

Efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquido en el establecimiento vegetativo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray

Effect of *Trichoderma harzianum* and liquid humus vegetative establishment *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray

María Lugo-Soto^{1*}, Claudia Jiménez², Francelina Molina¹ y Johan González¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Campo Experimental Ciudad Bolivia, estado Barinas, Venezuela.

*Correo electrónico: mlugo@inia.gob.ve.

²Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CENIAP). Maracay, estado Aragua.

RESUMEN

El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquido sobre la brotación (B), sobrevivencia (S), número de hojas (NH), longitud de rebrotes (LR), longitud de la raíz (LRA), materia seca aérea (MSA) y materia seca de la raíz (MSR) en el establecimiento vegetativo de *Tithonia diversifolia*. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron T1: *Trichoderma harzianum*, T2: Terrahumus, T3: Humus líquido de lombriz y T4: control (estacas sin tratamiento). Las variables LR, LRA, MSA y MSR mostraron diferencias significativas a los tratamientos. T2 obtuvo los mayores valores para LR (22,81 cm) y LRA (42,25 cm) y T4 para la MSA (5,65 g.bolsa⁻¹) y la MSR (5,65 g.bolsa⁻¹) aunque esta última sin diferencias significativas con T2. Los resultados permiten determinar que la estaca de *T. diversifolia* puede establecerse adecuadamente sin uso de productos que estimulen su crecimiento; no obstante, bajo las condiciones del experimento, el Terrahumus presenta potencial para estimular el crecimiento de las estacas.

Palabras clave: *Tithonia diversifolia*, humus líquido, estacas, brotación, longitud radical, materia seca

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of *Trichoderma harzianum* and liquid humus on sprouting (B), survival (S), number of leaves (NL), length of shoots (LR), root length (LRA), subject air dry (MSA) and root dry matter (MSR) on the establishment of *Tithonia diversifolia* vegetative. We used a completely randomized design with four treatments and four replications. The treatments were T1: *Trichoderma harzianum*, T2: Terrahumus, T3: liquid humus earthworm and T4: control (untreated cuttings). The variables LRA , MSA and MSR showed significant differences in the treatments. T2 obtained the highest values for LR (22,81 cm) and LRA (42,25 cm) and T4 for the MSA (5,65 g.bolsa⁻¹) y la MSR (5,65 g.bolsa⁻¹), although the latter did not differ significantly T2. The results support the conclusion that the stake of *T. diversifolia* can be set properly without using products that stimulate their growth , however , under the conditions of the experiment , the Terrahumus has potential to stimulate growth of the cuttings.

Key words: *Tithonia diversifolia*, liquid humus, stakes, sprouting, root length, dry matter

INTRODUCCIÓN

Tithonia diversifolia (Hemsl). A. Gray, conocida popularmente como botón de oro, árnica, es considerada una especie forrajera porque reúne ventajas en términos nutricionales, producción y versatilidad agronómica como son: un crecimiento rápido, buena capacidad de producción de biomasa (Pérez *et al.*, 2009), baja demanda de insumos y manejo para su cultivo (Ríos, 1995), alto contenido de proteína cruda que oscila entre 14-28% (La O *et al.*, 2012; Verdecía *et al.*, 2011), degradabilidad *in situ* entre 69–86% (La O *et al.*, 2012; García *et al.*, 2009), y es utilizada en la alimentación animal como: bovinos (Mahecha *et al.*, 2007), ovinos y caprinos (Rojas *et al.*, 2006), cerdos (Savon *et al.*, 2008), conejo (Nieves *et al.*, 2011) y en apiarios como fuente de néctar y polen (Ríos, 1995).

La propagación puede realizarse por estaca o por semilla. En la mayoría de los casos es por estaca, y esto debido a que las semillas presentan latencia y requieren de tratamientos para estimular la germinación (Moughalu y Chuba, 2005). Para su propagación, se utilizan estacas entre 20 a 50 cm (Calle-Díaz y Murgueitio, 2008; Medina *et al.*, 2009), del primer tercio o parte más leñosa del tallo y de la zona intermedia (Ruiz *et al.*, 2009, Ríos *et al.*, 1997).

