

Nota Técnica

Análisis económico de la producción de semilla gámica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en Cuba

Economic analysis of the production of gamic seed of Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray in Cuba

NADIA BÁEZ QUIÑONES, CÉSAR PADILLA, IDALMIS RODRÍGUEZ GARCÍA Y TOMÁS E. RUÍZ

Departamento Pastos y Forrajes, Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Resumen

La *Tithonia diversifolia* es una de las plantas proteicas más aceptada por los ganaderos en Cuba para alimentar a los animales. Encontrar una alternativa económica para fomentar sistemas de producción con esta planta es vital para disminuir los costos asociados a la plantación e indirectamente en la alimentación, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar qué método de propagación (por semilla vegetativa o gámica) de tithonia resulta económicamente más factible para la producción de semilla gámica en las condiciones de Cuba. Se determinaron las fichas de costo de la producción de semilla gámica de tithonia a partir de plantaciones por vía asexual. Luego, a partir de este valor se determinó el costo de producción de la semilla gámica sembrada por vía sexual. El costo de producción de la semilla gámica fue de 15.07 USD/kg cuando se sembró con material vegetativo, y de 11.04 USD/kg cuando se usó semilla gámica. Se demuestra que el costo de establecimiento de una hectárea de tithonia para la producción de semillas se reduce hasta 3 veces cuando se parte del uso de semilla gámica, comparado al uso de semilla vegetativa (US\$ 142.13 vs 472.05, respectivamente).

Palabras clave: Costos de producción, material vegetativo, métodos de propagación, semilla sexual.

Abstract

Tithonia diversifolia is one of the protein-rich plants most accepted for animal feeding by Cuban farmers. Identification of an economic alternative to promote production systems using this species is critical to reduce forage production costs, and indirectly feeding cost. The objective of this study was to identify the most economically feasible method for tithonia seed production using either vegetative planting materials or gamic seeds for plant propagation under Cuban conditions. Detailed gamic seeds production costs of tithonia from plots planted using either vegetative planting materials or gamic seeds were estimated. The cost of production per kilo of gamic seeds was US\$ 15.07 and 11.04, when multiplication plots were established using either vegetative planting materials or sexual seeds, respectively. The investment for establishing one hectare of a tithonia multiplication plot was reduced to one third when gamic seeds were used, as compared to the use of vegetative planting materials (US\$ 142.13 vs. 472.05, respectively).

Keywords: Costs of production, planting material, propagation methods, sexual seeds.

Introducción

En los últimos años se ha impulsado el empleo de plantas proteicas para la mejora de la alimentación animal en Cuba ([Alonso-Vázquez et al. 2021](#)) y otros países en desarrollo ([Ramírez et al. 2012](#); [Lopera et al. 2015](#);

[Hoyos-Rojas et al. 2021](#)). *Tithonia diversifolia* es una de estas plantas proteicas más aceptadas por los ganaderos cubanos ([Paniagua-Hernández et al. 2020](#); [Padilla y Rodríguez 2021](#); [Padilla et al. 2021](#)).

La tithonia posee un alto potencial de adaptación a múltiples condiciones ambientales, presenta una

Correspondencia: Nadia Báez Quiñones, Departamento Pastos y Forrajes, Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Correo electrónico: nadbaezquinones@gmail.com

elevada capacidad de acumulación de nitrógeno, buen valor nutritivo con altos contenidos de proteína y minerales, alta digestibilidad de la materia seca y presencia de aceites tanto en hojas como en flores (Ruíz et al. 2016; Ruíz et al. 2017), lo que ha contribuido a su distribución a lo largo de las empresas ganaderas cubanas y en otros países tropicales (Mejía-Díaz et al. 2017; Guatusmal-Gelpud et al. 2020).

A nivel internacional son varias las investigaciones que muestran con indicadores económicos el impacto positivo del uso de esta especie en los sistemas silvopastoriles y en la alimentación animal a partir de material vegetativo. Así lo han demostrado en América Latina, Navarro (2018) y Fuente-Martínez et al. (2019) en la alimentación de aves y Arias-Gamboa (2018) y Angulo-Arizala et al. (2021) en bovinos. También en África, Katongole et al. (2016) en bovinos y Abiloro et al. (2020) en conejos han mostrado sus bondades económicas.

En Cuba, Iraola et al. (2022) evaluaron diferentes indicadores económicos en el comportamiento productivo de machos vacunos en silvopastoreo con *T. diversifolia*, demostrando la posibilidad de utilización de estos sistemas como alternativa para la producción de carne. De igual forma Iriban-Díaz y Alonso-Vázquez (2022) indican el impacto económico positivo en la producción de leche; por ello, la posibilidad de disminuir los costos de establecimiento contribuye a una mayor rentabilidad y difusión de estos sistemas con *T. diversifolia* y, por lo tanto, una mayor disponibilidad de carne y leche para la demanda de la población mundial creciente.

