



Avances en Investigación Agropecuaria
ISSN: 0188-7890
revaia@ucol.mx
Universidad de Colima
México

Tithonia diversifolia: I. Estudio integral de diferentes materiales para conocer su potencial de producción de biomasa y calidad nutritiva#

Ruíz, Tomás E.; Alonso, Jatnel; Febles, Gustavo J.; Galindo, Juana L.; Savón, Lourdes L.; Chongo, Bertha B.; Torres, Verena; Martínez, Yuley; La O, Oreste; Gutiérrez, Delfín; Crespo, Gustavo J.; Cino, Delia M.; Scull, Idania; González, Justo

Tithonia diversifolia: I. Estudio integral de diferentes materiales para conocer su potencial de producción de biomasa y calidad nutritiva#

Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 20, núm. 3, 2016

Universidad de Colima, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83754344005>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Tithonia diversifolia: I. Estudio integral de diferentes materiales para conocer su potencial de producción de biomasa y calidad nutritiva#

Tithonia diversifolia: I. Integral study of different materials for their potential biomass production and nutritional quality

Tomás E. Ruíz
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba
teruizv@ica.co.cu

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83754344005>

Jatnel Alonso
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Gustavo J. Febles
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Juana L. Galindo
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Lourdes L. Savón
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Bertha B. Chongo
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Verena Torres
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Yuley Martínez
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Oreste La O
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Delfín Gutiérrez
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Gustavo J. Crespo
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Delia M. Cino
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Idania Scull
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Justo González
Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

RESUMEN:

En el Instituto de Ciencia Animal se desarrolló un proyecto de investigación que tuvo como objetivo estudiar un grupo de materiales del arbusto *Tithonia diversifolia*, colectados en la zona central y occidental de Cuba, para conocer su potencial de

producción de biomasa y calidad nutritiva, así como contribuir a disponer de nuevos materiales para su inclusión en sistemas silvopastoriles. La información que se ofrece en el presente trabajo se centra en los estudios relacionados con la agronomía (al servicio del sector científico y agropecuario las bondades de estos materiales). Son resultados de un estudio integral de la potencialidad de una fuente alternativa de follaje abundante en el trópico y componente de la flora cubana. Se presentan las características de crecimiento y desarrollo de 29 materiales vegetales colectados de *Tithonia diversifolia* en diferentes zonas de Cuba. La variabilidad encontrada dio la posibilidad de disponer de un grupo de materiales de *Tithonia*, que pueden ser pastoreados por animales bovinos o empleados para la producción de forraje; y también ser utilizados estratégicamente en programas futuros de mejoramiento varietal. Además, se ofrece información de la capacidad de esta planta de multiplicarse por semilla gámica en las condiciones de Cuba. Se profundiza en aspectos relacionados con su contenido químico y de metabolitos secundarios. *Tithonia* es una planta promisoría cuando se utiliza para manipular la ecología microbiana ruminal, reducir la población de metanógenos y protozoos, así como para incrementar la población de bacterias celulolíticas. El beneficio social de estos resultados radica en que se ofrece a los productores, investigadores y estudiantes (de pregrado y posgrado) un estudio integral de la potencialidad de una fuente alternativa abundante en el trópico como es *Tithonia diversifolia*. Además, su utilización permite mitigar las emanaciones de metano a la atmósfera, procedente de la fermentación ruminal; lo que contribuye a reducir el efecto que este gas ejerce como efecto invernadero. Esta investigación plantea una mejor utilización de esta planta, con avance en el conocimiento aplicado a la ganadería tropical.

PALABRAS CLAVE: Materiales vegetales, producción de biomasa y calidad nutritiva, arbóreas.

ABSTRACT:

At the Institute of Animal Science a research project that aimed to study a group of materials shrub *Tithonia diversifolia* collected in the central and western Cuba for their potential biomass production and nutritional quality it was developed and contribute to provide new materials for inclusion in silvopastoral systems. The information provided in this paper focuses on studies related to agronomy, and is at the service of scientific and agricultural the benefits of these materials sector. They are results of a comprehensive study of the potential of an alternative source of abundant foliage in the tropics and component of Cuban flora. the characteristics of growth and development of plant material 29 of *Tithonia diversifolia* collected in different areas of Cuba are presented. The variability found gave the possibility of a group of materials of *Tithonia*, which may be grazed by bovine animals or used for forage production and also be strategically used in future programs of varietal improvement. In addition, information on the capacity of this plant multiplied by gametic seed in the conditions of Cuba is offered. It delves into issues related to its chemical content and secondary metabolites. *Tithonia* is a promising plant when used to manipulate rumen microbial ecology, reduce the population of methanogens and protozoa, as well as to increase the population of cellulolytic bacteria. The social benefit of these results is offered to producers, researchers and undergraduate and graduate students a comprehensive study of the potential of an abundant alternative source in the tropics as *Tithonia diversifolia*. Furthermore, the use of this plant mitigates methane emissions to the atmosphere, from rumen fermentation, contributing to reduce the effect that this gas serves as greenhouse. This research raises a better use of this plant, with advances in knowledge applied to tropical livestock.

