

**Sistema silvopastoril con *Tithonia diversifolia* establecida con mínimo laboreo, alternativa tecnológica a fomentar en sistemas ganaderos**

***Silvopastoral system with *Tithonia diversifolia* established with minimum tillage, technological alternative to promote in livestock systems***

**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. Teléfono 53-48-845270; [alonsoalvaroc@gmail.com](mailto:alonsoalvaroc@gmail.com); ID: <https://orcid.org/0000-0002-9895-5790>

**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](mailto:carlos.iriban@nauta.cu); ID: <https://orcid.org/0000-0003-4005-919X>

**Grisel Castillo Almeida**

Máster en Gerencia de la Ciencia y la Innovación, Centro de Información y Gestión Tecnológica de Pinar del Río, Cuba, [griselcastilloalmeida@gmail.com](mailto:griselcastilloalmeida@gmail.com); ID: <https://orcid.org/0000-0002-8978-2728>

**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"; [meleysis@upr.edu.cu](mailto:meleysis@upr.edu.cu); ID: <https://orcid.org/0000-0003-1785-817X>

**Félix Daniel Rodríguez Paz**

Estudiante de Ingeniería Agrónoma de la Universidad de Pinar del Río, [felix2405@nauta.cu](mailto:felix2405@nauta.cu); ID: <https://orcid.org/0000-0003-0682-3078>

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

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>

**Recibido:** 19 de febrero de 2021

**Aceptado:** 13 de junio de 2021

**RESUMEN**

Se evaluó el efecto de la sección del tallo (basal, media y punta), así como la

forma de colocar la estaca en la bolsa (a 75° y 90°), en la producción de plántulas

de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en viveros para su posterior trasplante a áreas de gramíneas ya establecidas. Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo factorial. Los resultados mostraron interacción entre la sección del tallo para los indicadores días de germinación, efecto de la sección del tallo a plantar y número de rebrotes encontrados por segmentos vegetales. La germinación mostró diferencias ( $P < 0.05$ ) y resultó superior para las secciones de tallo del centro y punta. El porcentaje de hojas fue inferior ( $P < 0.01$ ) en la sección basal de la planta. La sección del tallo influyó ( $P < 0.001$ ) en el número de hojas/planta encontradas, con cantidades superiores para esquejes de la sección central y punta en comparación con los de la sección basal. El establecimiento de plántulas en estratos herbáceos ya establecidos con gramíneas mejoradas permitió un alto porcentaje de supervivencia de las mismas cuando se empleó mínimo laboreo para su trasplante en períodos de poca lluvia. Se concluye que el método de propagación empleado, facilita la obtención de sistemas con alta supervivencia en su establecimiento y la presencia de volúmenes superiores de biomasa en menores períodos de tiempo, para ser explotados por los sistemas ganaderos con el consiguiente beneficio en la alimentación bovina y la conservación de la biodiversidad bajo principios agroecológicos.

**Palabras clave:** establecimiento; germinación; plántulas; rebrotes; semilla.

---

#### ABSTRACT

The effect of the stem section (basal, middle and tip), as well as the way to place the stake in the bag (at 75° and 90°), in the production of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray seedlings in nurseries for their subsequent transplantation to established grass areas. A completely randomized design was used, with three replications. The results showed interaction between the factors evaluated for the germination days indicators, the effect of the section of the stem to be planted and the number of regrowths found by plant segments. Germination showed differences ( $P < 0.05$ ) and was superior for the stem sections of the center and tip of the part of the collected seed. The percentage of leaves was lower ( $P < 0.01$ ) in the basal part of the plant. The stem section influenced ( $P < 0.001$ ) the number of leaves / plant found, with higher amounts for cuttings from the central part and tip compared to those from the basal part. The establishment in herbaceous strata already established with improved grasses allowed a high percentage of seedling survival when minimum tillage was used for transplantation in periods of little rain. It is concluded that the propagation method used facilitates obtaining

systems with high survival in their establishment and the presence of higher volumes of biomass in shorter periods of time, to be exploited by livestock systems with the consequent

## INTRODUCCIÓN

En la alimentación de los rebaños ganaderos, son muchas las especies no pertenecientes a los grupos de leguminosas y gramíneas 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.

