



PRODUCCIÓN FORRAJERA DE ORÍGENES DE *Tithonia diversifolia* Hemsl A. (Gray) EN EL NORESTE DE ARGENTINA

FORAGE PRODUCTION OF *Tithonia diversifolia* Hemsl A. (Gray) ORIGINS IN NORTHEAST ARGENTINA

Paola A. González (1;3); Mauro C. Loto (1;3); María B. Rossner (2;4); Ariana Ziegler (2); Federico Corró (4); German Kimmich (4); Luis Colcombet (1)

(1) INTA EEA Montecarlo, Argentina

(2) INTA EEA Cerro Azul, Argentina

(3) Facultad Cs. Forestales UNaM, Eldorado, Argentina

(4) Facultad Cs. Agrarias USAL, Virasoro, Argentina

Dirección de contacto: gonzalez.paola@inta.gob.ar.com Av. El Libertador 2472 (3381) Montecarlo, Misiones, Argentina.

Resumen

En la región del NEA de la Argentina, los sistemas silvopastoriles son una alternativa de producción sustentable combinando madera (principal pilar económico) y carne. Esto trae aparejado la necesidad de generar conocimiento de especies forrajeras alternativas aptas a las condiciones de sitios que se presentan. El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta productiva forrajera de tres introducciones de *Tithonia diversifolia* (Colombia, Brasil y México) en tres sitios (Montecarlo, Cerro Azul y Virasoro) para identificar las de mejor crecimiento y productividad. Como resultado, se pudo observar que el crecimiento en altura fue mayor para los orígenes Colombia y Brasil respecto al origen México, siendo esta respuesta similar para los tres sitios. Para la PBA (Producción Bruta Acumulada) se evidenció una interacción sitio-origen; donde el origen Colombia obtuvo su mayor producción en Cerro Azul: 15242,77 kg MS ha año⁻¹, mientras que para Brasil y México la mayor producción fue en el sitio Montecarlo: 15045,07 y 13121,66 kg MS ha año⁻¹ respectivamente. Los valores de producción se encuentran dentro del rango estudiado para esta especie en la región. Se puede considerar que estos tres orígenes poseen adaptabilidad y buen desempeño para ser utilizados en los sistemas agroforestales de la región.

Palabras clave: sistemas productivos; forrajeras alternativas; procedencias.

Abstract

In the NEA region of Argentina, silvopastoral systems are a sustainable production alternative combining wood (main economic pillar) and meat. This brings with it the need to generate knowledge of alternative forage species suitable for the conditions of the sites that are presented. The objective of the work was to evaluate the productive forage response of three introductions of *Tithonia diversifolia* (Colombia, Brazil and Mexico) in three sites (Montecarlo, Cerro Azul and Virasoro) to identify those with the best growth and productivity. As a result, it was observed that the height growth was greater for the origins Colombia and Brazil with respect to the origin of Mexico, this response being similar for the three sites. For the PBA (Cumulative Gross Production) a site-origin interaction was evidenced; where the origin Colombia obtained its highest production in Cerro Azul: 15242.77 kg MS ha year⁻¹, while for Brazil and Mexico the highest production was at the Montecarlo site: 15045.07 and 13121.66 kg MS ha year⁻¹ respectively. The production values are within the range studied for this species in the region. It can be considered that these three origins have adaptability and good performance to be used in the agroforestry systems of the region.

Keywords: productive systems; alternative forages; provenances.



INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) son una alternativa de producción para la región Noreste de Argentina, donde la actividad forestal es una de las principales actividades de renta. En esta región, Misiones cuenta con 400.000 ha de plantaciones forestales distribuidas en los géneros *Pinus* (82,81 %), *Eucalyptus* (6,89 %), *Araucaria* (4,47 %), *Melia* (1,89 %), *Pawlonia* (1,30 %), *Toona* (1,08 %) y *Grevillea* (0,54 %) (Trujillo, 2012) y Corrientes, con 450.000 ha forestadas principalmente con *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Pinus elliotti*, *Pinus taeda* y *Pinus caribea* var. *hondurensis*.