KEYWORDS: Plant material, biomass production and nutritional quality, types of trees.

INTRODUCCIÓN

En el trópico existen numerosos árboles y arbustos que se pudieran utilizar como alternativa práctica y económicamente viables que pudieran garantizar una producción animal sostenible (Clavijo y Balbis, 2002).

El género *Tithonia* comprende diez especies, originarias de México y Centro América. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, es un arbusto que fue introducido a las Antillas y a Ceilán (Ríos y Salazar, 1995). Se encuentra ampliamente distribuida en la zona tropical y se tienen reportes del Sur de México, Honduras, El Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, India, Ceilán, Cuba, Venezuela y Colombia (Roig, 1928 y 1974; Ríos, 1999).

Los atributos que han llamado la atención de investigadores y ganaderos para que *Tithonia diversifolia* sea considerada como estratégica en el ensamblaje de SSP es su capacidad de adaptación a múltiples condiciones ambientales, como las que se encuentran en agroecosistemas subtropicales y tropicales húmedos, subhúmedos y montañosos (Murgueitio *et al.*, 2015).

Hay evidencias de que esta planta puede acumular tanto nitrógeno en sus hojas como las leguminosas (hasta 33%); tiene altos niveles de fósforo, un gran volumen radicular, una habilidad especial para recuperar

los escasos nutrientes del suelo, un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, es muy rústica y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema (Wanjau *et al.*, 1998; CIPAV, 2004). Además, tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo (Ríos, 2002).

Mahecha y Rosales (2005) resaltan el potencial de *Tithonia diversifolia* como forrajera, pues sin ser leguminosa, presenta un forraje de alto valor nutritivo, con altos contenidos de proteína, minerales, alta digestibilidad de la materia seca, presencia de aceites tanto en hojas como en flores y un porcentaje de azúcares totales del 39.80%; puede alcanzar una alta concentración de carbono (C) en su biomasa aérea, mayor de 77 t/ha/año (Zavala *et al.*, 2007).

Ante esta realidad, se tomó la decisión de desarrollar en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), de Cuba, un proyecto de investigación que tuvo como objetivo estudiar un grupo de materiales del arbusto *Tithonia diversifolia*; para conformar una tecnología para la producción de biomasa, comportamiento bajo corte y pastoreo, y su utilización en el comportamiento biológico y fisiológico de animales que se emplean para el desarrollo ganadero, y así poder contribuir a disponer de nuevos arbustos para su inclusión en sistemas silvopastoriles.

La información que se ofrece en el presente trabajo se centra en los estudios relacionados con la agronomía, y se pone al servicio del sector científico y agropecuario las bondades de materiales colectados de esta planta (en la zona central y occidental de Cuba). Son resultados de un estudio integral de la potencialidad de una fuente alternativa de follaje abundante en el trópico y componente de la flora cubana.

A continuación se describe el conjunto de estudios que aportaron elementos novedosos de impacto científico-tecnológico-social; éstos, influyeron decisivamente en el mejor conocimiento de los materiales en estudio de esta especie, su potencial de producción de biomasa y nutritiva.

Agronomía

Las investigaciones concernientes a esta disciplina lograron integrar y profundizar en todos los aspectos esenciales de la evaluación de materiales de *Tithonia*, establecimiento, producción de forraje y pastoreo; lo que significó sentar las bases científico-prácticas necesarias para poder utilizar eficientemente la especie vegetal estudiada y prolongar su vida útil —en función de la producción animal— mediante la ejecución de 19 experimentos en campo.

Evaluación de germoplasma

Se informa por primera vez (Ruíz, 2010; Ruíz *et al.*, 2010), las características botánicas y del desarrollo de 29 materiales colectados de *Tithonia diversifolia* en cinco provincias del centro-occidente de Cuba, mediante análisis multivariado. Se constató que en la estación lluviosa se explicó 81.16% de la variabilidad; mientras que en la poco lluviosa fue de 94.34%. Las variables de mayor preponderancia fueron hojas totales, verdes, amarillas, secas y caídas/planta y tallos/planta, todas con relación positiva.

En la estación lluviosa (figura 1) los materiales del Grupo 1 fueron 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 22, 23, 24 y 26; éstos, mostraron valores mayores de los indicadores medidos, tanto en los componentes principales hoja y estructura (altura y grosor del tallo). Existió otro grupo donde se destacó el componente hoja en los materiales 14, 17 y 29 (Grupo3), y el componente estructura, en 4, 13, 19, 21, 25 y 27 (Grupo 2).

En esta misma estación, el Grupo 3 presentó los mayores valores del desarrollo y se indicaron como caracteres no deseados las cifras alcanzadas para el grosor del tallo (7.30 mm), número de flores/planta (152) y número de hojas caídas/planta (414).

