

Tithonia diversifolia UNA ESPECIE FORRAJERA PROMISORIA EN LA
ALIMENTACIÓN DE TERNEROS

Tithonia diversifolia A PROMISING FORAGE SPECIES IN THE FEEDING OF
CALVES

Dr. C. Yohanka Lezcano Más¹ (0000-0001-7480-9913), Universidad de Matanzas,

yohanka.lezcano@umcc.cu

Dr. C. Grethel Milián Florido¹ (0000-0002-4035-8643)

Dr. C. Gertrudis Pentón Fernández² (0000-0002-4253-9317), Entidad de Ciencia Tecnología e
Innovación "Indio Hatuey"

Dr. C. Agustín Beruvides Rodríguez¹ (0000-0002-8525-6595)

Dr. C. Iraní Placeres Espinosa¹ (0000-0002-4035-8643)

Resumen

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) se avizora un desastre mundial en las economías de todos los países ante la eminente epidemia de la COVID-19, por lo que se prevé una penuria alimentaria, la que trae consigo la necesidad de producir intensamente alimentos agropecuarios. De ahí la necesidad de incrementar las producciones pecuarias como una alternativa en la producción de alimento. El objetivo de este trabajo es realizar una búsqueda acerca de la contribución de la *Tithonia diversifolia* como suplemento dietético en los animales con un alto valor proteico, energético y vitamínico, lo que se traduce en una mejora en la respuesta productiva en terneros.

Palabras claves: *producción animal; terneros; Tithonia diversifolia*

Abstract

According to the World Health Organization (WHO) and the Food and Agriculture Organization (FAO), a global disaster is looming in the economies of all countries in the face of the eminent COVID-19 epidemic, so a shortage is expected food, which brings with it the need to intensively produce agricultural food. Hence the need to increase livestock production as an alternative in food production. The objective of this work is to carry out a search about the contribution of *Tithonia diversifolia* as a dietary supplement in animals with a high protein, energy and vitamin value, which translates into an improvement in the productive response in calves.

Key words: *animal production; calves; Tithonia diversifolia*

Tras casi 10 años de progresiva disminución de la desnutrición mundial, los últimos datos evidencian como este padecimiento va en ascenso a causa de la proliferación de las guerras, el cambio climático y la crisis generada en las economías de todos los países ante la eminente epidemia causada por la COVID-19, por lo que se prevé una penuria alimentaria, lo que trae consigo la necesidad de producir intensamente alimentos agropecuarios según reportes expuestos por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), UNICEF, el Programa Mundial de Alimentos (PMA), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (FAO, 2021 y Milián *et al.*, 2020 y 2021).

En la actualidad se siente con mucha fuerza los efectos del cambio climático global, que ocasionan cuantiosas pérdidas en las comunidades rurales y ecosistemas agropecuarios; sin embargo, esta situación se agrava en zonas de mayor degradación y sitios en vía de desertificación. El mayor uso de la tierra en los agroecosistemas en América tropical es en pasturas, llegando actualmente, en algunos países, a ocupar más del 70% del territorio destinado a la producción agropecuaria. El incremento de esta actividad se realiza, principalmente, a expensa de la reducción de los ecosistemas naturales. Las dramáticas expresiones del cambio climático obligan a plantear, con más fuerza, una reconversión ambiental de la producción ganadera, la cual es ya inaplazable. Para lograrla se necesita una combinación de políticas públicas con incentivos, inversión en capital natural

y social, profundos cambios culturales y, sin lugar a dudas, más investigación y transferencia tecnológica (Rodríguez, 2017).

De ahí la necesidad de desarrollar una agricultura sustentable, lo que está unido indisolublemente a un nivel de actuación donde la premisa debe ser el bienestar humano; pero también la racionalidad en el uso y manejo de la naturaleza y los productos que a partir de ella se generan ya que el suelo en particular se considera un recurso natural finito y no renovable que presta diversos servicios ecosistémicos o ambientales (Barairbar, 2020 y Lezcano *et al.*, 2020). La producción de alimento y biomasa, del suelo depende en forma directa o indirecta del 95% de la producción de alimentos.