En los últimos años, tanto a nivel internacional como nacional, se ha producido un incremento de las investigaciones sobre la propagación por vía gámica de tithonia. Si bien se ha avanzado en aspectos de carácter agronómico como la siembra y establecimiento puede aumentar los rendimientos (Mahecha et al. 2015; Gallego-Castro, 2016; Mahecha et al. 2017; Padilla et al. 2018b; Mattar et al. 2019; Santos-Gally et al. 2019a,b), no ha sido así con los aspectos económicos. Resulta difícil encontrar en la literatura científica reportes sobre este aspecto, incluso en sitios de compra y venta de semillas, pues por lo general esta especie solo se comercializa para fines de jardinería y con precios bastante elevados. Esto demuestra que aún es insuficiente la disponibilidad y generalización de esta vía de propagación de tithonia, pese a que constituye un nicho de mercado y por lo tanto una oportunidad para la producción a gran escala y posterior comercialización de semilla gámica de esta especie.

En Cuba, la tithonia se considera una forma barata de suministrar proteína al ganado, por lo que la búsqueda

de alternativas económicas para la reproducción y propagación de esta especie por vía gámica constituye un reto y una prioridad para la comunidad científica (Rodríguez et al. 2021). Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar qué método de propagación (por semilla vegetativa o semilla sexual) resulta económicamente más factible para la producción de semilla gámica de *Tithonia diversifolia* en las condiciones de Cuba.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el Centro Experimental de Pastos y Forrajes 'Miguel Sistachs Naya' del Instituto de Ciencia Animal (ICA), ubicado en el municipio de San José de las Lajas, actual provincia de Mayabeque, Cuba, situada a lo 23°55 Norte y a los 82°00 Oeste, a 92 msnm. El tipo de suelo es el Ferralítico Rojo Eútrico, de rápida desecación, arcilloso y profundo sobre calizas (Hernández et al. 2015).

Para el desarrollo del trabajo se tomaron los costos directos involucrados en el establecimiento de tithonia según investigaciones desarrolladas en el ICA (Ruíz et al. 2016). Se tuvo en cuenta los elementos involucrados en la preparación del suelo, la siembra y labores culturales de esta planta. Se confeccionó la ficha de costo en dólares (USD) a partir de la inversión en mano de obra, combustibles, maquinaria (depreciación) y otros gastos (compra de semillas y fertilizantes). El gasto por concepto de semillas proviene del precio informado por la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas de Cuba y es de 0.04 USD la estaca (Ministerio de la Agricultura 2021). Se determinó que a partir de las necesidades de material vegetativo para la plantación de una hectárea (4.5 toneladas) se requirieron 10,000 estacas, para un costo de 416.67 USD. El costo de salario de un obrero se obtuvo de la Resolución No.29-2020 (Ministerio del Trabajo y la Seguridad Social 2020) y el costo del litro de combustible de la Resolución No.350-2020 (Ministerio de Finanzas y Precios 2020) vigentes en Cuba. Todos los datos convertidos a USD usando la tasa de cambio actual en el 2022 de 24 pesos cubanos (CUP) por 1 USD.

Para determinar la ficha de costo de la producción de semilla gámica se tuvieron en consideración los costos directos involucrados en la cosecha y poscosecha, a partir de las recomendaciones tecnológicas de Padilla et al. (2022). Posteriormente, una vez estimados los costos de establecimiento por vía asexual y teniendo en cuenta los costos de la cosecha y poscosecha se procedió a calcular la ficha de costo de un kilogramo de semilla gámica en condiciones experimentales y con el procesamiento de la semilla de forma manual, empleando métodos artesanales.

A partir de este valor y la información de siembras por vía sexual realizadas en la Dirección Científica Tecnológica y Productiva “El Guayabal” de la Universidad Agraria de La Habana, también en San José de las Lajas provincia Mayabeque, se procedió a determinar la ficha de costo del kg de semilla gámica obtenida por vía sexual según las recomendaciones tecnológicas de Padilla et al. (2022).

Resultados

El costo total de la plantación y establecimiento de una hectárea de tithonia usando material vegetativo ascendió a 472.05 USD (Cuadro 1). Teniendo en cuenta que una plantación de tithonia tiene una vida útil para la producción de semilla de tres años, se dividió el costo total de siembra y establecimiento entre las tres posibles cosechas de semilla gámica, por lo que este valor fue de 157.35 USD/ha.