En sentido general, los Grupos 1 y 2 tuvieron un comportamiento semejante con relación a las medidas tomadas, y agrupan las plantas con un desarrollo intermedio: el Grupo 1 dispone de las plantas más altas (251 cm) de todo el material evaluado, así como también el mayor valor de la altura de la primera hoja (169 cm). El Grupo 2 posee un número más alto de hojas caídas (291) y secas (107) / planta y el mayor grosor del tallo (7.20 mm).

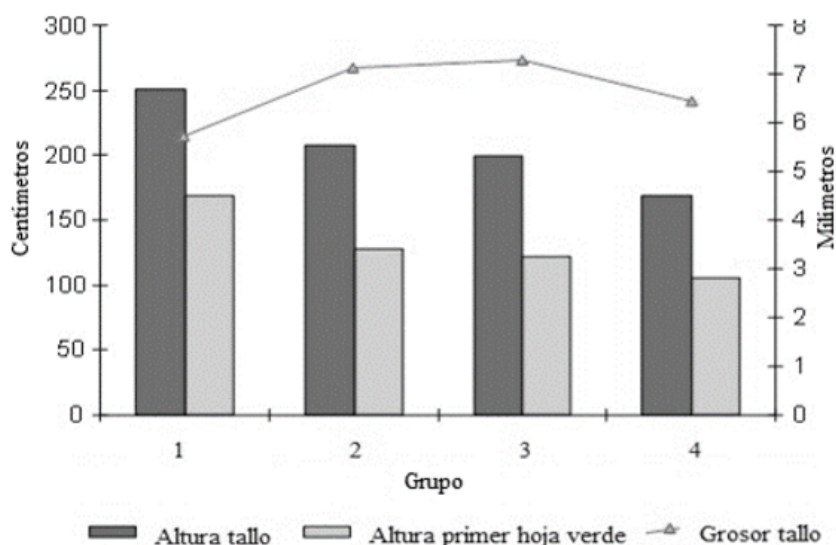


FIGURA 1
Comportamiento del componente principal estructura durante la estación lluviosa, promedio de dos años de evaluación.

Grupo 1: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 22, 23, 24 y 26.

Grupo 2: 4, 13, 19, 21, 25 y 27.

Grupo 3: 14, 17 y 29. Grupo 4: 15, 16, 18, 20 y 28.

En la estación seca (figura 2) se destacan —en ambos componentes— los materiales clasificados como 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28 y 29 (Grupo 1 y Grupo 4). En esta estación no existieron materiales que se aparten de este patrón común de manifestación en los indicadores vegetales medidos; y representan el 68.90% del total de los materiales colectados. En la seca, el Grupo 4 alcanzó los mayores valores para todas las medidas tomadas. Esto no siempre es positivo para indicadores como el número de hojas caídas (558) y la altura de la primera hoja verde (52 cm).

Se observó que los materiales vegetales que forman los Grupos 1 y 2 durante la estación seca, aunque tuvieron un comportamiento bastante semejante, también presentaron diferencias. Entre éstas pueden referirse las plantas del Grupo 1, que tuvieron menor número de tallos/planta (32), y las del Grupo 2, que fueron de menor altura (71 cm) y menor número de hojas caídas (232). Además, tuvieron menor grosor del tallo (5.70 mm) y menor altura de la primera hoja verde (31 cm) en todos los materiales evaluados.

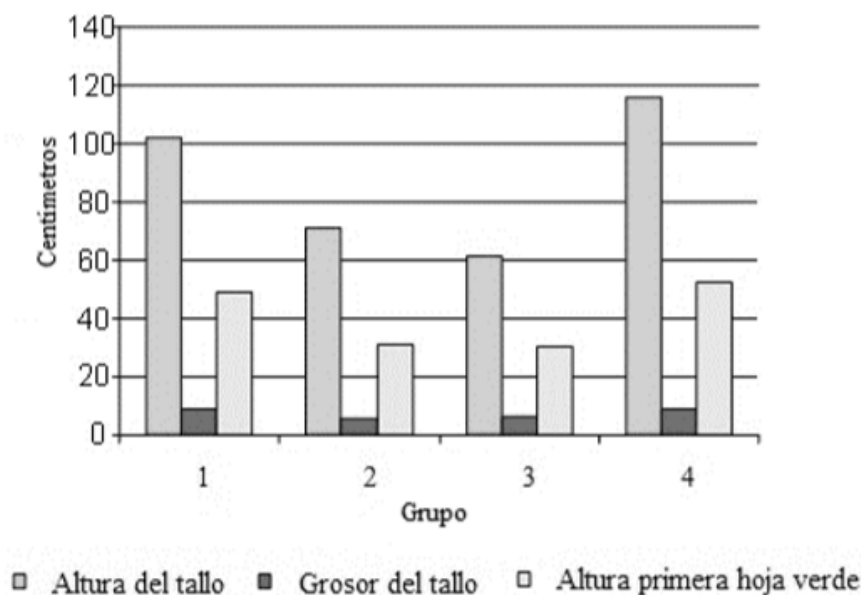


FIGURA 2
Comportamiento del componente principal estructura durante la estación seca, promedio de dos años de evaluación.