En los SSP, el manejo del componente forestal con raleos intensivos y podas sucesivas asegura la radiación suficiente para el crecimiento forrajero y permite la introducción de forrajeras cultivadas, entre las cuales las más difundidas son *Brachiaria brizantha* y *Axonopus jesuiticus* x *Axonopus scoparius* (Colcombet, 2017). El biotipo de ganado bovino se compone de cruces de Brahman, Braford y Brangus. En estos sistemas, para cubrir los requerimientos de proteína se debe recurrir a la utilización de especies de mayor calidad forrajera, como *Leucaena leucocephala*, *Arachis pintoi*, *Chamaecrista rotundifolia* y recientemente *Tithonia diversifolia* (Rossner *et al.*, 2017).

Tithonia diversifolia es una planta herbácea originaria de América Central (Maina *et al.*, 2012); de crecimiento arbustivo y amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo. Es además una especie con buena capacidad de producción de biomasa, rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo (Gallego *et al.*, 2014). Presenta características nutricionales importantes para su consideración como especie con potencial en alimentación animal (Ríos, 1997) por su alto contenido proteico de entre 16% y 23% según la procedencia (Castaño *et al.*, 2013) y su elevada tasa de degradabilidad ruminal (Wambui *et al.*, 2006; Rivera *et al.*, 2010; Tendonkeng *et al.*, 2014).

La especie fue introducida en el Noreste de Argentina en 2010, donde se realizaron diversos estudios como ser su utilización en el control de hormigas del género *Atta*, su inclusión en la dieta de bovinos a través de análisis de calidad nutricional del material fresco y del ensilaje con distintas proporciones de caña de azúcar, su productividad bajo distintos niveles de sombra y su implantación en suelos rojos (Rossner *et al.*, 2017; González *et al.*, 2017). En la actualidad se encuentran identificadas tres procedencias de *T. diversifolia*: México, Colombia y Brasil. Considerando que su origen geográfico es diferente y que se registran en la especie diferencias marcadas en su comportamiento, según su procedencia (Holguín *et al.*, 2015), es esperable que su respuesta adaptativa al ambiente varíe (Sun *et al.*, 2008). El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta productiva de tres procedencias de *T. diversifolia* en ambientes de suelos rojos del Noreste de Corrientes y Misiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se instalaron tres ensayos en red en las provincias de Misiones y Corrientes, en el Noreste de Argentina.

Sitio 1: Campo Anexo Laharrague del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Montecarlo (Mn), Misiones (26° 30'S, 54° 40'O). El tipo de suelo corresponde a suelos rojos del



Orden Alfisoles, Gran Grupo Kandiuulfes, se caracterizan por presentar un horizonte Kándico de color rojo oscuro, bien drenado, profundo, con buenas condiciones físicas para el desarrollo radical, ligeramente ácido con mediana a alta fertilidad química (Ligier *et al.*, 1990).

Sitio 2: Campo Experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Cerro Azul (Ca), Misiones (27°39'S; 55°26'O). El tipo de suelo corresponde a suelos rojos del Orden Ultisoles Gran Grupo Hapludoles, se caracteriza por poseer sectores escarpados con pendiente 20 - 40 % (GeoINTA).

Sitio 3: Campo Experimental de la Universidad Del Salvador (USAL) sede Gobernador Virasoro (Vi), Corrientes (28° 11'S, 56° 7'O). El tipo de suelo corresponde a suelos rojos del Orden Ultisoles, Gran Grupo Kandihumultes, se caracteriza por su textura arcillosa y buen drenaje (GeoINTA).

Se realizó una caracterización química del suelo de cada uno de los sitios (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis químico del suelo, en el sitio de los experimentos. Montecarlo; Cerro Azul- Misiones y Virasoro Corrientes.

SITIOS	pH	M.O. %	N%	P ppm	Ca meq/100gr	Mg meq/100gr	K meq/100gr	Na meq/100gr
1.MONTECARLO	6,14	3,35	0,21	2,16	7,17	2,56	0,24	0,11
2.CERRO AZUL	6,46	5,78	0,61	8,86	11,07	2,35	0,66	0,02
3.USAL	4,49	3,68	0,2	8,23	4,17	1,06	0,19	0,11

El clima en los sitios de ensayo es subtropical con heladas y régimen pluviométrico isohigro. En la Figura 1 se detalla el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones durante los meses de ensayo, en los 3 sitios de estudio.