Los costos de las labores culturales (28.91 USD/ha) y de cosecha y poscosecha de la semilla (265.79 USD/ha) (Cuadro 2 y 3) fueron inferiores al costo de establecimiento

total de la hectárea de tithonia.

El costo total de producción de semilla para una hectárea fue de 452.05 USD a partir de plantaciones con material vegetativo (Cuadro 3). Considerando que según Padilla et al. (2020) el rendimiento estimado promedio de la producción de semillas es de 30 kg/ha, el costo del kg de semilla gámica sembradas por vía vegetativa es de 15.07 USD/kg. Este rendimiento promedio oscila entre 24.0–53.26 kg/ha de semilla pura germinable (SPG) en dependencia del material (Padilla y Rodríguez 2021), por lo que además se muestran otros valores del costo del kg de semilla de acuerdo con diferentes niveles de rendimiento (Cuadro 4). Como es de esperar, a medida que se incrementen los rendimientos, menor será el costo de producción del kg de semilla gámica.

El cálculo del costo de siembra y establecimiento por semilla gámica se puede apreciar en el Cuadro 5. Este valor asciende a 142.13 USD/ha para los 3 años de vida útil del campo de semillas y para una cosecha el valor es de 47.38 USD/ha. Ambos valores resultan considerablemente menores que cuando se siembra con material vegetativo.

Cuadro 1. Ficha de costo en USD de la plantación y establecimiento de una hectárea de tithonia con material vegetativo.

Labores	Jornadas ¹	Salario	Combustible	Maquinaria	Otros insumos	Total (USD)	
I. Preparar Tierra	Pase de arado	5.33	3.08	12.24	0.46	15.78	
	Pase de grada medio	4	2.32	2.77	0.06	5.15	
	Cruce de arado	4.4	2.57	8.90	0.35	11.82	
	Pase de grada fino	3.2	1.85	1.98	0.06	3.90	
	Surcado	2	1.16	1.75	0.16	3.07	
	Sub-total	18.93	1.98	27.64	1.10	0.00	39.72
II. Labores de establecimiento	Corte de semilla	0.8	0.46	0.07	0.11	0.65	
	Acarreo de semilla	2	1.16	0.58	0.28	2.02	
	Plantación manual	8	4.63			4.63	
	Semilla tithonia ²	0				416.67	416.67
	Limpieza	10	5.79				5.79
	Tape Semilla	2	1.16	1.17	0.26		2.58
	Sub-total	22.8	13.20	1.82	0.65	416.67	432.33
Total (I+II)		24.17	29.46	1.75	416.67	472.05	
III. Valor para una cosecha						157.35	

¹Es la multiplicación de las horas trabajadas por la cantidad de obreros. Esto multiplicado por el salario por hora, es el monto de salario desembolsado en la labor; ²4.5 t/ha (agámica)

Cuadro 2. Ficha de costo en USD de las labores culturales en una hectárea para la producción de semilla de tithonia con material vegetativo.

Labores	Jornadas	Salario	Combustible	Maquinaria	Otros insumos	Total (USD)	
IV Labores Culturales	Chapea	1.6	0.93	1.20	0.11	2.24	
	Aporque	4	2.32			2.32	
	Fertilización	2	1.16	0.90	0.14	22.17	24.36
	Sub-total	7.6	4.40	2.10	0.25	22.17	28.91

Cuadro 3. Ficha de costo en USD de las labores de cosecha y poscosecha en una hectárea para la producción de semilla de tithonia con material vegetativo.

Labores	Jornadas	Salario	Combustible	Maquinaria	Total (USD)	
V Cosecha	Recoger semilla	200	115.75		115.75	
	Acarreo	15	8.68	1.46	0.56	10.70
	Sub-total	215	124.43	1.46	0.56	126.45
VI Poscosecha	Secado natural	30	17.36			17.36
	Tratamiento	120	69.45			69.45
	Beneficio de la semilla	80	46.30		3.91	50.21
	Envasar y almacenar	4	2.32			2.32
	Sub-total	234	135.42	0	3.91	139.33
Total Cosecha y Poscosecha (Suma V+VI)					265.79	
Total Producción semilla (Suma III+IV+V+VI)					452.05	

Cuadro 4. Costo de producción del kg de semilla gámica de tithonia a partir de siembras con material vegetativo según niveles de rendimiento de SPG.

Rendimiento de SPG	Costo de producción del kg de semilla gámica (USD)
24	18.83
30	15.07
40	11.30
53.26	8.48

Cuadro 5. Ficha de costo en USD de la siembra y establecimiento de una hectárea de tithonia por semilla gámica.