Grupo 1: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 28.

Grupo 2: 4, 14 y 17. Grupo 3: 13, 15, 16, 18, 20 y 27. Grupo 4: 29.

El comportamiento durante 16 semanas de 9 materiales destacados de *Tithonia diversifolia* con relación a algunos componentes morfológicos indicó (Ruíz *et al.*, 2012a; 2012b, 2012c; 2013a), que el modelo de Richards no resultó adecuado para describir el comportamiento de ninguna de las variables estudiadas; mientras que los otros modelos (Exponencial, Gompertz, Logístico, Cuadrático y Lineal) se ajustaron de forma diferente, según las características del crecimiento de los materiales y la medida evaluada.

Todas las plantas tienen un crecimiento lento en las primeras semanas después del corte para todas las medidas en estudio. Los materiales que integralmente presentan indicadores altos de crecimiento son el 5 y 23. Mientras que el 10 es intermedio y el 16 y 17 bajo (figuras 3 y 4).

La información encontrada nos pone en condiciones de poder desarrollar trabajos futuros relacionados con la producción de biomasa, ya sea para corte o pastoreo.

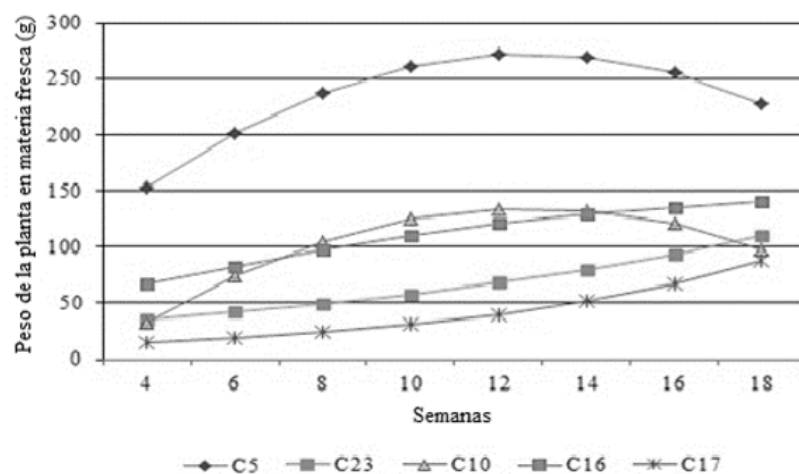


FIGURA 3

Dinámica de la variable peso de la planta íntegra en materia fresca de *Tithonia diversifolia* para los cinco materiales vegetales en la estación lluviosa.

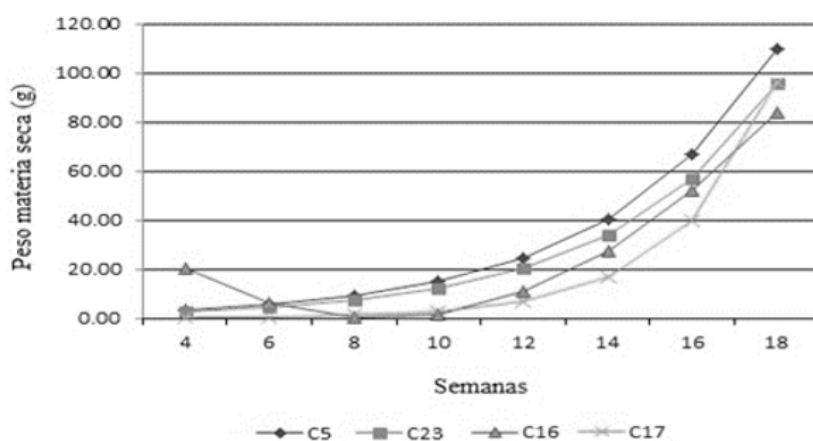


FIGURA 4

Dinámica de la variable peso de planta íntegra en materia fresca de *Tithonia diversifolia* para todos los materiales vegetales en la estación poco lluviosa.

Se destaca —como un aporte al conocimiento— la capacidad de germinación que tienen la semilla gámica de los 29 materiales evaluados (Ruíz *et al.*, 2014), que osciló desde 3 hasta 63%; y se comprobó que 12 de ellos, presentaron valores superiores al 28% (figura 5). Los materiales de mayor porcentaje fueron el 13, 17 y 25; lo que indica la posibilidad de sembrar esta planta por vía gámica.