Debido a las características propias de los pastos tropicales, que presentan bajos niveles de proteína digestible y una alta tasa de fibra, el follaje de las especies arbustivas y/o arbóreas se considera, en muchos casos, como una estrategia nutricional en la suplementación de los rumiantes en el trópico con el fin de mejorar el nivel productivo y alimentario de los animales, principalmente en los períodos de escasez de forraje (Schultze-Kraft *et al.*, 2018). La utilización de árboles y arbustos para la alimentación, en el caso de los rumiantes, es ampliamente abordada en la literatura internacional. En el caso de los bovinos existen resultados trascendentes sobre el incremento de la producción de leche con la utilización de diferentes especies arbóreas (Rodríguez, 2017).

Muchas de estas especies tienen un valor nutricional superior al de los pastos y pueden producir altas cantidades de biomasa comestible, que son más sostenidas en el tiempo que las de éstos bajo condiciones de cero fertilizaciones. En este sentido, existen especies de plantas no leguminosas como *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray, cuyas características nutricionales y bondades las convierten en altamente valoradas por su calidad alimentaria (Lezcano *et al.*, 2016 y Carvalho *et al.*, 2017). Además de contribuir en la mejora en los indicadores productivos y de salud en los animales (Ruiz *et al.*, 2017). Esta especie mejora el reciclaje de nutrientes, previene la erosión, reduce los efectos del pisoteo animal sobre el suelo, ofrece una alta productividad de biomasa sin insumos agroquímicos, así como es ideal para utilizarla en sistema de corte y acarreo y para la conservación de los suelos frágiles (Londoño *et al.*, 2019).

Teniendo en cuenta todos estos elementos y la existencia de estudios en la Estación de Ciencia Tecnología e Innovación "Indio Hatuey", la Facultad de Agronomía concerniente a la *T. diversifolia*, es que se propone realizar una búsqueda acerca de la contribución que esta planta pudiera tener

como suplemento dietético en los animales como sustitutos de alto valor proteico, energético y vitamínico y en la respuesta productiva en terneros.

Tithonia diversifolia una especie forrajera promisorio en la alimentación animal

Las investigaciones acerca de esta planta surgen de la necesidad de profundizar y buscar opciones variadas para la alimentación animal basadas en especies autóctonas e introducidas (Ruíz, 2020). Se conoce el uso de la *T. diversifolia* (Hemsl.) A Gray en la alimentación animal de forma general, tanto en Cuba como en países de América Latina (Rodríguez *et al.*, 2017; Mejía *et al.*, 2017).

Una de las características principales del archipiélago cubano es el alto grado de endemismo de sus recursos. Cuba constituye la isla con mayor diversidad biológica de las Antillas. En este sentido *T. diversifolia* es un componente de la flora cubana, investigaciones conducidas en otros países y en Cuba confirman que esta especie tiene adaptabilidad a diversos ecosistemas y es mejoradora de la fertilidad del suelo. Puede ser empleada como cerca viva, flora para la apicultura, silvopastoreo bovino y en la alimentación de cerdos, ovejos, conejos vacunos y búfalos (Ruíz, 2020).

La *T. diversifolia* posee un gran volumen radicular, una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo y un amplio rango de adaptación; de acuerdo con las informaciones brindadas por (Ejelonu *et al.*, 2017), la especie en cuestión se manifiesta con gran plasticidad ecológica, puede soportar la poda a nivel del suelo, así como la quema. Además, tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos para su cultivo. La *T. diversifolia* presenta un amplio rango de adaptación y de distribución en la zona tropical y se le puede encontrar desde el nivel del mar hasta 24,00 m de altitud (Ruíz, 2020).