Para garantizar un buen enraizamiento de estacas se requiere de un sustrato adecuado, que garantice la disponibilidad de agua y nutrientes, así como un estimulador de crecimiento que favorezca la emisión de raíces (Masaguer, 2001). Hartmann y Kester (2000) indican que las estacas de plantas herbáceas al tener las condiciones adecuadas, el prendimiento es rápido y con altos porcentajes de enraizamiento. Tomando en cuenta lo anterior, el presente trabajo de investigación con el objetivo de evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquidos sobre el establecimiento vegetativo de *Tithonia diversifolia*

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental Ciudad Bolivia del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Barinas) ubicado en Ciudad Bolivia, estado Barinas, a 08° 22' N y 70° 36' O, y una elevación de 186 msnm. El área está ubicada en una zona de vida bosque húmedo tropical (Holdridge, 1978), con una precipitación de 1736,6 mm, humedad relativa y temperatura promedio de 74,2% y 26,9°C, respectivamente (INIA, Estación Meteorológica Campo Experimental Ciudad Bolivia, 1998-2008).

El material vegetal para el experimento se obtuvo de plantas que se encontraban en jardines como uso ornamental y medicinal. Se cortaron estacas de 20 cm de longitud del primer o parte leñosa y segundo tercio o parte intermedia del tallo con al menos dos nudos.

Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con cuatro repeticiones, 10 estacas por unidad experimental para un total de 40 estacas por tratamiento y 160 estacas en el experimento. Los tratamientos evaluados fueron: *Trichoderma harzianum* (T1), Humus líquido de origen fluvial (TERRAHUMUS®) (T2), Humus líquido de lombriz (ABORCA) (T3) y un control (T4). Las estacas se sometieron a los siguientes tratamientos:

T1: Inmersión por 20 minutos en una solución de 10⁶ conidios de *Trichoderma harzianum*/cc de agua destilada

T2: Inmersión por 20 minutos en una solución de un litro de Terrahumus en nueve litros de agua

T3: Inmersión por 20 minutos en 100% Humus líquido de lombriz

T4: Estacas sin tratamiento (control)

Después de la inmersión las estacas se dejaron secar por diez minutos y se sembró una estaca, a dos cm de profundidad, por cada bolsa de polietileno de dos kg que contenían como sustrato tierra negra y arena de río en una relación 3:1. Una vez terminada la siembra se aplicó agua a capacidad de campo. Las bolsas fueron distribuidas al azar y se mantuvieron bajo exposición solar durante el período experimental. La frecuencia de riego fue interdiario.

Durante los primeros 21 días, se evaluó diariamente la brotación (B), considerándose como estaca brotada, aquella que presentó al menos un brote aéreo de tres mm de longitud. A los 45 días después de la siembra (DDS) se extrajeron todas las estacas, evaluándose: Supervivencia (S), número de plantas vivas sobre el total de estacas sembradas. Número de rebrotes (NR), esta variable se cuantificó realizando un conteo de los rebrotes presentes. Longitud de rebrote (LR), se midió con una regla graduada desde la base hasta la punta del rebrote. Longitud de la raíz (LRA), se midió con una regla graduada desde el cuello hasta la punta de la raíz. Materia seca aérea (MSA) y materia seca de la raíz (MSR), se separó la parte aérea de la raíz se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a estufa a 72°C durante 48 horas.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey (P ≤ 0,05). Para las variables brotación y supervivencia se

utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis. Se utilizó el programa estadístico Infostat® (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros brotes en las estacas de *T. diversifolia* aparecieron al tercer DDS. A los 13 DDS las estacas alcanzaron un promedio de brotación de 53%, a esta edad se observó que las estacas de T3 y T4 alcanzaron su punto máximo y a partir de ese momento los aumentos fueron discretos. A los 21 DDS se obtuvo la mayor brotación con porcentajes que oscilaron entre 60 y 77,5% (Figura 1), sin diferencias significativas entre los tratamientos.