Dentro de estas especies, se encuentra la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, perteneciente a la familia Asteracea, planta proteínica que posee la capacidad de garantizar en base verde, cantidades suficientes de aminoácidos que requieren los animales en sus dietas, además una habilidad especial para recuperar los nutrientes del suelo aun cuando estos estén en escasas proporciones, amplio rango de adaptación y de distribución en la zona tropical encontrándose desde el nivel del mar hasta 2400 m de altitud, en sitios con precipitaciones entre 800 y 5000 mm/año, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, con un rápido

benefit in bovine feeding and the conservation of biodiversity under agroecological principles.

**Key words:** establishment; germination; seedlings; sprouts; seed.

crecimiento, y producciones de biomasa que varía entre 30 y 70 t/ ha<sup>-1</sup> de forraje verde con un adecuado valor nutricional del follaje (Galindo *et al.* 2018).

Además posee acumulados de proteína cruda en su follaje que fluctúa entre 14.0 y 36.6 % y valores para los carbohidratos estructurales de alrededor de 35.5 % para FDN y un 30.4 % para FDA (Galindo *et al.*, 2018), razones que la convierten en una especie muy promisoría para ser aprovechada en los sistemas ganaderos del trópico, al lograr compensar los bajos contenidos de proteína cruda y carbohidratos solubles, la alta concentración de fibra en detergente neutro, la poca digestibilidad aparente y, el bajo tenor de energía metabolizable que presentan las gramíneas tropicales (Barahona *et al.*, 2014).

Su empleo en combinaciones simultáneas con plantas herbáceas o volubles para ser consumidas por animales domésticos herbívoros en sistemas silvopastoriles, juegan un papel crucial en la reducción de los impactos negativos de la agricultura en la conservación de la biodiversidad (Buitrago *et al.*, 2018), llegando a

cumplir principios agroecológicos, al convertir la energía solar en biomasa a través de una vegetación estratificada, coadyuvar a la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, además de estimular la protección y el uso sustentable del agua y tributar a la rehabilitación de suelos degradados, al reciclaje de nutrientes, y constituir provisión de hábitat para organismos controladores biológicos.

Por todas estas bondades, y como parte del proyecto territorial: Integración en la gestión de la tecnología y la innovación, una necesidad para el

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación, partió del uso de la vigilancia tecnológica como herramienta utilizada en el proceso de innovación para identificar fuentes fidedignas y adquirir información, sobre los resultados de investigaciones desarrolladas en los últimos 5 años sobre la proteínica *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, y a partir de la intervención de los expertos, evaluar según características particulares del contexto, las mejores vías a emplear para alcanzar el logro del objetivo propuesto y con él, la máxima eficiencia productiva en el establecimiento de la tecnología a introducir.

La intervención para la transferencia de la tecnología, se proyectó en 2 unidades ganaderas del occidente cubano que poseen rebaños

sector agropecuario en la provincia de Pinar del Río, que responde al Programa Territorial de Ciencia, Tecnología e Innovación: "Producción Sostenible de Alimentos", nos propusimos como objetivo: evaluar potencialidades del establecimiento de la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en sistemas silvopastoriles a través del trasplante de plántulas con métodos de siembra de mínimo laboreo como alternativa tecnológica a fomentar en unidades ganaderas del occidente cubano en períodos poco lluviosos.

conformados por vacas del racial Siboney de Cuba, las que pertenecen a la Empresa Pecuaria Genética "Camilo Cienfuegos" del municipio Consolación del Sur. El trabajo desplegado dio inicio a finales del mes de octubre de 2020 (etapa final del período lluvioso en Cuba).

La tecnología a transferir fue el establecimiento de un sistema silvopastoril con empleo de proteínica, para lo cual se seleccionaron áreas dentro de las unidades propuestas donde el estrato herbáceo predominante fuera el pasto del género *Magathyrus maximum* cv. Likoni ( $\approx 80\%$ ), para asociarla con *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray.

Para lograrlo en medio del comienzo del período poco lluvioso en

Cuba, se prepararon bolsas de vivero que contenían sustrato de capa vegetal de suelo (45 %) mezclado con materia orgánica (40 %) además de 5 % de carbonato de calcio y un 10 % de afrecho de arroz todo bien mezclado. Las mismas fueron colocadas en hileras de 6 bolsas una al lado de la otra y se conformaron 6 canteros que alcanzaron unos 20 metros de longitud. Estos canteros fueron ubicados en áreas expuestas al sol totalmente.