Es una especie con buena capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, lo que depende de la densidad de siembra de los suelos y del estado vegetativo.

Acorde con los reportes de Ribeiro *et al.* (2016) y Rivera *et al.* (2018) el follaje de *T. diversifolia* se caracteriza por un alto contenido de nitrógeno total, una alta proporción de nitrógeno de naturaleza aminoacídica, un alto contenido de fósforo y una rápida degradabilidad y fermentación a nivel ruminal, así como un bajo contenido de fibra y de compuestos del metabolismo secundario.

Estos resultados, analizados de forma comparativa con los de las especies forrajeras de amplio uso en rumiantes, como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* (Ribeiro *et al.*, 2016), muestran la viabilidad de su uso tanto en monogástricos como en rumiantes.

Ejelonu *et al.* (2017) y Patra *et al.* (2017) informaron las características de las sustancias presentes en el follaje de algunas *Asteraceas*, entre las cuales se incluye la *T. diversifolia* y constataron determinaciones estructurales de compuestos biológicamente activos presentes en la biomasa de la especie, que no perjudican al animal, además, empíricamente no se conoce de problemas relacionados con toxicidad aguda ni efectos fisiológicos adversos en los animales alimentados con dietas experimentales basadas en esta arbustiva.

Estudios recientes desarrollados en Cuba muestran el potencial nutritivo de *Tithonia diversifolia* y su efecto en la fisiología digestiva de animales rumiantes y monogástricos (Rodríguez, 2017). Entre los principales resultados se destacan:

- ✿ La caracterización de diferentes materiales vegetales los cuales revelan valores de proteína, FND y hemicelulosas que oscilan desde 18,26 a 26,40 %, 32,62 a 41,83 % y 14,79 a 25,74 % respectivamente, lo que denota amplia variabilidad interespecífica. Se comprobó además que esta planta presenta cantidades abundantes de reductores totales (+++), moderadas de taninos (++), flavonoides y alcaloides, así como bajos valores (+) de saponinas, triterpenos y antocianidinas.
- ✿ El estudio de las propiedades físicas de las harinas de forraje (material vegetal 10) a diferentes edades de corte indicó que el mejor período para cortarla está entre los 70 y 90 días, así como que el contenido de polifenoles se incrementaba en la harina de este forraje con la edad de corte.
- ✿ Se demuestra que el potencial fermentativo de esta planta presenta valores de producción de gas desde 26,60 hasta 27,85, que se corresponden con los valores de proteínas solubles de hasta 40 % de la proteína total, altos contenidos de azúcares totales (39,8 %) y carbohidratos solubles en agua (7,2 %). La cinética de la capacidad fermentativa y la dinámica de degradación ruminal in situ de la materia seca se caracteriza por un incremento de la producción de gases con el tiempo de exposición de las muestras al ataque microbiano.
- ✿ *T. diversifolia* es una planta promisoría para su empleo con fines de manipular la ecología microbiana ruminal, reducir la población de metanógenos, los protozoos, así como incrementar la población de bacterias celulolíticas cuando se emplea a razón de 10 % de la

MS total, niveles superiores pueden reducir la celulolisis.

- ✿ La utilización de la suplementación con 10% de *T. diversifolia* promueve una mayor población de bacterias celulolíticas y de viables totales en el rumen de los animales así como, se reduce la representación de los microorganismos del dominio de las *Archaea* o metanógenos en el rumen.
- ✿ En el caso de animales monogástricos se demuestra que la sustitución del 10 y 20% del pienso comercial para cerdos por harina de follaje de esta especie mejora las características nutricionales por un aumento del contenido proteico, así como una disminución de la fracción fibrosa, representado por la FDN, FDA y la celulosa y no influye negativamente en los coeficientes de DMS de las dietas, ni en la morfometría del tracto gastrointestinal (TGI), sin ocasionar trastornos en los indicadores sanguíneos y de salud. Se indica que su inclusión en la dieta no afecta su volumen, sin embargo, mejora la capacidad de absorción de agua y disminuye su solubilidad con el 10%.
- ✿ Un aspecto sobresaliente acerca del uso de esta especie en animales monogástricos es que no se observa presencia de trichuris, ni de coccidias en el tracto digestivo y las heces fecales de los cerdos que recibieron 20% de esta especie en su ración, lo que se corroboró por los resultados obtenidos en el análisis de eosinófilos en sangre total de los animales.