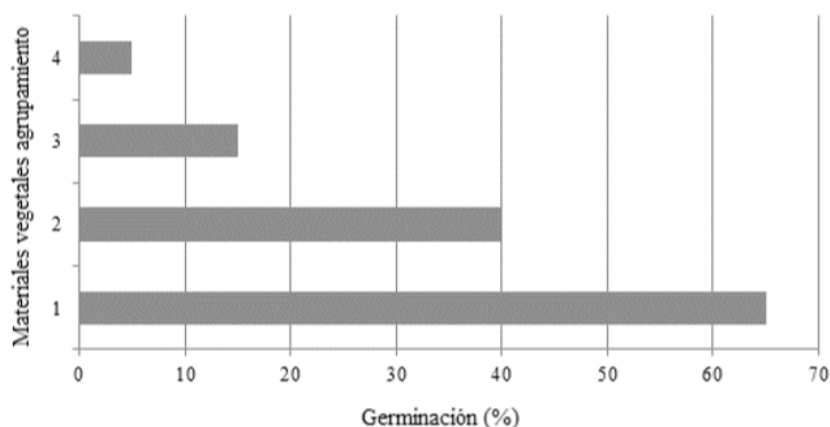


FIGURA 5

Agrupamiento de ecotipos de *Tithonia diversifolia* según capacidad germinativa a los 28 días de sembrada.

Grupo 1: 4, 13, 17, 19 y 25; Grupo 2: 2, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 24 y 26; Grupo 3: 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 23, 28 y 29; Grupo 4: 7, 10, 12, 27 y 30.

Las investigaciones de germoplasma desarrolladas posibilitaron disponer de mayor diversidad de materiales vegetales para ampliar el uso de la *Tithonia diversifolia* en condiciones prácticas, según fin productivo, lo que se informa por primera vez en la literatura especializada. Además, se desarrolló una metodología original, sencilla y práctica de evaluación de árboles.

Producción de forraje

Se alcanzó mayor rendimiento de tithonia a distancias de 0.50 m entre surco para ambas épocas del año y la plantación debe ser cortada a alturas entre 10 y 15 cm, con frecuencia de corte de 60 y 80 días en la estación de lluvia y seca, respectivamente (Ruíz *et al.*, 2012d). El costo de establecimiento de una hectárea fue de 790.93 dólares. Se recomienda emplear los materiales vegetales de tithonia 5, 10, 16 y 23 para la producción de forrajes. La evaluación económica de la elaboración de la harina tiene una inversión monetaria en dólares de 108.84 / t y de 19.04 dólares/t para forraje fresco.

Plantación

La plantación de tithonia se debe realizar acostando el tallo en el fondo del surco (cuadro 1) y utilizando indistintamente la parte basal o media con grosor de 2-3 cm, a una profundidad de 0.10 m y dosis de 3-4 t/ha de tallos (Ruíz *et al.*, 2009a), lo que logra plantas con mejor desarrollo, más población y mayor producción de biomasa.

CUADRO 1
Efecto del método de plantación y la sección del tallo
a plantar en la producción de biomasa de tithonia/m.

	Indicadores		
	Número de tallos/m	Altura, m	Rendimiento Kg MS/m
<i>Método de plantación</i>			
Acostado en el fondo del surco	7 (45)	3.2	6.81
Enterrado por una de sus puntas	6 (37)	3.2	3.37
E.S. $\pm$	0.2**	0.8	0.91***
<i>Sección del tallo</i>			
Medio	7 (46.0)	3.30	5.68
Basal	7 (45.0)	3.20	4.47
E.S. $\pm$	0.5	0.05	0.45

** P < 0.01, *** P < 0.001 () Valores originales.

Implementación y uso en sistemas de pastoreo

La utilización y desarrollo de elementos tecnológicos en sistemas de pastoreo con esta planta fueron pioneros en la literatura nacional e internacional, y posibilitaron el establecimiento de las bases para su introducción en sistemas silvopastoriles. Lo que constituyó la clave fundamental para avanzar en los estudios específicos de manejo de la tithonia para estos fines.

Los trabajos iniciales evaluaron diferentes intensidades de pastoreo con el objetivo de constatar su aprovechamiento. La experiencia, con una intensidad de pastoreo de 164 vacas secas ha-1 mostró que después de la adaptación, el número de animales que consumieron este arbusto aumentó hasta 37% durante el tercer pastoreo.

Al evaluar integralmente en pastoreo la colección de materiales disponibles de tithonia (Ruiz *et al.*, 2009b; 2013b) se apreció que no todos los materiales (15, 20 y 28) fueron apetecidos por los animales; mientras que las colectas 3, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 fueron las más pastadas al ser ramoneadas al 100%. A estas últimas, se unen la 1, 2, 5 y 6 con 80% de remoción de su follaje.

De este trabajo se recomienda que los materiales menos pastados —entre 10 y 40%— no deben ser descartados y sí incluirlos en trabajos futuros con esta especie. En las colectas 24 y 17 el porcentaje de animales que consumieron tithonia no sobrepasó el 20%; mientras que para el resto de las colectas se alcanzaron cifras superiores y se destacaron 23, 10 y 13, con valores muy cerca al 30% (Ruiz *et al.*, 2013b).