Con posterioridad, se procedió a la selección de la semilla de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray que poseía alrededor de 80 días de establecida y un grosor aproximado entre 2.0 – 3.0 cm. El corte de la parte aérea de la planta se realizó aproximadamente a 20 cm del suelo, y fue eliminando todo el follaje presente y el meristema apical del tallo.

Luego del corte y acarreo hasta vivero de la parte aérea de la planta de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray el mismo día del corte, se procedió a seccionar la semilla agámica colectada (sección basal, centro y puntas) para conformar 3 tratamientos en un diseño de bloques al azar en arreglo factorial. Los factores estudiados fueron: A) sección del tallo plantado y B) método de plantación (enterrado por una de sus puntas a 90 y 75° del suelo).

Los esquejes de cada sección de tallo, fueron seccionados aproximadamente a 25 centímetros de largo y cada grupo conformado fue

sembrado por una de sus puntas en las bolsas dispuestas, a profundidades entre 12 cm y 15 cm a 75 y 90°. Dicha siembra recibió riego ligero por aspersion cada tercer día.

Se realizaron mediciones a los 7, 12 y 21 días de establecida la plantación al 100 % de los esquejes sembrados. Se determinó tiempo a la germinación, porcentaje de germinación, número de rebrotes por esquejes a los 7, 14 y 21 días de establecidos. Transcurridos 35 días de la siembra en bolsa de estos esquejes, se trasladaron las plántulas ya establecidas a las áreas de pastoreo de las vaquerías para realizar su trasplante y con ello conformar los sistemas silvopastoriles.

Días previos a la siembra de las plántulas en las vaquerías, las áreas que servirían para la conformación del sistema silvopastoril, recibieron rehabilitación mínima (chapea mecanizada), para disminuir la competencia entre el pasto establecido y las plantas a establecer.

De igual forma fueron marcadas las líneas (calles) que seguirían las plántulas de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray a trasplantar y con auxilio de cavador manual fueron realizados hoyos de 15 cm de profundidad en línea recta, a una separación de 50 a 70 cm de narigón, para posteriormente recibir las plántulas de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, previamente establecidas. Transcurridos los 20 días

de la siembra, se realizaron mediciones a las plantas trasplantadas para determinar porcentaje de supervivencia pos-siembra.

## RESULTADOS y DISCUSIÓN

No hubo interacción para el factor forma de colocar la estaca en la bolsa (a 75° y 90°). Durante el establecimiento de los esquejes en las bolsas se observó que los segmentos vegetales de la sección media y punta tuvieron un comportamiento semejante en cuanto a días a la germinación, con la aparición de las primeras yemas entre los cinco a siete días de sembrada, difiriendo del comportamiento mostrado por la sección basal, que manifestó sus primeros rebrotes entre los 9 y 13 días de realizada la siembra.

Los mayores porcentos de germinación (Tabla 1) a los 7 días,

A los resultados de las mediciones realizadas, se realizó análisis de varianza y en los casos necesarios se empleó la dócima de Duncan.

fueron observados en los segmentos provenientes de la sección central y punta de la semilla, con un alto porcentaje de supervivencia en su establecimiento. Se encontró diferencias ( $P < 0.05$ ) entre las medias encontrada en los esquejes provenientes de la sección basal en relación con los de la sección media, con un 47.3 % inferior en su rebrote. Similar comportamiento se mantuvo a los 14 y 21 días para cada tratamiento, alcanzándose porcentos de germinación superiores a 92 % para los esquejes provenientes de la sección media y punta de la semilla colectada contra solo un 84.6 % de la sección basal.

**Tabla 1.** Porcientos de germinación encontrados por segmentos vegetales y efecto de la sección del tallo a plantar en el número de hojas.