Esta planta es una especie capaz de adaptarse a las más diversas condiciones, la necesidad, el valor nutricional, la composición bromatológica, la poca exigencia a labores fitotécnicas y los elevados rendimientos de biomasa, la hacen prácticamente un recurso fitogenético excepcional (Lezcano *et al.*, 2016), la cual puede ser consumida por diversas categorías de animales.

Se puede establecer en suelos desde ácidos hasta neutros, de la misma manera en suelos pobres hasta fértiles, mal drenados a bien drenados, requiere un pH de 5 a 7,5. Alturas entre 0 – 2 400 msnm (metros sobre el nivel del mar), con precipitaciones anuales de 800-4 000 milímetros; además, se desarrolla bien en zonas con altas temperaturas 14 – 27 °C y es medianamente tolerante a la sombra (Viloria, 2020).

Dentro del grupo de especies que constituye una opción para diversificar la dieta de los bovinos se encuentra el Botón de oro (*T. diversifolia*), que por su contenido nutricional y características

agronómicas se consolida como una forrajera ideal para su utilización en sistemas silvopastoriles o en zonas que presenten las condiciones ideales para su desarrollo (Oyola, 2018 y Londoño, 2019). Los elementos expuestos hasta el momento nos permiten aseverar, que la utilización de la *T. diversifolia* es una nueva opción de alimento que puede ser empleada para paliar la carencia alimentaria, en los países con insuficientes insumos y recursos, como el nuestro.

Otros estudios reportados fueron los de Pérez y Fernández (2015), quienes demostraron las magníficas condiciones, de la misma como forraje fresco, principalmente en rumiantes y conejos. Para monogástricos su inclusión en la dieta debe ser en forma de harina deshidratada (<15%) específicamente follaje de 30 a 60 días debido a que en ese rango la fibra bruta se comporta baja en un 3 % (Lezcano, 2013).

Como todas las especies, a las que, por primera vez, se enfrentan los animales, están puede ser rechazada hasta que se adapten y lo consuman con normalidad, aunque para el caso de esta planta, la adaptación se podría prolongar por la presencia de sesquiterpenos, que les confieren a sus hojas un fuerte sabor amargo. Estas sustancias, a su vez, actúan como fitoalexinas (compuestos antimicrobianos) aunque estos no parecen afectar las bacterias del rumen. Además, la *Tithonia* no presenta niveles preocupantes de taninos, fenoles, saponinas u otros factores antinutricionales (Pérez y Fernández, 2015 y Miranda *et al.*, 2020).

Otras de las bondades informadas para esta planta son como especie ornamental, abono verde en cultivos y en parcelas de producción agrícola con alta diversidad para atraer insectos benéficos (Ríos, 1997); en estudios reportados por Murgueitio (2009), se informa su papel en el control de la hormiga cortadera (*Atta cephalotes*), con una disminución de las colonias.

Dentro de sus usos se reporta el efecto como antiparasitaria, estudios realizados por Lezcano (2013) mostraron que la sinergia entre los metabolitos secundarios presentes en *T. diversifolia* con énfasis los alcaloides evidenciaron la eficacia in vitro de extractos acuosos y etanólicos de la fracción comestible de *T. diversifolia* en la inhibición de la eclosión de huevos y el desarrollo larvario de estrombilidos gastrointestinales en terneros jóvenes.