Labores	Jornadas	Salario	Combustible	Maquinaria	Otros insumos	Total (USD)	
I. Preparación de suelo	Pase de arado	5.33	3.08	12.24	0.46	15.78	
	Pase de grada medio	4	2.32	2.77	0.06	5.15	
	Cruce de arado	4.4	2.57	8.90	0.35	11.82	
	Pase de grada fino	3.2	1.85	1.98	0.06	3.90	
	Surcado	2	1.16	1.75	0.16	3.07	
	Sub-total	18.93	10.98	27.64	1.10	0.00	39.72
II. Labores de siembra	Semilla botánica				15.07	15.07	
	Acarreo de semilla	1	0.58	0.58	0.28	1.44	
	Siembra manual	12.48	7.23			7.23	
	Acarreo de cobertura vegetal	1	0.58	0.58	0.28	70.00	71.44
	Aplicar cobertura vegetal	12.48	7.23			7.23	
	Sub-total	26.96	15.63	1.17	0.56	85.07	102.42
	Total (I+II)		26.61	28.81	1.65	85.07	142.13
III. Valor para una cosecha						47.38	

Las labores culturales (28.91 USD/ha), cosecha (126.45 USD/ha) y poscosecha (139.33 USD/ha) coinciden en ambos métodos de siembra (Cuadros 2 y 3 respectivamente). En este caso (siembra por vía sexual) el valor del costo de producción de una hectárea para semilla gámica de tithonia es de 342.08 USD/ha y el costo del kg de esta semilla es de 11.04 USD/kg con

un rendimiento promedio de 30 kg/ha de SPG. Se muestra además, otros valores de costos de producción teniendo en cuenta diferentes niveles de rendimiento (Cuadro 6). Los costos disminuyen con el incremento de los rendimientos en la producción de semillas.

El costo de producción de un kg de semilla gámica (Cuadro 7) varía según el método de siembra empleado,

siendo más económico en siembras por vía sexual, ya que los costos de las estacas y el volumen requerido son superiores.

Cuadro 6. Costo de producción del kg de semilla gámica de tithonia a partir de siembras por vía gámica según niveles de rendimiento de SPG.

Rendimiento de SPG	Costo de producción del kg de semilla gámica (USD)
24	14.25
30	11.04
40	8.55
53.26	6.42

Cuadro 7. Comparación económica de ambos métodos de propagación para la producción de semilla botánica de tithonia.

Costos (USD) Para una hectárea	Método de propagación	
	SA ²	SG ³
Semilla	416.67	15.07
Siembra y establecimiento	472.05	142.13
Producción total de semillas	452.05	342.08
Producción de 1 kg de semilla gámica ¹	15.07	11.04

¹Rendimiento estimado promedio de 30 kg/ha

²SA=Semilla agámica (dosis 4.5 t/ha)

³SG=Semilla gámica (dosis 1.0 kg/ha)

Discusión

Estudios realizados por Cino et al. (2012) en Cuba reportaron un costo de establecimiento de 790.62 USD/ha para siembras con semilla vegetativa, lo cual es mayor al reportado en este trabajo, pero aún se considera aceptable teniendo en cuenta que las condiciones económicas cuando se desarrolló dicho estudio (tasa de cambio vigente, sistema contable, entre otras) no eran las mismas que las actuales. En un trabajo más reciente, también en Cuba, Iriban-Díaz y Alonso-Vázquez (2022) reportaron un costo de establecimiento por esta misma vía de propagación de 336.20 USD/ha. En este último trabajo la densidad de siembra del sistema fue menor al que se considera aquí, lo cual explica su valor más bajo. Buitrago et al. (2017) reportaron en Colombia un costo de establecimiento de la hectárea de tithonia por vía vegetativa de entre 680 y 1,100 USD. Cabe recalcar que las condiciones de ambas investigaciones no son iguales, pero se considera un monto aceptable. Como se puede observar en la Cuadro 1, la adquisición del material

vegetativo para siembra representó la mayor inversión en este tipo de plantación.

Se asumió que la vida útil del campo de semillas es de tres años, a partir de las experiencias de investigación reportadas por Padilla et al. (2022) sobre la producción de semilla con cuatro variedades de tithonia en Cuba, en las que los semilleros mantuvieron un rendimiento aceptable por tres años; pero será necesario seguir realizando otros estudios de ese tipo con una duración mayor, para ver si mantienen la productividad por un mayor tiempo. Otros autores (Arias-Gamboa et al. 2018) han considerado hasta 10 años como la vida útil de una plantación de tithonia para la producción de biomasa forrajera; sin embargo, en este estudio se considera un período inferior (3 años), ya que para la producción de semilla es necesario disponer de una mayor población de plantas y una mayor cantidad de tallos fértiles para la floración. La experiencia práctica y los resultados de las investigaciones en otras especies como *Megathyrus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs, indican que a partir del tercer año la producción de semilla disminuye y hay que aplicar labores de recuperación de las áreas para mantener la vida útil en la producción de semilla (Padilla et al. 2018a).