Evaluaciones	Sección Basal	Sección Centro	Sección Punta	Sig.
7 días (%)	26.5 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>	45 <sup>b</sup>	0.05
14 días (%)	45.26 <sup>a</sup>	89.6 <sup>b</sup>	76 <sup>b</sup>	
21 días (%)	84.6 <sup>c</sup>	94.2 <sup>b</sup>	92.3 <sup>a</sup>	

**Legenda:** <sup>a, b, c</sup> Valores con superíndices diferentes en la misma fila difieren  $p < 0.05$  según Duncan.

Los porcentos de germinación encontrados en los esquejes de la sección del centro y punta son similares a los reportados por Castillo *et al.* (2016) en su tratamiento C, donde se informaron brotaciones en el 92.4 % de

las secciones plantadas, mientras que los valores de germinación de la sección basal resultan similares a los reportados por estos autores en su tratamiento B (88.8 %).

Por su parte investigaciones realizadas por Castillo *et al.* (2018) con esta proteínica seccionada a segmentos de 0.50 cm de largo, enterradas por una de sus puntas de forma inclinadas, establecidas en combinación con *Canavalia ensiformis* reportan brotación de un 93.1 % para el tratamiento de 1x3m, porcentaje inferior al registrado para la sección centro encontrados a los 14 días en la presente investigación.

En cuanto al número de rebrotes encontrados por segmentos vegetales

(Tabla 2) el grupo de esquejes de provenientes de sección de la punta de la planta, a los 7 días presentó medias de 2.7 yemas por plantas, superior en 14.8 % a las yemas germinadas de la sección central de la planta. Este comportamiento se mantuvo muy similar a los 14 días con un 27.9 % de yemas inferior en los esquejes de la sección basal en comparación con los germinados en de la sección central y punta.

**Tabla 2.** Número de rebrotes encontrados por segmentos vegetales y efecto de la sección del tallo a plantar en el número de hojas.

<b>Evaluaciones</b>	<b>Sección Basal</b>	<b>Sección Centro</b>	<b>Sección Punta</b>	<b>Sig.</b>
<b>7 días</b>	0.6 <sup>b</sup>	2.3 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	0.05
<b>14 días</b>	2 <sup>c</sup>	4.96 <sup>b</sup>	5.26 <sup>a</sup>	
<b>21 días</b>	4.6 <sup>c</sup>	6.2 <sup>b</sup>	7.3 <sup>a</sup>	
<b>Efecto de la sección del tallo a plantar en número de hojas</b>				
<b>Número de hojas x sección del tallo</b>	2.62 <sup>b</sup>	3.67 <sup>a</sup>	3.46 <sup>a</sup>	0.001

**Leyenda:** <sup>a, b, c</sup> Valores con superíndices diferentes en la misma fila difieren  $p < 0.05$  según Duncan.

El número de rebrotes encontrados por segmentos vegetales plantados resultó inferior a los reportados por Castillo *et al.* (2016), quienes informan entre 9.75 y 20.67 ramas totales por planta en los tres tratamientos utilizados, al realizarle mediciones pasados los 90 días de establecidas las mismas.

Por su parte, el efecto de la sección del tallo a plantar en número de hojas

rebrotadas (Tabla 2) influyó ( $P < 0.001$ ). Las medias entre la sección centro y punta no difirieron entre ellas, pero sí en relación a la sección basal. Los mejores resultados se propiciaron en la sección media, seguida de la sección de la punta de la semilla seleccionada, superior al comportamiento encontrado en la sección basal de la semilla empleada.

Según los resultados descritos en la mayoría de los indicadores evaluados,

los mejores valores distinguen a la sección media del tallo, seguida de la sección punta, lo que se corresponde con los reportes de González *et al.* (2013), al evaluar estacas de diferentes secciones del tallo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray quienes informan mayores porcentajes de brotación y enraizamiento con la sección central, lo que influye directamente en factores productivos, como la población de tallos/ha y el rendimiento en t de MS/ha.

El comportamiento mostrado por la sección de la punta de la semilla colectada, se asocia a la presencia de un mayor número de yemas germinativas dada la separación encontrada entre una y otra, al encontrarse dicha zona en franco proceso de crecimiento y por ende se presume se encuentren en ella, mayor cantidad de reservas a nivel celular característico del meristemo de las plantas. Las sustancias de reserva presentes, conjuntamente 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.