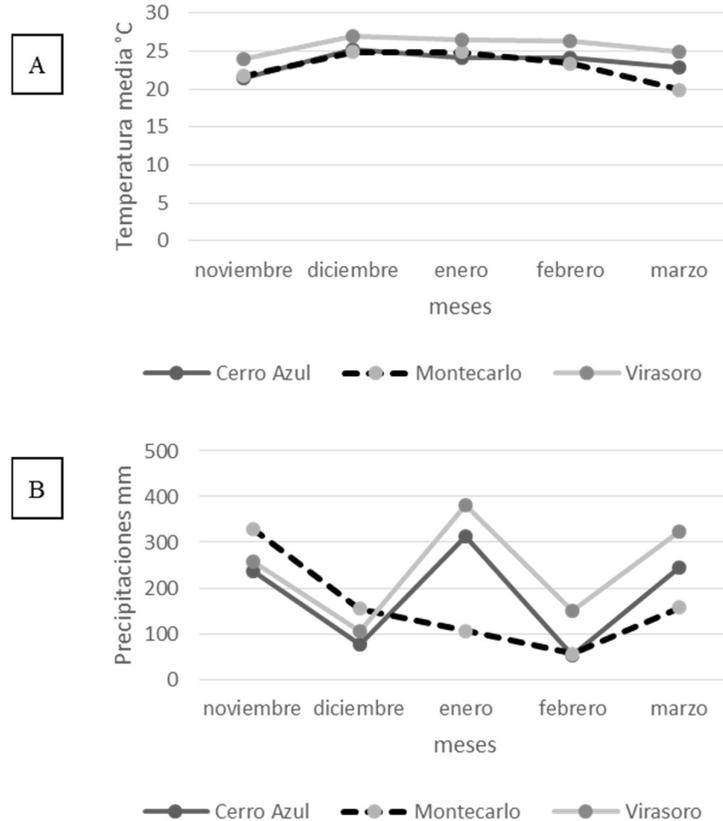


Figura 1. Variables climáticas en los tres sitios de estudio A) Temperaturas (°C) promedio desde noviembre 2017 a marzo 2018. B) Precipitaciones (mm) promedio desde noviembre 2017 a marzo 2018.

El diseño fue en bloques completos al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron las tres procedencias de *Tithonia diversifolia*: México (Me), Colombia (Co) y Brasil (Br) en diferentes momentos de cosecha Tabla 2. Por otra parte, el estudio en diferentes sitios: Montecarlo (Mn), Cerro Azul (Ca) y Virasoro (Vi). La unidad experimental fue una parcela de 40 m² con 4 líneas de 5 plantas cada una, distanciamiento de 2 m entre líneas y 1 m entre plantas. Las plantas provenían de propágulos de 60 días obtenidos previamente en invernadero. La preparación de suelo se realizó con labranza convencional, surcado con subsolador y transplante a campo en mayo de 2017.

Luego del transplante, se evaluó la sobrevivencia (datos no mostrados) y al final del invierno, luego del período de heladas, se realizó un corte de emparejamiento, para posteriormente dar inicio a las cosechas, las cuales se realizaron con una frecuencia promedio de corte de 500 GD -Grados día- en todos los sitios. Se cosechó el follaje completo (tallos y hojas), en forma manual a 50 cm del suelo.

Las variables evaluadas a nivel de planta individual fueron: altura máxima (cm) previa a la cosecha, Producción de Biomasa Aérea a través del peso seco del follaje de hojas y tallos cortados



a 50 cm del suelo, secado en estufa a 60°C hasta peso constante. Con su posterior estimación de Producción de Biomasa Aérea anual potencial (kg MS-Materia Seca- ha año⁻¹). Para el análisis se tuvo en cuenta la interacción entre factores procedencias y sitios estudiados.

Tabla 2. Fechas de cosecha de *Tithonia diversifolia* en los sitios de Estudio, Montecarlo, Cerro Azul y Virasoro.

Cosecha	Fecha	Estación del año
1	Noviembre 2017	Primavera
2	Enero 2018	Verano
3	Marzo 2018	Otoño

Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de *Tukey*, con un nivel de significancia del 95%, se utilizó para ello el paquete estadístico *InfoStat* 2010 (Di Rienzo *et al.*, 2010).