Es necesario aclarar que la cosecha y poscosecha de la semilla fueron completamente manuales, excepto un último proceso de beneficio que requirió de equipo, lo que encarece el costo de producción de semilla al necesitar de un mayor uso de mano de obra en el proceso. Si se pudiera disponer del equipamiento necesario para todo el proceso es posible que se pueda abaratar aún más los costos. La recogida de las semillas (115.75 USD) fue la que tuvo un mayor peso dentro del costo de la cosecha y poscosecha.

Como se puede apreciar en la Cuadro 2, la aplicación de la fertilización constituye el 84.26 % del costo de las labores culturales. Si bien esta práctica no es común utilizarla en la producción de forraje para el ganado por el incremento en los costos; en cambio, se considera como un requisito indispensable en los sistemas de producción de semillas de cualquier especie. Existe evidencia de la respuesta de la tithonia a la fertilización nitrogenada (Astúa-Ureña et al. 2021) y a la aplicación de humus (Lugo-Soto et al. 2013) para la producción de biomasa en parcelas sembradas utilizando la propagación agámica, pero no hay información sobre su efecto en la producción de semilla, por lo que se fertilizaron para asegurar un buen crecimiento de las plantas. El tema de la fertilización de semilleros de tithonia queda por investigar.

Los costos de establecimiento y mantenimiento de las áreas de semillas, así como los beneficios económicos obtenidos por la producción de semilla de tithonia, varían

en función de la disponibilidad de maquinaria y equipos de calidad, así como de la contratación de servicios para las diferentes prácticas y labores culturales requeridas.

La dosis de semilla gámica a utilizar varía en función del propósito productivo de la siembra, lo cual está relacionado a su vez con la densidad de plantas/ha que se desea obtener. En Cuba, para el establecimiento de áreas de forraje y/o producción de semillas, Padilla et al. (2022) recomiendan una dosis de siembra de 0.75 a 1.0 kg/ha con semilla gámica que posee más del 50 % de germinación y 95 % de pureza; mientras que para el fomento de sistemas silvopastoriles con tithonia asociadas con gramíneas en pastoreo, la dosis de siembra recomendada es de 0.25 kg/ha. En cambio, en Colombia se proponen dosis de siembra superiores (5, 7 y hasta 10 kg/ha, con semillas no seleccionadas), aunque no se aclara el nivel de pureza de la semilla (Gallego et al. 2017 y Arguello-Rangel et al. 2020).

A lo anterior se suma que la dosis de siembra de la semilla a utilizar va a estar relacionada con la calidad de los lotes de semillas, donde las variables de SPG y los porcentajes de germinación definen la dosis a utilizar. Estos indicadores influyen directamente en los costos.

Desde el punto de vista agronómico también resulta más ventajosa la siembra por semilla gámica, ya que Padilla y Rodríguez (2021) en Cuba reportan una mayor rapidez en la germinación de las siembras por semilla gámica comparado a las plantaciones con material vegetativo, bajo condiciones iguales. Además, no se ha observado diferencias en cuanto al rendimiento de forraje y producción de semillas por una vía u otra.

Según Londoño et al. (2019) el porcentaje de pérdidas de plantas es significativamente menor con semilla sexual (5–10 %) que con material vegetal (30–40 %), y los costos de producción son menores reduciendo a la mitad los costos asociados al uso de la mano de obra.

Conclusiones

Se concluye que el costo de establecimiento de una hectárea de tithonia para la producción de semillas se reduce hasta 3 veces cuando se parte del uso de semilla gámica. Se demuestra los beneficios desde el punto de vista económico de las siembras por semilla gámica, lo cual reafirma los otros beneficios de esta vía de propagación como, por ejemplo, la necesidad de un menor volumen para la siembra y el mayor tiempo de conservación de la semilla gámica. La importancia de este trabajo radica en que se demuestra que es rentable producir semilla gámica fundamentalmente usando semilla sexual, lo

cual abre una ventana para la comercialización de esta especie e incrementar su acceso en el mercado que hoy es prácticamente nulo para los ganaderos.

Se recomienda continuar los estudios de la producción de semilla gámica de tithonia, donde las labores de poscosecha se realicen fundamentalmente con tecnologías de avanzada, como por ejemplo mediante el secado artificial, el empleo de zarandas para la selección y el envasado automático, entre otras. Esto permitirá alcanzar una mayor escala de producción y mayor disponibilidad de semilla sexual para la comercialización.

Referencias

(Nota de los editores: Enlaces verificados el 13 de enero de 2023).