Existió un comportamiento estacional para los materiales estudiados con animales para el número y peso de hojas/tallo. Los materiales 3, 5, 10 y 24 tuvieron igual comportamiento estacional; mientras 23 y 25 sólo se destacaron en la estación lluviosa y el 16 en la seca. El 17 alcanzó los menores indicadores en ambas estaciones.

Al efectuar un análisis integrado de las tres variables, los indicadores altura del plantón, peso de 100 hojas y peso de la planta íntegra (MV) evidenciaron que las colectas 5 y 23 son de alto porte y más hojas; la colecta 10 tuvo porte medio y peso de hojas intermedio y las colectas 16 y 17 fueron de porte bajo y tienen menos hojas.

A partir de estos estudios se definieron elementos tecnológicos para el uso de esta especie en sistemas silvopastoriles. El incremento de la distancia entre surco (0.75 vs. 1.50 m), aumentó la cantidad de animales comiendo esta especie (Ruiz *et al.*, 2013b). Estos trabajos posibilitaron definir que este arbusto debe ser plantado para pastoreo con bovinos adultos, a una distancia de 3-4 metros entre surcos (Alonso *et al.*, 2012). El costo de establecimiento para este sistema es de 443.74 en dólares. El inicio del pastoreo se debe realizar

cuando la planta tiene una altura entre los 1 y 1.50 m después del corte de establecimiento (Alonso *et al.*, 2013).

El acceso de los animales al material disponible, cuando el pastoreo se inicia a mayores alturas, disminuye y dificulta el manejo de la plantación por bajo aprovechamiento del follaje de las plantas en pastoreo. Explotar el sistema con 45-60 y 70-90 días de reposo en el periodo lluvioso y poco lluvioso, respectivamente, de acuerdo con Alonso *et al.* (2015); quienes indicaron el mejor comportamiento productivo de la tithonia con disponibilidades por rotación de 2.28 y 2.93 t MS/ha para cada estación. En estos casos, los animales dedican entre el 20-50% aproximadamente al pastoreo. Se recomienda emplear los materiales vegetales 3, 5, 10, 23, 24 y 25 para su pastoreo.

La información que se ofrece indica la oportunidad de disponer de materiales de *Tithonia diversifolia* colectados en Cuba, que pueden ser utilizados en sistemas de pastoreo. Conjuntamente, brinda elementos tecnológicos para el establecimiento y explotación de esta planta en pastoreo, lo que constituye una nueva posibilidad de utilización de este recurso arbóreo tropical en sistemas silvopastoriles.

Abono verde

La incorporación al suelo de 12 t/ha base fresca de esta planta (Crespo *et al.*, 2013), con seis semanas de edad, tanto en junio como en agosto, constituyó un excelente abono verde que incrementó significativamente el rendimiento del forraje sucesor *Pennisetum purpureum* vc Cuba CT-169 (18 t MS/ha) en un suelo Ferralítico rojo lixiviado, disminuyó la densidad aparente del suelo (0.79 g/m³) e incrementó los contenidos de MO (3.70%), N-total (0.24 %), potasio (47.6 ppm) y magnesio (0.14%). Adicionalmente, se produjo un efecto residual beneficioso del abono verde en el rendimiento de este forraje (cuadro 2).

CUADRO 2
Efecto del abono verde de tithonia en indicadores del rendimiento de
Pennisetum purpureum clon CT-169 en el primer corte (noviembre de 2008).

Dosis de abono verde, t/ha	Atura cm	Plantones/m ²	Hijos/planta	Rendimiento t/MS ha
0	240.2	2.0 ^a	9.45 ^a	12.46 ^a
12	243.5	2.4 ^b	10.65 ^b	18.62 ^{bc}
24	247.2	2.5 ^b	10.40 ^b	16.20 ^b
ES±	0.32	0.12 ^{**}	0.30 ^{**}	1.10 ^{***}

a,b,c Medias con superíndice distinto por columna difieren a P<0.05 (Duncan, 1955);

P<0.01, *P<0.001.

Evaluación del potencial nutritivo

Mediante la ejecución de 34 experimentos in vitro, in situ e in vivo, se estudió la composición química, el valor nutritivo de *T. diversifolia* y su efecto en la fisiología digestiva de animales rumiantes.

Efecto en la fisiología digestiva de bovinos y ovinos

El resultado que se presenta constituye un aporte de importancia en el campo de la fisiología ruminal de animales bovinos que consumen *Tithonia diversifolia* y permitió conocer las bases que rigen la utilización de este arbusto.

Por primera vez en Cuba se informó (cuadros 3 y 4) que la evaluación de materiales vegetales de *T. diversifolia* (3, 5, 6, 10, 13, 17, 23, 24 y 25) reveló valores de proteína, FND y hemicelulosa que oscilaron desde 18.26 hasta 26.40%, 32.62 hasta 41.83% y 14.79 hasta 25.74%, respectivamente; lo que denota amplia variabilidad interespecífica (La O *et al.*, 2012). Esta planta presenta cantidades abundantes de reductores totales (+++), moderadas de taninos (++) , flavonoides y alcaloides, así como bajos valores (+) de saponinas, triterpenos y antocianidinas (Scull *et al.*, 2008).