Los porcentajes de sobrevivencia oscilaron entre 65,0 y 82,5%, sin diferencias significativas a los tratamientos (Figura 2). Estos resultados son bajos comparados con los de Medina *et al.* (2009), quienes obtuvieron valores de 99,87% al evaluar la sobrevivencia de estacas de *T. diversifolia*, en un sustrato de 70% de suelo franco limoso y 30% de estiércol.

Los bajos porcentajes de B y S obtenidos pudiera estar relacionado con los tratamientos y el sustrato utilizado, y no con las estacas, porque la longitud, el diámetro y el número de yemas de las estacas utilizadas, se encuentran dentro de los rangos descritos por Medina *et al.* (2009) al evaluar el efecto de la longitud (10, 20, 30 y 40 cm), el diámetro (1,0-1,9; 2,0-2,9; 3,0-3,9 y 4,0-4,9 cm) y el número de yemas (entre 2, 3, 4 y 5) de *T. diversifolia*. Estos autores obtuvieron rangos

entre 97,05 - 99,95% para sobrevivencia y entre 97,47 - 98,85% para prendimiento.

Al respecto, Ruiz *et al.* (2009), evaluaron en Cuba, la sección del tallo (medio y basal) en el establecimiento de *T. diversifolia* y no encontraron diferencias significativas para las variables número de hojas verdes, materia seca y números de tallos.

El análisis estadístico no mostró efectos significativos en NR, pero si en LR y MSA (Cuadro 1). Los valores de NR oscilaron entre 1,8 y 2,0. Estos resultados fueron superiores a los obtenidos por Medina *et al.* (2009), quienes para estacas de 20 cm de longitud y con dos yemas encontraron valores de 1,58 y 1,21, respectivamente.

En relación a la LR, el mayor valor correspondió a T2 (22,81 cm) resultado que pudiese ser atribuido a la acción de las sustancias húmicas, las cuales tienen un efecto directo sobre diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos de la planta que estimulan su crecimiento (Oliver, 2009), así como el tipo de estacas utilizadas para la siembra que influye notablemente en la producción de hojas y tallos verde (Ruiz *et al.*, 2009).

La MSA fue superior en T4 (7,31 g.bolsa⁻¹) con incrementos de 29,82; 22,71 y 25,44% con respecto a T1, T2 y T3, respectivamente, este incremento pudiera explicarse con las variables evaluadas del sistema radical como son longitud radical y materia seca de la raíz, cuyos valores fueron de 34,40 cm y 5,73 g.bolsa⁻¹, respectivamente (Cuadro 2), características

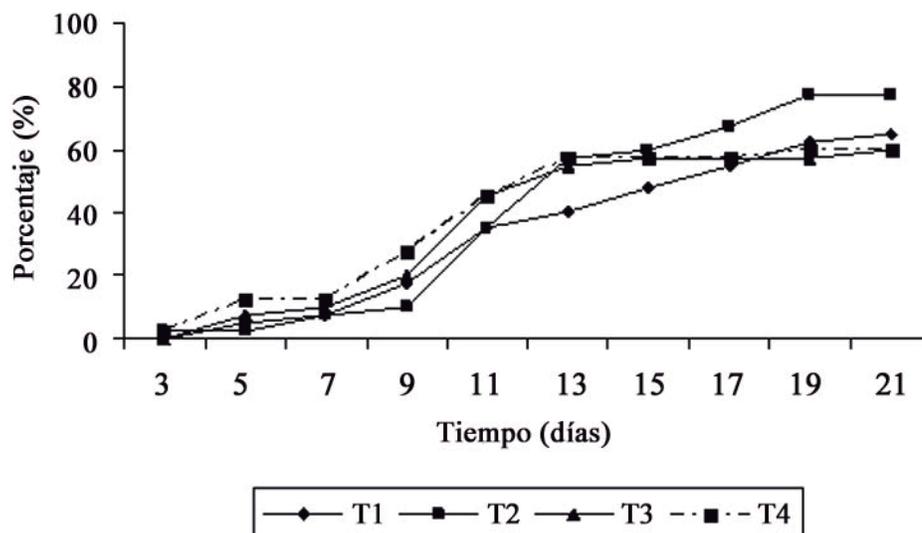


Figura 1. Efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquidos sobre la brotación de estacas de *Tithonia diversifolia*.