- Abiloro OB; Agida CA; Afam-Ibezim EM; Nathaniel J; Akinsola KL; Dairo FAS. 2020. Growth performance, hematological indices and cost benefit analysis of growing rabbits fed diets containing Mexican sunflower (*Tithonia diversifolia*). The International Journal of Agriculture, Management and Technology 4(1):57–62. [bit.ly/3ZwE3LR](https://doi.org/10.18684/rbsaa.v20.n1.2022.1535)
- Alonso-Vázquez AC; Iriban Díaz CA; Castillo-Almeida G; Benítez-Odio M; Rodríguez-Paz FD. 2021. Sistema silvopastoril con *Tithonia diversifolia* establecida con mínimo laboreo, alternativa tecnológica a fomentar en sistemas ganaderos. Avances 23(3):269–281. [bit.ly/3isQcRx](https://doi.org/10.18684/rbsaa.v20.n1.2022.1535)
- Angulo-Arizala J; Nemocón-Cobos AM; Posada-Ochoa SL; Mahecha-Ledesma L. 2022. Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) o ensilaje de maíz. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 20(1):27–40. doi: [10.18684/rbsaa.v20.n1.2022.1535](https://doi.org/10.18684/rbsaa.v20.n1.2022.1535)
- Arguello-Rangel J; Mahecha-Ledesma L; Angulo-Arizala J. 2020. Desarrollo de novillas BON × Cebú en un sistema silvopastoril de *Tithonia diversifolia*, en Antioquia, Colombia. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 18(2):48–59. doi: [10.18684/BSAA\(18\)48-59](https://doi.org/10.18684/BSAA(18)48-59)
- Arias-Gamboa LM. 2018. Evaluación del uso de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) como suplemento de vacas Jersey en etapa productiva. Tesis de pregrado, Universidad Nacional, Colombia. [handle/11056/148641](https://hdl.handle.net/11056/148641)
- Arias-Gamboa LM; Alpizar-Naranjo A; Castillo-Umaña MA; Camacho-Cascante MI; Padilla-Fallas JE; Arronis-Díaz V. 2018. Producción, calidad bromatológica de la leche y los costos de suplementación con *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en vacas Jersey. Pastos y Forrajes 41(4):266–272. [bit.ly/3GvCG7D](https://doi.org/10.18684/BSAA(18)48-59)
- Astúa-Ureña M; Campos-Granados CM; Rojas-Bourrillon A. 2021. Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad de rebrote sobre las características morfológicas