CUADRO 3
Composición química de diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia*.

<i>Materiales vegetales</i>	<i>Indicadores (%)</i>				
	<i>Humedad</i>	<i>Cenizas</i>	<i>Materia orgánica</i>	<i>Extracto etéreo</i>	<i>Proteína cruda</i>
3	11.23	21.97	78.02	1.00	18.26
5	10.87	20.11	79.88	1.30	19.21
6	11.58	17.72	82.27	0.90	23.61
10	11.12	20.15	79.84	1.35	19.72
13	11.14	16.88	83.11	2.05	25.91
17	11.87	16.04	83.95	1.49	26.40
23	10.78	19.04	80.95	1.25	24.62
24	11.34	19.15	80.84	1.22	20.81
25	11.22	17.51	82.48	1.12	20.79
D. E.	0.33	1.86	1.86	0.33	3.03

CUADRO 4
Fraccionamiento de la fibra en diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia*.

<i>Materiales vegetales</i>	<i>Indicadores (% MS)</i>					
	<i>FDN</i>	<i>FDA</i>	<i>Hemicelulosa</i>	<i>Celulosa</i>	<i>SILICA</i>	<i>Lignina</i>
3	38.38	15.62	22.75	12.86	0.62	2.14
5	34.09	15.85	18.23	13.1	0.54	2.2
6	37.57	19.82	17.75	15.91	0.79	3.11
10	36.24	15.48	20.75	12.56	0.61	2.3
13	32.62	17.82	14.79	14.46	0.62	2.73
17	37.41	17.92	19.49	14.48	0.53	2.9
23	38.31	14.8	23.51	12.13	0.63	2.02
24	41.83	16.49	25.34	13.31	0.69	2.48
25	38.54	19.9	18.63	15.91	0.64	3.34
D. E.	2.68	1.88	3.28	1.4	0.07	0.46

FDN=Fibra Detergente Neutro, FDA=Fibra Detergente Ácida.

Mientras que la combinación de diferentes niveles *T. diversifolia* m. v. 10: *P. purpureum* Cuba CT-115 (control 0, T1, 15 %, T2, 30 % y T3, 100 %) indicó que la relación 15:85 permitió una mayor capacidad fermentativa del CT-115; y la inclusión del arbusto provocó un aumento en la eficiencia y velocidad de producción de gas del CT115, lo que pudiera favorecer la disponibilidad de nutrientes para los microorganismos del rumen (La O *et al.*, 2009). Los resultados de la fermentación (figura 6) se ajustaron al modelo exponencial $Y = a + b \cdot (1 - \exp(-c \cdot t))$.

La mayor velocidad de producción de gas (c) se obtuvo para 100% de tithonia, con 0.06 % h⁻¹ con respecto al CT-115 con 0.035 % h⁻¹. El comportamiento de la producción de gas acumulada se caracterizó por incrementar el tiempo de exposición de las muestras al ataque de microorganismos, con valores de 33.30, 30.10, 28.06 y 30.10 a las 72 h, para 15 y 30% de inclusión, Tithonia diversifolia y CT-115 solos, respectivamente.

Los resultados obtenidos permiten sugerir, por los estudios *in vitro*, que el nivel de 15% permite mayor capacidad fermentativa del CT-115 y que la inclusión de esta planta provoca aumento en la eficiencia y velocidad de producción de gas del CT-115.

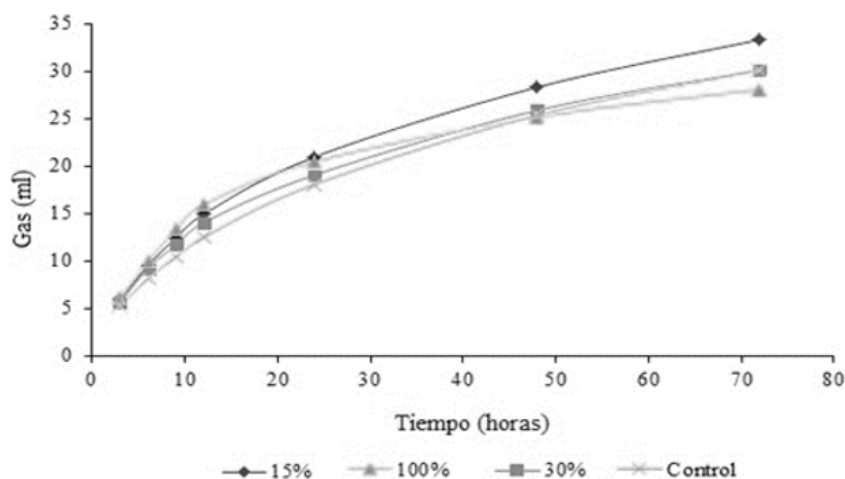


FIGURA 6
Efecto de la combinación de Tithonia diversifolia vs Cuba
CT-115, en la dinámica de producción de gas *in vitro*.