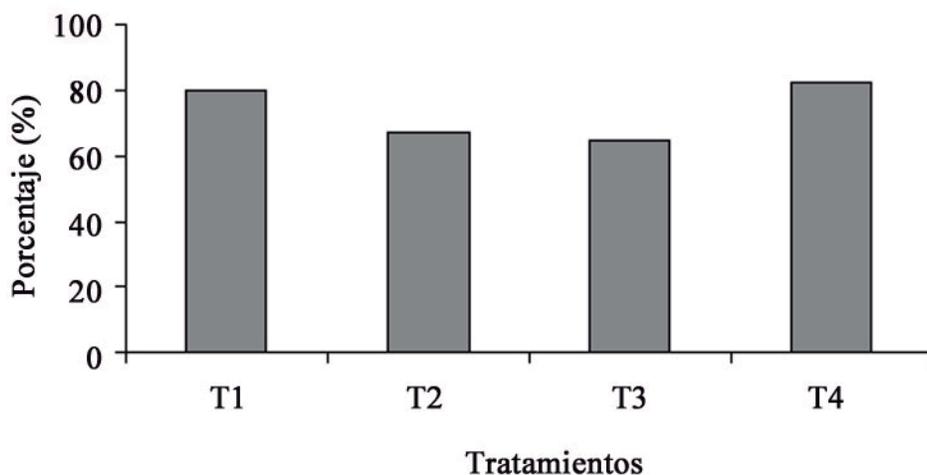


Figura 2. Efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquidos sobre la sobrevivencia de estacas de *Tithonia diversifolia*.

Cuadro 1. Efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquidos sobre el número de rebrotes (NR), longitud de rebrotes (LR) y materia seca aérea (MSA) de *Tithonia diversifolia*.

Tratamientos	NR	LR (cm)	MSA (g.bolsa ⁻¹)
T1	1,8 a	20,22 ab	5,13 b
T2	2,0 a	22,81 a	5,65 b
T3	1,8 a	17,04 b	5,45 b
T4	2,0 a	18,04 b	7,31 a

Letras distintas en la misma columna son diferentes estadísticamente Tukey ($P < 0,05$).

Cuadro 2. Efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquidos sobre la longitud radical (LRA y materia seca de la raíz (MSR) de *Tithonia diversifolia*.

Tratamientos	LRA (cm)	MSR (g.bolsa ⁻¹)
T1	33,55 b	4,72 b
T2	42,25 a	5,67 a
T3	30,08 b	5,04 b
T4	34,40 b	5,73 a

Letras distintas en la misma columna son diferentes estadísticamente Tukey ($P < 0,05$).

que están asociadas a la absorción de nutrientes y agua (Delgado *et al.*, 2008), aunque hay que destacar, que la especie tiene un rápido crecimiento que le permite absorber rápidamente apreciables cantidades de nutrientes del suelo (Kass, 1996).

El análisis de varianza mostró diferencias significativas a los tratamientos para las variables LRA y MSR (Cuadro 2). La LRA obtuvo los mejores resultados en T2 (42,25cm), aportando un incremento de 22,81% con respecto al tratamiento control. Vaughan y Lineham (1976), señalan que los ácidos húmicos se suelen acumular en las raíces, donde actúan principalmente y que sólo una pequeña fracción se transporta a la parte aérea. Muñoz da Silva *et al.* (2000) señalaron que las sustancias húmicas promueven el desarrollo de las raíces en crecimiento al obtener incrementos de: a) 100,87% longitud de la raíz, b) 49,23% en el peso de las raíces y c) 68% en la superficie ocupada por las raíces de *Lolium multiflorum* a la adición de sustancias húmicas.

La MSR mostró el mayor valor en T4 aun cuando estadísticamente fue similar a T2. Las diferencias encontrados en este experimento en la MSR, se puede deber al grosor y número de las raíces, ya que se observó, por ejemplo, que las estacas del T1 tenían menor número de raíces, aunque hay que destacar que esta variable no fue objeto de estudio.