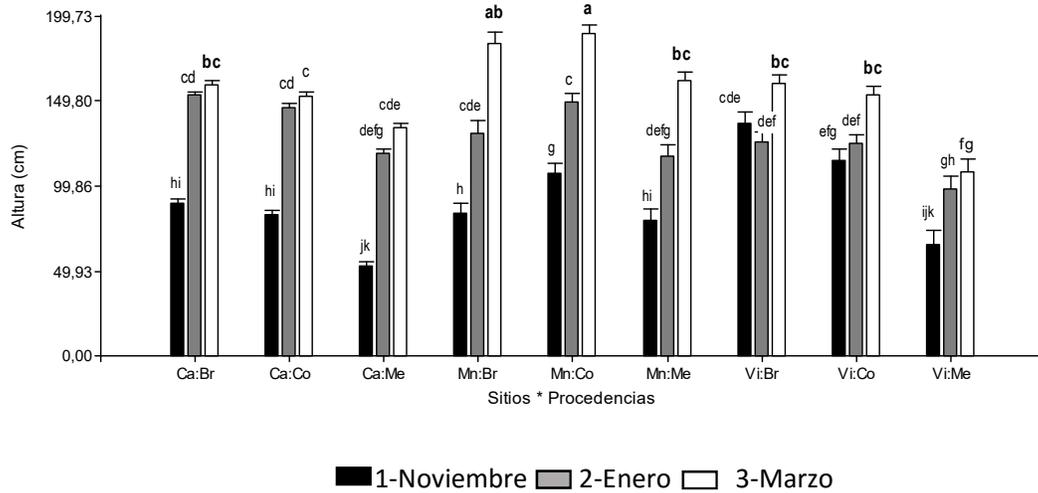
RESULTADO Y DISCUSIÓN

La altura varió significativamente entre procedencias y sitios (Figura 2) para todas las fechas analizadas. Alcanzó en promedio para todos los sitios y procedencias 90,42 cm en la primera cosecha, 129,54 cm en la segunda y 156,10 cm en la tercera cosecha.

Esto pudo deberse a que el primer corte corresponde al rebrote posterior a la pérdida total del follaje, que sufre esta especie en el invierno a causa del daño por heladas (temperaturas inferiores a 0°C, González *et al.*, 2017).

La altura alcanzó mayores valores en el sitio Montecarlo, ubicado en el Norte de Misiones, lo que puede explicarse por las precipitaciones promedio (Noviembre a Diciembre), las cuales fueron superiores a los otros dos sitios durante el período analizado. Por otra parte, las características físicas del suelo en el sitio Montecarlo, no presentan impedimentos para el crecimiento radical, a diferencia de los otros sitios; donde hay presencias de rocosidad y pedregosidad en el perfil del suelo.

Las procedencias Colombia y Brasil alcanzaron alturas significativamente mayores a México, ésta misma respuesta se mostró en la condición de vivero, donde las variables de sobrevivencia, crecimiento en altura, número de brotes y producción de biomasa presentaron los mayores valores respecto al origen México (Rossner *et al.*, 2018-comunicación en edición). Esta diferencia puede estar asociada con el pool genético de la procedencia. En trabajos anteriores con especies forrajeras arbustivas, la variación en crecimiento no estuvo sujeto a las condiciones de sitio, sino a características genéticas (Toral & Iglesias, 2012).



Medias con letra común son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Figura 2. Altura de plantas de *Tithonia diversifolia* procedencia Colombia (Co), Brasil (Br) y México (Me), en los tres sitios de estudio (Montecarlo (Mn), Cerro Azul (Ca), Virasoro (Vi)), para las tres fechas de corte (Enero, Noviembre y Marzo).

La Producción de Biomasa Aérea anual potencial, estimada en base a los tres cortes realizados, presentó un efecto de interacción significativa ($p \leq 0,05$) entre procedencias (Co, Br, Me) y sitios (Mn; Ca; Vi) (Figura 3).

La biomasa de la procedencia Colombia fue un 50% mayor en los sitios de Misiones: Cerro Azul y Montecarlo (15242,77 y 14708,17 kg MS ha año⁻¹) con respecto a Virasoro (10864,45 kg MS ha año⁻¹). La procedencia Brasil en cambio presentó los mayores valores de biomasa en Montecarlo y Virasoro (15045,07 y 14123,83 kg MS ha año⁻¹) respecto a Cerro Azul (9679,97 kg MS ha año⁻¹). La procedencia México presentó mayores valores de biomasa en el sitio Montecarlo (13121,66 kg MS ha año⁻¹) respecto a Cerro Azul y Virasoro (8434 y 8073,89 kg MS ha año⁻¹). Esta última procedencia alcanzó valores significativamente menores de biomasa en todos los sitios.