Por otra parte, estudios de (Ruíz, 2020) mostraron que *T. diversifolia* es una planta promisoría para lograr adecuada población de los microorganismos en el rumen, que todos los materiales vegetales de la misma reducen la población de dichos microorganismos que emiten gases de efecto

invernadero y que puede ser usada entre 60 y 80 días porque expresa su máxima potencialidad y los terneros y especies monogástricas logran el mayor aprovechamiento de la misma.

La especie se utiliza principalmente para corte y acarreo en la alimentación animal debido a su alto valor nutricional, rusticidad y a la elevada tasa de producción de la forrajera. También se puede utilizar como bancos mixtos de forraje, fuente de néctar para las abejas y ayuda a la restauración ecológica de áreas degradadas formando en terrenos inestables densos mantos de raíces (Paniagua- Hernández *et al.*, 2020), incrementa el reciclaje de nutrientes y mejora las condiciones físicas y biológicas del suelo. Para que un árbol o arbusto pueda ser considerado como forrajero, debe ser bien consumido y mejorar la productividad de los animales; debe ser tolerante a la poda continua y producir una gran cantidad de biomasa aérea. En el uso de especies arbustivas para la alimentación animal, es importante tomar en cuenta el contenido de los fenoles y los taninos, los cuales, al ser consumidos por los animales, pueden originar problemas de toxicidad potencial, baja palatabilidad y digestibilidad.

Rivera (2019) plantea que la *T. diversifolia* tiene usos medicinales como acción antiinflamatoria por la presencia de compuestos fitoquímicos.

Los elementos aquí expuestos demuestran la veracidad de esta planta proteica como una alternativa viable en la alimentación de terneros. A pesar de todas las bondades que se señalaron con anterioridad, es necesario tener en consideración que esta especie es reconocida como una de las plantas invasoras de mayor preocupación a nivel mundial (*Global Invasive Species Database* 2011) y se considera una de las 100 especies vegetales invasoras más agresivas en Cuba. Máxime aún si ya existen evidencias de la colonización de esta especie en áreas naturales protegidas de Topes de Collantes en la región central del país.

No obstante, consideramos que no se pueden generalizar ni extrapolar estos resultados a otras regiones y sistemas productivos de nuestro país y del mundo. Es necesario realizar nuevas investigaciones en este sentido para evitar una concepción negativa para esta especie. Algo similar ha sucedido con la especie *Leucaena leucocephala*, discriminada injustamente como invasora (Rodríguez, 2017) en varias regiones. Sin embargo, la experiencia de la utilización de la misma por más de 20 años demuestra que estos sistemas productivos pueden incrementar su productividad entre el 200 y 400 % respecto a las áreas como monocultivos. *Tithonia diversifolia* es una de las

plantas no leguminosas considerada como promisorio para su empleo en alimentación de diferentes especies animales (Figura 1).