La escasa respuesta cuando se utilizó *T. harzianum* en las variables evaluadas coincide con los resultados de Jiménez *et al.* (2009) quienes al evaluar la inoculación (inmersión) de microcormos de banano por cinco minutos con *Trichoderma atroviride* no encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas durante la fase vegetativa del cultivo ni para la fase de floración. En Chile, Donoso *et al.* (2008), evaluaron la capacidad estimulante de una cepa nativa de *T. harzianum* sobre estacas de *Pinus radiata*, y sólo encontraron efecto significativo en el área radicular, mientras que en la interacción *Trichoderma* x compost encontraron respuestas significativas en área de raíces, biomasa total y aérea, esto debido a que el compost estimula un incremento poblacional del hongo.

Los bajos valores obtenidos a la inmersión en humus de lombriz en: LR (17,04 cm), MSA (5,45 (g.bolsa⁻¹), LRA (30,08 cm) y MSR (5,04g.bolsa⁻¹), pudiera explicarse por las respuestas que tienen las plantas a los ácidos húmicos y fúlvicos, ya que estos ácidos dependen de las materias primas orgánicas presentes en la composición original, de las diferentes concentraciones de ácidos húmicos y fúlvicos; así como del suministro de nutrientes,

el cual está determinado por factores que regulan la mineralización, humificación, los aspectos climatológicos (Matheus *et al.*, 2007, Datzel *et al.*, 1991), las características del suelo y de las poblaciones de organismos y su actividad (Matheus *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

Los resultados, permiten indicar que las estacas de *Tithonia diversifolia* pueden establecerse adecuadamente sin uso de productos que estimulen su crecimiento.

Las estacas inmersas en el humus líquido Terrahumus, mostraron el mayor crecimiento en la longitud de rebrote y la longitud de la raíz, así como un alto valor de materia seca de la raíz, por lo tanto, este humus presenta un potencial para estimular el crecimiento de las estacas.

LITERATURA CITADA

- Calle Díaz, Z. y E. Murgueitio. 2008. El botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña. Carta Fedegan. Federación Colombiana de Ganaderos. 108:54-63.
- Datzel, H., K. Biddlestone, K. Gray y K. Thurairajan. 1991. Manejo del suelo, producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín de suelos. FAO N° 56. Roma. 312 p.
- Delgado, R., L. Castro, E. Cabrera de Bisbal, M. Mújica, S. Caniche, L. Navarro e I. Noguera. 2008. Relación entre propiedades físicas del suelo y algunas características del sistema radical del maíz, cultivado en un suelo fluventic haplustoll de textura franco-arenosa de Maracay, Venezuela. *Agronomía Trop.* 58(3): 245-255.
- Donoso, E., G. Lobos y N. Rojas. 2008. Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* en vivero. *Bosque.* 29(1):52-57.
- García, D. E., M. G. Medina, J. L. Cova, A. Torres., M. Soca, P. Pizzani, A. Baldizán y C. E. Domínguez. 2009. Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el estado Trujillo, Venezuela. *Pastos y Forrajes.* 31(3):255-270.