- y rendimiento agronómico del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) ecotipo INTA-Quepos. *Nutrición Animal Tropical* 15(1):1–18. doi: [10.15517/nat.v15i1.47521](https://doi.org/10.15517/nat.v15i1.47521)
- Buitrago-Guillen ME; Montoya-Rodríguez A; Vargas-Sánchez JE. 2017. Botón de Oro en sistemas silvopastoriles en la ladera de Caldas, Colombia. Costos de establecimiento. En: Chará J, Peri P, Rivera J, Murgueitio E, Castaño K, eds. IX Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles. *Sistemas Silvopastoriles: Aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. CIPAV. ISBN: 978-958-9386-78-1
- Cino DM; Ruíz TE; Martínez Y; Chongo B; Díaz H. 2012. Harina de follaje de *tithonia* (*Tithonia diversifolia*) en dietas integrales para la alimentación de terneros lactantes. Resultados económicos preliminares. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46(4):435–440. bit.ly/3X501UA
- Fuente-Martínez B; Carranco-Jáuregui M; Barrita-Ramírez B; Ávila-González E; Sanginés-García L. 2019. Efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre las variables productivas en gallinas ponedoras. *Abanico Veterinario* 9:1–12. doi: [10.21929/abavet2019.911](https://doi.org/10.21929/abavet2019.911)
- Gallego-Castro LA. 2016. Evaluación agronómica y análisis productivo del botón de oro como suplemento alimenticio de vacas lecheras en trópico alto. MSc. Tesis. Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia. hdl.handle.net/10495/6113
- Gallego-Castro LA; Mahecha-Ledesma L; Angulo-Arizala J. 2017. Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. *Agronomía Mesoamericana* 28(1):213–222. doi: [10.15517/am.v28i1.21671](https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21671)
- Guatusmal-Gelpud C; Escobar-Pachajoa LD; Meneses-Buitrago DH; Cardona-Iglesias JL; Castro-Rincón E. 2020. Producción y calidad de *Tithonia diversifolia* y *Sambucus nigra* en trópico altoandino colombiano. *Agronomía Mesoamericana* 31(1):193–208. doi: [10.15517/am.v31i1.36677](https://doi.org/10.15517/am.v31i1.36677)
- Hernández A; Pérez JM; Bosch D; Castro N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA, 93 p. bit.ly/3GYmahG
- Hoyos-Rojas JE; Angulo-Arizala J; Mahecha-Ledesma L; Houwers HW; Cerón-Muñoz MF. 2021. Comparación productiva y de calidad en leche de vacas Holstein pastoreando en diferentes sistemas del trópico alto. *Acta Agronómica* 70(1):35–41. doi: [10.15446/acag.v70n1.80801](https://doi.org/10.15446/acag.v70n1.80801)
- Iraola J; García Y; Fraga LM; Gutiérrez D; Cino DM; Barros-Rodríguez M; Hernández JL; Albelo D. 2022. Comportamiento productivo de machos vacunos en silvopastoreo con *Tithonia diversifolia*. *Livestock Research for Rural Development* 34(11):100. bit.ly/3k6nPcc
- Iriban-Díaz CA; Alonso-Vázquez AC. 2022. El sistema silvopastoril de la Vaquería (122) impacta positivamente en la producción de leche. II Simposio Internacional de *Tithonia diversifolia* / Convención Producción Animal y Agrodesarrollo 10–15, Varadero, Cuba.
- Katongole CB; Kabirizi, JM; Nanyeenya WN; Kigongo J; Nviiri G. 2016. Milk yield response of cows supplemented with sorghum stover and *Tithonia diversifolia* leaf hay diets during the dry season in northern Uganda. *Tropical Animal Health and Production* 48:1463–1469. doi: [10.1007/s11250-016-1119-1](https://doi.org/10.1007/s11250-016-1119-1)
- Londoño J; Mahecha L; Angulo 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):28–41. doi: [10.24188/recia.v0.n0.2019.693](https://doi.org/10.24188/recia.v0.n0.2019.693)
- Lopera JJ; Márquez SM; Ochoa DE; Calle Z; Sossa CP; Murgueitio E. 2015. Producción agroecológica de leche en el trópico de altura: sinergia entre restauración ecológica y sistemas silvopastoriles. *Agroecología* 10(1):79–85. bit.ly/3IJXHy3
- Lugo-Soto M; Jiménez C; Molina F; González J. 2013. Effect of *Trichoderma harzianum* and liquid humus vegetative establishment *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Zootecnia Tropical* 31(1):50–56. bit.ly/3ZvI96S
- Mahecha L; Angulo J; Barragán W. 2015. Efecto de la sombra en cambios estructurales de *Brachiarias* asociadas a *T. diversifolia* y/o *C. argentea*. En: Peri P (ed). *Memorias III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles* Editorial INTA, Santa Cruz, Argentina, 294–298. bit.ly/3X5QkFF
- Mahecha-Ledesma L; Angulo-Arizala J; Barragán-Hernández WA. 2017. Calidad nutricional, dinámica fermentativa y producción de metano de arreglos silvopastoriles. *Agronomía Mesoamericana* 28(2):371–387. doi: [10.15517/MA.V28I2.22750](https://doi.org/10.15517/MA.V28I2.22750)
- Mattar EPL; Vianna TT; Pereira WD; Brasileiro BP; Hilst PC; Días DCFS. 2019. Physiological quality of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray seeds as a function of harvest period and storage conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 25(6):1133–1142. bit.ly/3vTMInV
- Mejía-Díaz E; Mahecha-Ledesma L; Angulo-Arizala J. 2017. *Tithonia diversifolia*: especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo. *Agronomía Mesoamericana* 28(1):289–302. doi: [10.15517/am.v28i1.22673](https://doi.org/10.15517/am.v28i1.22673)
- Ministerio de Finanzas y Precios. 2020. Resolución No.350-2020. Establecimiento de precio de venta de los combustibles a entidades estatales. *Gaceta* 71.2020. GOC-2020-849-EX71. La Habana, Cuba.
- Ministerio de la Agricultura. 2021. Resolución 35. Precios minoristas de semillas. Empresa Productora y Comercializadora de Semillas. La Habana, Cuba.
- Ministerio del Trabajo y la Seguridad Social. 2020. Resolución No.29-2020. Establecimiento de la escala y tarifa salarial de los trabajadores. *Gaceta* 69.2020. GOC-2020-794-EX69. La Habana, Cuba.
- Navarro Flórez JL. 2018. Evaluación del efecto de tres diferentes forrajes: ramio (*boehmeria nivea*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y yatago (*Trichanthera gigantea*) en una dieta comercial para pollos de engorde de la línea