Autores como Lodoño *et al.* (2019), atribuyen que el comportamiento apreciado en la sección media 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 aumentan la tasa fotosintética, así como la cantidad de auxinas exógenas que estimulan la diferenciación radical. Estos resultados manifestados hacen suponer que las estacas basales poseen mayor lignificación, además de una mayor separación entre las yemas de esta sección, factores que pueden incidir en el menor número de hojas por rebrote y con ellos la restricción a que se obtengan mejores resultados en el comportamiento de dicha sección.

La adición de estos recursos forrajeros en las vaquerías y el avance alcanzado en medio de condiciones edafoclimáticas poco apropiadas para su establecimiento con vistas al consumo animal, constituye una nueva forma de avanzar en función del cumplimiento del programa de soberanía alimentaria y educación nutricional, con un enfoque válido para producir y conservar los recursos naturales de forma sostenible. Según Del Pozo (2019), estos recursos permiten el incremento sostenido de la producción forrajera (> 25.0 TMS/ha/año), capaz de garantizar producciones de leche entre 6 a 12 lts/vaca/día (> 6000 Kg/ha/año).



El establecimiento de las plántulas obtenidas, en las áreas destinadas al sistema silvopastoril en las unidades productivas constató que el 97.83 % de las mismas presentaban un excelente estado vegetativo y vigor en su parte aérea, lo que es reflejo de un correcto establecimiento empleando esta variante de siembra por plántulas ya establecidas empleando laboreo mínimo.

Por otro lado, el establecimiento del sistema silvopastoril llevado a cabo en pleno período poco lluvioso de Cuba (mediados de Diciembre y principios de Enero), logró una alta supervivencia de plantas trasplantadas por hectáreas, lo cual propició el establecimiento del sistema silvopastoril a base de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en una primera etapa, donde las condiciones edafoclimáticas no eran propicias para dicho establecimiento. Dichos sistemas brindan la posibilidad de ahorrar recursos y empleo de fertilizantes nitrogenados en las áreas donde se establecen lo que se corresponde con lo

planteado por Merchant y Solano (2016) quienes sostienen que además permiten mantener la proporción de los componentes botánicos en espacio y tiempo.

En la Tabla 3, se presentan algunos de los resultados de la aplicación de modelos de SSPs desarrollados en Cuba descritos por Del Pozo (2019) a partir de lo informado por Hernández *et al.* (2013), en los cuales se evidencian los beneficios en términos de respuesta animal.

Del Pozo (2019), expone resultados investigativos que refuerzan la importancia de esta proteínica dentro de la alimentación bovina, tal es el caso de las relacionadas con: respuestas en la producción animal (leche y carne) bajo diferentes diseños (Milera, 2016).

En los reportes enunciados por Milera (2016), se aprecian producciones diarias por animal en el rango de 8.4 a 10 Kg/vaca/día, lo que sin lugar a dudas incide en la eficiencia productiva de los sistemas ganaderos dedicados a la extracción lechera.

**Tabla 3.** Resultados experimentales obtenidos con vacunos en sistemas de ceba, reemplazo y leche en Cuba.

<b>Tratamiento</b>	<b>Raza</b>	<b>Carga (cabezas/ha)</b>	<b>Producción Ganancia g/animal/día</b>
<b>Banco de proteína de <i>L. leucocephala</i></b>	Cebú	2.0	0.530
<b><i>L. leucocephala</i> + Pastos naturales y leguminosas herbáceas</b>	Cebú	2.0	0.715
<b><i>L. leucocephala</i> en toda el área + <i>P. maximum</i></b>	H +1/4C	2.5	0.490
<b>Banco de proteína <i>L. leucocephala</i> y <i>P. maximum</i></b>	H +1/4C	2.5	0.450
<b><i>A. Lebbeck</i> + <i>P. naturales</i></b>	5/8 H + 3/8 C	3.0	0.397
<b>VACAS LECHERAS (Litros/vaca/d)</b>			
<b><i>L. leucocephala</i> +mezcla de pastos mejorados</b>	Mestizas	2.0	8.4
<b>Banco de proteínas de <i>L. leucocephala</i> + <i>P. maximum</i></b>	(H x C)	2.7	10.0

Otra de las bondades que se describen radica en los aportes de madera para leña que está fijada entre 10-12 m<sup>3</sup>/ha, a la que se unen todos los beneficios que desde el punto de vista ecológico brinda a las áreas donde están establecidas, esencialmente por los aportes importantes a la recuperación de la calidad y nutrición de los suelos y por las ventajas en la mejora de las condiciones de bienestar animal de los rebaños.