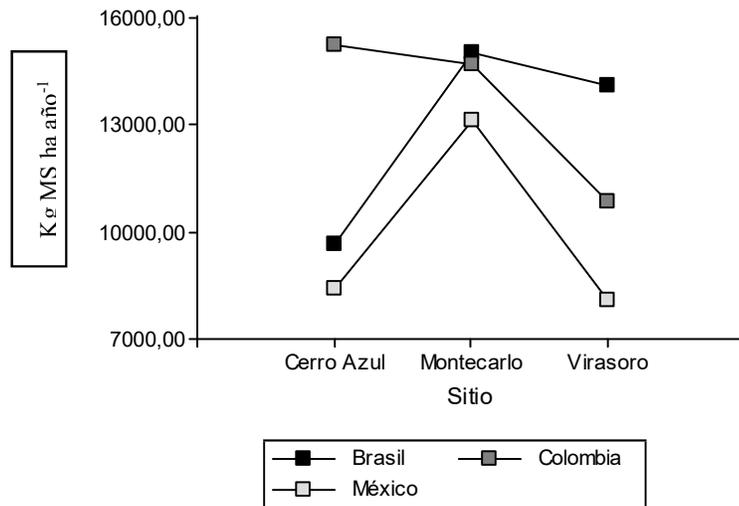


Figura 3. Interacción entre las procedencias de *Tithonia diversifolia* (Colombia, Brasil, México) y sitio (Montecarlo, Cerro Azul y Virasoro) para la Producción de biomasa potencial anual (kg MS ha año⁻¹).

En el sitio Montecarlo, en el Norte de Misiones, la producción de biomasa varió menos entre procedencias, lo que puede explicarse por las condiciones climáticas (temperatura y precipitaciones medias) así como por la mayor aptitud física del suelo para la exploración de raíces (Tabla 1 y Figura 1).

T. diversifolia es una especie que muestra gran plasticidad ecológica (Calle Díaz *et al.*, 2008; Pérez *et al.*, 2009), esta variabilidad se expresa en diferentes órdenes de suelos, condiciones climáticas y de manejo antrópico en los espacios de procedencia de las introducciones (Holguín *et al.*, 2015).

Los valores de producción registrados en este estudio concuerdan con los citados para la región por González, *et al.*, 2017 y Rossner, *et al.*, 2017 (12000 kg MS ha año⁻¹). Estos valores medios superan a la productividad de las gramíneas utilizadas tradicionalmente con una producción promedio entre 6875 kg MS ha año⁻¹ para *Axonopus jesuiticus* x *A. scoparius* y 10900 kg MS ha año⁻¹ para *Urochloa brizantha* cv. *Marandú* (Colcombet, 2009; Pachas 2010).

CONCLUSIONES

Las tres procedencias de *T. diversifolia* estudiadas (Colombia, Brasil, México) en los diferentes sitios (Montecarlo, Cerro Azul y Virasoro) muestran a un buen desempeño en adaptación y productividad, pudiendo ser utiliza en sistemas silvopastoriles de la región.

Agradecimientos

Agradecemos a cada uno de los participantes del proyecto tanto del INTA (PNFOR 1104075, PRET MSNES 1242101 y 1242205 como a las facultades involucradas (USAL Virasoro- UNaM Eldorado) y a los colaboradores en las tareas de cosecha a campo.