- Coob 2. Tesis de Pregrado, Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia. [handle/20.500.12744/1836](https://hdl.handle.net/20.500.12744/1836)
- Padilla C; Febles G; Lara A. 2018a. La producción de semilla de *Megathysus maximus* una opción local para el productor. VI Congreso de producción Animal Tropical. PP-09. La Habana. Conferencia. Sección pastos y forrajes.
- Padilla C; Rodríguez I; Ruíz TE; Herrera M. 2018b. Determinación del mejor momento de cosecha de semilla gámica, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. *Livestock Research for Rural Development* 30(4):71. bit.ly/3Gz8Krb
- Padilla C; Rodríguez I; Herrera M; Ruíz T; Mesa Y; Sarduy L. 2020. Mejor momento de cosecha en la producción y calidad de semilla gámica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray según estado fenológico de la estructura floral. *Livestock Research for Rural Development* 32(9):146. bit.ly/3D38U9x
- Padilla C; Rodríguez I. 2021. Producción de semilla gámica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. siembra y establecimiento. *Cuban Journal of Agricultural Science* 55(3):257–275. bit.ly/3ZnoG8J
- Padilla C; Rodríguez I; Ruíz TE; Medina Y; Herrera M; Báez-Quiñones N. 2021. Aporte al conocimiento sobre germinación, producción de semilla y establecimiento por semilla gámica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Cuba. En: Rivera J; Colcombet L; Santos-Gally R; Murgueitio E; Díaz M; Mauricio R; Peri P; Chará J (eds). XI Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles y I Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles: Ganadería Sostenible con Arraigo e Innovación. Libro de Actas. Editorial CIPAV, Cali, Colombia, 541–556. bit.ly/3itVF49
- Padilla C; Rodríguez I; Ruíz TE; Valenciaga N; Báez-Quiñones N. 2022. Manejo agrotécnico para la producción de semilla gámica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Cuba. II Simposio Internacional de *Tithonia diversifolia* / Convención Producción Animal y Agrodesarrollo 10–15, Varadero, Cuba.
- Paniagua-Hernández LD; Alpizar-Naranjo A; Arias-Gamboa LM; Castillo-Umaña MA; Camacho-Cascante MI; Padilla-Fallas JE; 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. bit.ly/3jYhpM8
- Ramírez BL; Lavelle P; Orjuela JA; Villanueva O. 2012. Caracterización de fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo de suelos en Caquetá, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25(3):391–401. bit.ly/3WVks6t
- Rodríguez I; Padilla C; Medina Y. 2021. Caracterización de la estructura floral y evaluación de la producción de semillas de diferentes materiales de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray. en Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science* 55(4):1–11. bit.ly/3W8I1HI
- Ruíz TE; Alonso J; Febles GJ; Galindo JL; Savón LL; Chongo BB; Torres V; Martínez Y; La-O O; Gutiérrez D; Crespo GJ; Cino DM; Scull I; González J. 2016. *Tithonia diversifolia*: I. Estudio integral de diferentes materiales para conocer su potencial de producción de biomasa y calidad nutritiva. *Avances en Investigación Agropecuaria* 20(3):63–82. bit.ly/3Xivtlo
- Ruíz TE; Alonso J; Febles GJ; Galindo JL; Savón LL; Chongo B; Martínez Y; La-O O; Gutiérrez D; Torres V; Scull I; Cino DM; Crespo G; Mora L; Valenciaga N; Padilla C; Rodríguez B; Muir I; Rivero A; Hernández N. 2017. Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en Cuba. En: Chará J; Peri P; Rivera J; Murgueitio E; Castaño K. (eds). IX Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles Sistemas Silvopastoriles: Aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. CIPAV. ISBN: 978- 958-9386-78-1.
- Santos-Gally R; Boege K; Fornoni F; Domínguez C. 2019a. Ganadería sostenible en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México: el equilibrio entre la producción y la conservación de la biodiversidad. En: Rivera J; Peri P; Chará J; Díaz M; Colcombet L; Murgueitio E (eds). X Congreso internacional sobre sistemas silvopastoriles: por una producción sostenible. Libro de Actas. Editorial CIPAV, Cali, Colombia, 318–322. bit.ly/3GX5MxY
- Santos-Gally R; Muñoz M; Franco G. 2019b. Efecto de la latencia sobre la germinación de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae). En: Rivera J; Peri P; Chará J; Díaz M; Colcombet L; Murgueitio E (eds). X Congreso internacional sobre sistemas silvopastoriles: por una producción sostenible. Libro de Actas. Editorial CIPAV, Cali, Colombia, 416–424. bit.ly/3GX5MxY

(Recibido para publicación 12 de mayo 2022; aceptado 31 de diciembre 2022; publicado 31 de enero 2023)

© 2023



Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales is an open-access journal published by *International Center for Tropical Agriculture (CIAT)*, in association with *The Tropical Crops Genetic Resources Institute of The Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences (TCGRI-CATAS)*. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.