- Hartmann, H. y D. Kester. 2000. Propagación de Plantas. Principios Prácticos. 8va ed. Editorial Continental. Ciudad de México, México.
- Holdridge, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). 214 p.
- Infostat. 2004. Infostat Versión 2004 Grupo Infostat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2008. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Barinas. Estación Meteorológica del Campo Experimental Ciudad Bolivia.
- Jiménez, C., A. Rivero, L. Pocasangre, E. Delgado, F. Rosales, O. González y D. Romero. 2009. Efecto de la inoculación de dos tipos de semilla de bananos con dos aislados de *Trichoderma atroviride* en fase de vivero sobre el desarrollo de las plantas en campo bajo sigatoka negra. Revista Científica UDO Agrícola. 9(2):403-413.
- Kass, D. 1996. Proyecto *Tithonia diversifolia*. Revista Agroforestería en las Américas 6(23). Disponible en línea: <http://web.catie.ar.cr/informacion/rafa>. [Jun. 26, 2009]
- La O, O., H. González., A. Orozco, Y. Castillo, O. Ruiz, A. Estrada, F. Ríos, E. Gutiérrez, H. Bernal, D. Valenciaga, B.I. Castro e Y. Hernández. 2012. Composición química, degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de ecotipos de *Tithonia diversifolia* para la alimentación de rumiantes. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 46(1):47-53.
- Mahecha, L., J. P. Escobar, J. F. Suárez y L. F. Restrepo. 2007. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). Disponible en línea: <http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mahe19016.htm>. [Feb. 18, 2009].
- Masaguer, A. 2001. *Los sustratos en los cultivos sin suelo: Materiales empleados*. Curso de enmiendas orgánicas y sustratos de cultivo. Universidad Politécnica de Madrid, España. 49 p.
- Matheus, J., G. Graterol., D. Simancas y O. Fernández. 2007. Efecto de diferentes abonos orgánicos y su correlación con bioensayos para estimar nutrimentos disponibles. Agricultura Andina. 13:19-26.
- Medina, M. G., D. E. García, M. González, L. Cova y P. Moratinos. 2009. Variables morfoestructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Trop., 27(2):121-134.
- Moughalu J.I., D.K. Chuba. 2005. Seed germination and reproductive strategies of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray and *Tithonia rotundifolia* (P:M) Blake. Applied ecology and environmental research. (1):39-46. Disponible en línea: <http://www.ecology.kee.hs>. [Ene. 13, 2012].
- Muñoz da Silva, R., A. Jablonski, L. Siewerdt e P. Silveira Júnior. 2000. Desenvolvimento das Raízes do Azevém Cultivado em Solução Nutritiva Completa, Adicionada de Substâncias Húmicas, sob Condições de Casa de Vegetação. Rev. Bras. Zootec. 29(6): 1623-1631.
- Nieves, D., O. Terán, L. Cruz., M. Mena, F. Gutiérrez y J. Ly. 2011. Digestibilidad de nutrientes en follaje de Arnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 14:309-314.
- Oliver, M. 2009. Efectos fisiológicos de las sustancias húmicas sobre los mecanismos de toma de hierro en plántulas de tomate. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. España. 278 p. Disponible en línea: http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/13432/1/tesis_oliver.pdf. [Feb. 18, 2012].
- Pérez, A., I. Montejo, J.M. Iglesias, O. López, G.J. Martín, D.E. García, I. Milián y A. Hernández. 2009. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes. 32(1):1-15.
- Ríos, C. 1995. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. Disponible en línea: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Agroforl.htm>. 217-230. [Feb. 18, 2009].
- Ríos, C. 1997. Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. 2da edición. Colciencias-CIPAV. Cali, Colombia. pp. 115-126.
- Rojas, N., L. Rodríguez y T. Preston. 2006. Evaluación del suministro de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y la respuesta en cabras con o sin suplementación de jugo de caña. Disponible

- en línea: http://www.avpa.ula.ve/congresos/memorias_xiiiicongreso/tablacontenido_trabajos.htm. [Feb. 18, 2012].
- Ruiz, T. E., G. Febles, H. Díaz y G. Achang. 2009. Efecto de la sección y el método de plantación del tallo en el establecimiento de *Tithonia diversifolia*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 43(1):91-93.
- Savón, L., L. M. Mora, L. E. Dihigo, V. Rodríguez., Y. Rodríguez, I. Scull, Y. Hernández y T. E. Ruiz. 2008. Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. Zootecnia Trop., 26(3): 387-390.
- Vaughan, D. and D.J. Linehan. 1976. The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. Plant and Soil. 44:445-449.
- Verdecia, D., J. Ramírez, I. Leonard, Y. Álvarez, Y. Bazán, R. Bodas, S. Andrés, J. Álvarez, F. Giráldez y S. López. 2011. Calidad de la *Tithonia diversifolia* en una zona del Valle del Cauto. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 12(5):1-13.