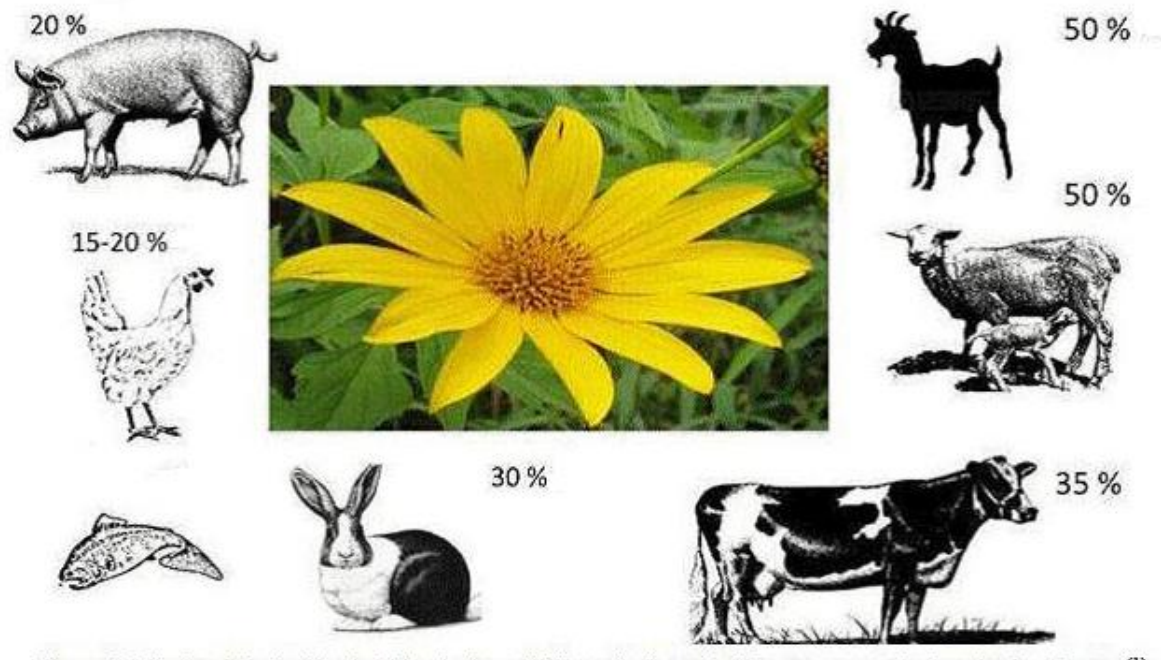


Figura 1: niveles de inclusión de *Tithonia diversifolia* en la dieta de diferentes categorías pecuarias (Fuente: Rodríguez, 2017)

Referencias bibliográficas

- Barairbar-Norberg, M. (2020). *The political economy of agrarian change in Latin America*. Governance, Development, and Social Inclusion in Latin America. ISBN 978-3-030-24585-6. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24586-3>.
- Carvalho, J. y Campos, O. F. (2017). *Ganado de Leite. 20 años de pesquisa*. CNPGL. EMBRAPA. Juiz de Fora, Brasil.
- Ejelonua, O. C., Elekofehintia, O. O. y Adanlawob, I. G. (2017). *Tithonia diversifolia* saponin-blood lipid interaction and its influence on immune system of normal wistar rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 87, 589–595.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2021). Producción de alimentos. <https://www.fao.org/3/a-i6747s.pdf>
- Global Invasive Species. (2011). Database Base de datos en línea.

<http://www.issq.org/database/welcome/>

- Lezcano, Y., Soca, M., Pérez, M., Roque, E. L., Ojeda, F., Machado, R. C. y Fontes, D.M. (2016). *Tithonia diversifolia* forage for the control of gastrointestinal strongyles in young cattle. *Pastos y Forrajes*, 39 (2), 133-138.
- Lezcano, Y. (2013). Propiedades antiparasitarias de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en el tratamiento de estrongilidos gastrointestinales en bovinos jóvenes. Mayabeque. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. CENSA.
- Lezcano, Y., Soca, M., López, E., García, F., Castro, R. y Marrero, D. (2020). *Forraje de Tithonia diversifolia para el control de estrongilidos gastrointestinales en bovinos jóvenes*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Cuba.
- Londoño C. J., Mahecha L. L. y Angulo, A. J. (2019). Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 11 (1). <https://doi.org/10.24188/recia.v0.n0.2019.693>
- Mejía, D. E., Mahecha, L. L. y Angulo, A. J. (2017). Potencial nutricional del botón de oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray) en vacas lecheras. *Agron. Mesoam.* 28 (1), 289-302.
- Milián, G. F., Rodríguez, M. O y Rondón, A. J. (2020). *Uso del aditivo nutricional SUBTILPROBIO en la avicultura matancera*. ISBN: 978-959-16-4472-5.
- Milián, G., Rodríguez, M., González, O., Rondón, A.J., Pérez, M. P., Beruvides, A. y Placeres, I. (2021). Evaluation of the zootechnical additive SUBTILPROBIO® E-44 in productive and health indicators in heavy pure breeds birds under production conditions. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 5 (1), 67-75.
- Miranda, M. A., Varela, R. M., Torres, A., Molinillo, J. M. G., Gualtieri, S. C. J. y Macías, F. A. (2020). Phytotoxins from *Tithonia diversifolia*. *Journal of Natural Products*, 78 (5), 1083 -1092. <https://doi.org/10.1021>
- Murgueitio, E. (2009). Estado actual y tendencias de los sistemas agroforestales ganaderos en los trópicos. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (CD).
- Oyola, V. N. Z. (2018). Elaboración de bloques nutricionales de harina de nacedero *Trichanthera gigantea* y botón de oro *Tithonia diversifolia* para la alimentación de ganado criollo y su efecto