En la actualidad, a causa del elevado costo de los insumos para garantizar una alimentación balanceada

de los rebaños ganaderos, la conformación de sistemas silvopastoriles atraen el interés de los productores por convertir los sistemas ganaderos en sistemas más intensivos y sostenibles, lo cual coincide con lo planteado por Canul *et al.* (2018), quienes plantean que su establecimiento incide en la productividad, competitividad y sostenibilidad de quienes lo adoptan como consecuencia de la mayor disponibilidad de biomasa (76.5 %) sin afectaciones en la proporción de los componentes forrajeros (hoja y tallo).

## CONCLUSIONES

Se concluye que los mayores porcentajes de germinación y número de rebrotes encontrados al conformar los viveros para plántulas, se registran en la sección medias y punta del tallo que se utiliza como semilla. Éste método de propagación facilita la obtención de plantas con volúmenes superiores de biomasa en menores períodos de tiempo y garantizar una supervivencia y

establecimiento del sistema multiestrato para su posterior explotación en los sistemas ganaderos. Además el establecimiento del sistema silvopastoril en estratos herbáceos de gramíneas ya establecidas se puede lograr en períodos poco lluviosos o poco apropiados para la siembra con el trasplante de plántulas de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray ya establecidas en viveros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barahona, R., Sánchez, M. S., Murgueitio, E. & Chará, J. (2014). Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam. (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. En: Premio Nacional de Ganadería José Raimundo Sojo Zambrano, modalidad Investigación Científica. Bogotá, Colombia. *Revista Carta Fedegán*, 140, 66-69.
- 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>
- Castillo, R., Acosta, D., Febles, G. & García, O. (2018). Producción de biomasa de la asociación de *Urochloa* híbrido y *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en sistemas ganaderos. *Memorias, VI Congreso de Producción Animal Tropical*, de 29 de octubre a 2 de noviembre. Instituto de Ciencia Animal. p. 344.
- 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-](http://scielo.sld.cu/scielp.php?script=sci_arttext&pid=S0864-)

- [03942016000200002&Ing=es&nr\\_m=io](https://doi.org/10.3942/03942016000200002&Ing=es&nr_m=io)
- Canul-Solis, J. R., Castillo-Sánchez, L. E., Escobedo-Mex, J. G., López, M. A. & Lara-y Lara, P. E. (2018). Rendimiento y calidad forrajera de *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Cynodon nlemfuensis* en monocultivo y sistema agroforestal. *Revista Agrociencia* 52(6), 853-862, <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1709>
- Del Pozo, P. P. (2019). Los sistemas Silvopastoriles. Una alternativa para el manejo ecológico de los pastizales: Experiencias de su aplicación en Cuba. Anais do III Encontro Panamericano sobre Manejo Agroecológico de Pastagens. *Cuadernos de Agroecología*, 14(2).
- Galindo, J., González, N., Scull, I., Marrero, Y., Moreira, O. & Ruiz, T. E. (2018). Efecto de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la población y ecología microbiana ruminal. Memorias, *V Congreso Internacional de Producción Animal*, de 16 a 20 de noviembre. Instituto de Ciencia Animal, Cuba. p. 23-49.
- 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>
- Hernández, I., Milera, M., Simón, L., Hernández, D., Iglesias, J., Lamela, L., Matías, C. & Geraldine, F. (2013). *Avances en las investigaciones de sistemas silvopastoriles en Cuba*, <http://www.FAO.org/agap/Frg/agrofor1/Hernand4.html>
- 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>
- Merchant-Fuentes, I., & Solano-Vergara, J. J. (2016). Las praderas, sus asociaciones y características: una revisión. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 2(1), 1-11, <https://www.researchgate.net/publication/317674107>

Milera Rodríguez, M. del C. (2016).  
*Manejo de vacas lecheras en  
pastoreo. Del monocultivo a la  
Biodiversidad.* Estación  
Experimental de Pastos “Indio  
Hatuey” 268 pp.

*Avances journal assumes the Creative Commons 4.0 international license*