Bibliografía

- Calle Diaz, Z., Murgueitio, E. 2008. El botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña. Revista Carta Fedegán. Pág 54-63.
- Castaño, K.J., Montoya-Lerma, J., Giraldo, C. 2013. Toxicity of foliage extracts of *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) on *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) workers. Industrial Crops and Products 44: pp 391-395.
- Colcombet, L.; Egolf, P.; Loto, M. González, P.A.; Rossner, M.B; kimmich, D. y kimmich, G.; Köhnke, W. 2017. Productividad y resultado económico de sistemas silvopastoriles en ambientes contrastantes en Misiones, Argentina: Análisis de dos casos de estudio. IX Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles 2017. Manizales Colombia.
- Colcombet, L.; Pachas, A. N. A.; Fassola, H. E. 2009. Sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *caribaea* var. *hondurensis* (F2), *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf y *Axonopus catarinensis* Valls, a diferentes densidades arbóreas en el NO de Misiones. 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas Argentina.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2010. InfoStat, versión 2010, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Gallego, L.; Mahecha, L.; Angulo, J. 2014. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. Agron. Mesoam. 25(2): pp 392-403.
- GeolINTA.** http://geointa.inta.gov.ar/publico/INTA_SUELOS/suelos_500000_v9.zip.
- González, P.A.; Loto, M.; Rossner, M.B; Colcombet, L.; Rogerio, M.; kimmich, G. 2017. Productividad de *Tithonia diversifolia* bajo distintos niveles de sombra en la provincia de Misiones, Argentina. Sistemas Silvopastoriles. IX Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles 2017. Manizales Colombia.
- Holguín, V A.; Ortiz Grisalez, S.; Velasco Navia, A.; Mora-Delgado, J. 2015. Evaluación multicriterio de 44 introducciones de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Candelária, Valle del Cauca Rev. Med. Vet. Zoot., Volume 62, Issue 2, p. 57-72, ISSN 2357-3813.
- Ligier, D.; Matteio, H.; Polo, H. & Rosso, J. 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Misiones. Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro de investigaciones de Recursos Naturales, Buenos Aires. Tomo II: pp 41.
- Maina, I., Abdulrazak, S.; Muleke, C. and Fujihara, T. 2012. Potential nutritive value of various parts of wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) as source of feed for ruminants in Kenya. J. Food Agric. 10:632-635.
- Pachas, N.A. 2010. *Axonopus catarinensis* y *Araquis pintoi* alternativas forrajeras en sistemas silvopastoriles de la provincia de Misiones, Argentina. Tesis presentada para optar al Título de Magíster de la Universidad Nacional de Buenos Aires; Argentina pp 142.
- Pérez, A.; Montejo, I.; Iglesias, J.M.; López, O.; Martín, G.J.; García, D.E.; Dolkis Milán, I. y Hernández, A. 2009. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes, Vol. 32, No. 1, 2009.
- Ríos, C. I. 1997. Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray@ en Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. 2^{da} edición. Colciencias - CIPAV. Cali, Colombia, pp115-26.
- Rivera, U.; Sanginés, J.; Escobedo, J.; Cen-Chuc, F.; Rivera, J. Lara, P. 2010. Effect of diet inclusion of *Tithonia diversifolia* on feed intake, digestibility and nitrogen balance in tropical sheep. Agroforestry Systems. Vol. 80, Issue 2, pp 295–302.
- Rossner, M.B; kimmich, G.; Ziegler, A.; Loto, M.; González, P.A.; Esquivel, J.; Colcombet, L.; 2017. Avances en la investigación sobre Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray) en el Noreste de Argentina. Sistemas Silvopastoriles: IX Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles 2017. Manizales Colombia.
- Sun, W.B.; Chen, G.; Wang, S.H. 2008. Characteristics of *Tithonia diversifolia*: an alien invasive plant in Yunnan, south-west China. En: Memories 3° Global Botanic Gardens Congress. Building a sustainable future: the role of botanic gardens; 2007 abr. 16-20; Wuhan (China). BGCI. p. 1-7.
- Tendonkeng, F.; Zogang, B.; Sawa, C.; Pamo, E. 2014. Inclusion of *Tithonia diversifolia* in multinutrient blocks for West African dwarf goats fed *Brachiaria* straw. Vol 46, Issue 6, pp 981–986.
- Toral, O. C. & Iglesias, J. M. 2012. Evaluación de accesiones de árboles y arbustos forrajeros durante el período de establecimiento. Pastos y Forrajes Vol.35 no.1 ISSN 0864-0394.
- Trujillo, E. 2012. Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación. Caracterización Regional. Informe Técnico (<http://neamisionesforestal.blogspot.com.ar/p/informacion-tecnica.html>).
- Wambui, C.C.; Abdulrazak, S.A. and Noordind, Q. 2006. The effect of supplementing urea treated maize stover with TITHONIA, CALLIANDRA and SESBANIA to growing goats. Livestock Research for Rural Development. Volume 18, Article #64. Retrieved March 19, 2014, from <http://www.lrrd.org/lrrd18/5/abdu18064.htm>.