- en la producción de leche. Tesis de culminación de estudios. Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD", Honduras.
- Patra, A., Park, T., Kim, M. y Yu, Z. (2017). Rumen methanogens and mitigation of methane emission by anti-methanogenic compounds and substances. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 8 (13). <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-017-0145-9>.
- Paniagua, H. L. D., Arias, L. M. G., Alpizar, N., Castillo, U. M. A., Camacho, C., Padilla, F. J. L. y Campos, A. 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 (2), 275-283.
- Pérez, A. S. y Fernández, D. (2015). *Tithonia*. *Ecosistema Ganadero*. 2 (1 y 2).
- Ribeiro, R. S., Terry, S. A., Sacramento, J. P., Rocha, S. S., Bento, C. B., Silva, E. F., Montovani, H. C., Gama, M. A. S., Pereira, L. G., Tomich, T. R., Mauricio, R. M. y Chaves, A. (2016). *Tithonia diversifolia* as a supplementary feed for dairy cows. *PLoS ONE* 11 (12), e0165751. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0165751>.
- Ríos, C. I. (1997). Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En: *Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica*. 2^{da} Edición. Colciencias-CIPAV. Cali, Colombia.
- Rivera, J. (2019). Consideraciones Generales Sobre el uso de *Tithonia diversifolia* como arbustiva para la alimentación animal. <https://10.13140/RG.2.2.12071.19366>
- Rivera, J. E., Chará, J., Gómez, J. F., Leyva, R., Ruíz, T. y Barahona, R. (2018). Variabilidad fenotípica y composición fitoquímica de *Tithonia diversifolia* A. Gray para la producción animal sostenible. *Livestock Research for Rural Development* 30 (12), 1-20.
- Rodríguez, I. (2017). Potencialidades de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la alimentación animal. *Livestock Research for Rural Development* 29 (4). <http://www.lrrd.org/lrrd29/4/ida129063.html>
- Ruiz, T. E., Febles, G. J., Alonso, J., Crespo, G. y Valenciaga, N. (2017). Agronomy of *Tithonia diversifolia* in Latin America and the Caribbean region In: Savon, L. L., Gutierrez, O., Febles, F. (Eds). *Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean*. (págs. 171 – 202). ICA / EDICA. Cuba.

- Ruíz, T. E., Febles, G. J., Alonso, J., Galindo, J., La O. O., Savón, L., Gutierrez, D., Martínez, Y., Chongo, B., Crespo, G., Castellanos, L. M., Rodríguez, B., Vazquez, Y. y Cino, D. M. (2020) *Guía Técnica para el empleo de Tithonia diversifolia en la ganadería. ¿Qué hacer para producir biomasa con calidad?* Editora Política.
- Schultze, K. R., Rao, I. M., Peters, M., Clements, R. J., Bai, C. y Liu, G. (2018). Tropical forage legumes for environmental benefits: An overview. *Tropical Grasslands* 6(1),1-14. <http://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/394/241>.