difieren $p < 0.05$ según Duncan (1955).

En la presente investigación se observó un aumento del peso del follaje y por ende de producción de biomasa, conforme se incrementó los cortes de las plantas para ser consumidas por los animales y los rebrotes que emergieron de cada sección de los tallos colectados.

Los resultados encontrados en el peso del follaje por sección del tallo pudieron estar relacionado con el efecto beneficioso de las condiciones climáticas durante el período lluvioso en que se estableció el banco de plantas proteínicas, hecho que facilita el buen desarrollo de la especie y posibilita la expresión de su potencial, al no presentarse factores limitantes, como la sequía y la falta de luminosidad.

Lo anterior, unido al efecto de la edad fisiológica de las secciones del tallo, pudiera contribuir a la diferencia encontrada entre tratamientos. Al conocerse que la *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray es una especie de crecimiento erecto, la sección basal de la planta (estratos inferiores) presentan el material vegetal más antiguo y por ende,

es donde existe una menor actividad metabólica de la planta, la síntesis de enzimas y de proteínas. Esto pudiera influir en la movilización de las sustancias de reserva para los nuevos rebrotes que se formaron y la cantidad de biomasa que se generó.

El factor forma de plantación de la semilla, pudo tener relación con algunas de las variables estudiadas como porcentaje de germinación, cantidad de plantas con uno, dos o más rebrotes y el peso/follaje al compararla con diferentes estudios realizados, sin embargo, los pesos de follaje por sección del tallo coinciden con lo obtenido por Ruiz et al. (2009) y González et al. (2013), quienes en un estudio similar obtuvieron mayor peso de hojas verdes, de esta misma especie, al plantar las estacas de la sección media acostadas en el fondo del suelo, los cuales asumen además que, al plantar los tallos por una de sus puntas, se obtienen plantas más débiles, con menor número de hojas y menor peso de la planta, lo cual no se cumplió según los resultados encontrados en el presente estudio.

CONCLUSIONES

Se concluye que para la plantación de *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray a través de semilla agámica proveniente de diferentes secciones de tallo se debe

potenciar con la semilla proveniente de la sección media y punta del tallo y que la misma cuando se siembra dejando una parte aérea expuesta debe dársele

una inclinación a la semilla a 75° en relación al suelo. Esto facilita la obtención de mayores porcentos de germinación por semilla plantada, con

plantas que muestran mayores pesos en el follaje producido, lo que trae consigo superiores volúmenes de biomasa para suministrar a nuestros rebaños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso-Vázquez, A. C., Iriban Díaz, C. A., Castillo Almeida, G., Benítez Odio, M. & Rodríguez Paz, F. D. (2021). Sistema silvopastoril con *Tithonia diversifolia* establecida con mínimo laboreo, alternativa tecnológica a fomentar en sistemas ganaderos. *Avances*, 23(3), 269-281, <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/630/1821>
- Buitrago, M. E., Ospina-Daza, L. A. & Narváez-Solarte, W. (2018). Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 22(1), 31-42. <http://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.2>
- Cardona-Iglesias, J. L., Mahecha-Ledesma, L. & Angulo-Arizala, J. (2017). Efecto sobre la fermentación in vitro de mezclas de *Tithonia diversifolia*, *Cenchrus clandestinum* y grasas poliinsaturadas. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 405-426, <https://dx.doi.org/10.15517/ma.v28i2.25697>
- Castillo-Mestre, R., Betancourt-Bagué, T., Toral-Pérez, O. & Iglesias-Gómez, J. M. (2016). Influencia de diferentes marcos de plantación en el establecimiento y la producción de *Tithonia diversifolia*. *Pastos y Forrajes*, 39(2), 89-93, http://scielo.sld.cu/scielp.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942016000200002&Ing=es&nr_m=io
- Castillo, R. & Betancourt, T. (2018). *Influencia de diferentes densidades de siembra en el establecimiento y producción de Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/influencia-diferentes-densidades-siembra-t39507.htm>

- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. (2008). *InfoStat, versión 2008*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Elizondo-Salazar, J. A. (2017). Producción de biomasa y calidad nutricional de tres forrajes cosechados a dos alturas. *Agronomía Mesoamericana*, 28(2), 329-340, <https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.23418>
- González, D., Ruiz, T. E. & Díaz, H. (2013). Sección del tallo y forma de plantación: su efecto en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 47(4), 425-429, <http://redalyc.org/articulo.oa?id=193029815017>
- Guatusmal-Gelpud, C., Escobar-Pachajoa, L. D., Meneses-Buitrago, D. H., Cardona-Iglesias, J. L. & Castro-Rincón, E. (2020). Producción y calidad de *Tithonia diversifolia* y *Sambucus nigra* en trópico altoandino colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 193-208, <https://dx.doi.org/10.15517/am.v31i1.36677>
- Jiménez-Castro, J. P. (2018). *Efecto de la época y los días de rebrote sobre la producción y la calidad nutritiva de pastos en Costa Rica* [Tesis presentada en opción al título de Máster en Producción Animal Sostenible]. Universidad Nacional de Costa Rica. <http://hdl.handle.net/11056/20919>
- Londoño, J., Mahecha, L. & Angulo, J. (2019). Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. *RECIA. Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 11(1), <https://doi.org/10.24188/recia.v0.n0.2019.693>
- Paniagua-Hernández, L. D., Arias-Gamboa, L. M., Alpízar-Naranjo, A., Castillo-Umaña, M. Á., Camacho-Cascante, María I., Padilla-Fallas, J. E. & Campos-Aguilar, M. (2020). Efecto de la densidad de siembra y edad de rebrote en la producción y composición bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.

Gray. *Pastos y Forrajes*, 43(4), 275-283.

Ruíz, T. E., Febles, G. & Díaz, H. & Achang, G. (2009). Effect of the section and the planting method of the stem on the establishment of *Tithonia diversifolia*. *Cuban Journal of Agricultural Science* 43(1), 89-92.

Avances journal assumes the Creative Commons 4.0 international license