Se demostró que el potencial fermentativo de la planta presentó 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 (39.80%) y carbohidratos solubles en agua (7.20%) (La O *et al.*, 2010).

Al evaluar la edad de corte (30, 50, 70, 90 y 110 días) en la capacidad fermentativa y dinámica (figura 7) de degradación ruminal *in situ* de la materia seca de T. diversifolia se observó que la cinética se caracterizó por un incremento de la producción de gases con el tiempo de exposición de las muestras al ataque microbiano, con valores de 36.03, 32.12, 34.12, 37.11 y 34.7 para 30, 50, 70, 90 y 110 días de rebrote, respectivamente, con mayores valores en producción de gases a 90 h.

De igual manera, los ritmos de velocidad de producción de gases (c) encontrados son similares a los obtenidos para diferentes plantas tropicales evaluadas con anterioridad por el grupo de investigación (La O *et al.*, 2012). La evolución en la dinámica de degradación ruminal *in situ* de la MS mostró un aumento progresivo de tipo asintótico; mientras que los valores de degradabilidad efectiva de MS para diferentes constantes de velocidad de recambio ruminal ($k=0.03$, 0.044 y 0.05 %/h) tuvieron un comportamiento similar en todos los nutrientes y oscilaron desde 46, 39-60, 46; 42, 40-56, 23; 41, 75-53, 86 y 41,18-53, 31, para 30, 50, 70 y 90 días de rebrote, respectivamente (La O *et al.*, 2008).

Por su parte, la digestibilidad verdadera de la MO, determinado mediante Daisy mostró valores entre 65.27 (T. diversifolia m.v.- 3) y 70.22 (T. diversifolia m.v.- 13) (La O *et al.*, 2012).

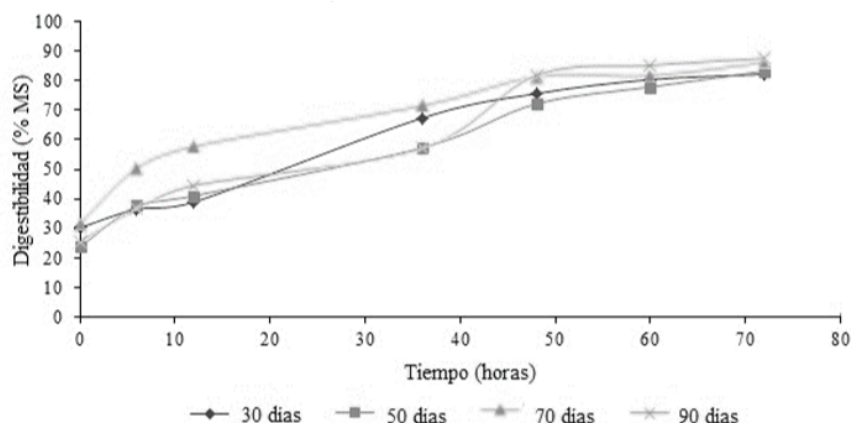


FIGURA 7

Dinámica de degradabilidad ruminal in situ de MS de *Tithonia diversifolia* con diferentes edades de corte.

La información obtenida en la DAIVMS, MO, FND, FAD, así como en la DVIVMS, MO, FND, FDA, mediante el uso del incubador Daisy II® de diferentes materiales vegetales de *T. diversifolia* (3, 5, 6, 10, 13, 17, 23, 24 y 25) permitieron obtener estimados de digestibilidad aparente de MS y MO (DAIVMS y DAIVMO), con valores inferiores a las digestibilidades verdaderas de ambos constituyentes (DVIVMS y DVIVMO). Los valores de DAIVMS (cuadro 5) estuvieron en el rango de 72.25 a 79.77%, y los de DAIVMO de 57.71 a 66.20% con respecto a las cifras de DVIVMS y DVIVMO (cuadro 5), que oscilaron de 81.08 a 85.66%; y de 65.27 a 70.22%, respectivamente (La O *et al.*, 2012).

Al estudiar las digestibilidades aparentes y verdaderas de la pared celular y la FAD se evidenció igual comportamiento de la MS y MO, con valores análogos en cuanto a la tendencia de las digestibilidades, verdaderas y aparentes, y diferencias significativas en los materiales vegetales. Los valores de DAIVMS, MO, FND, FDA, así como de DVIVMS, MO, FND y FDA demostraron diferencias entre los ecotipos estudiados, con resultados de digestibilidades confiables y posibles de comparar. Las variaciones entre las digestibilidades verdaderas y aparentes estuvieron en el rango de 5% para FND y hasta 2% para FDA.

CUADRO 5
Estimados de la digestibilidad aparente y verdadera de la MS y MO.¹

<i>Materiales vegetales</i>	<i>Indicadores, %</i>			
	<i>DAIVMS</i>	<i>DVIVMS</i>	<i>DAIVMO</i>	<i>DVIVMO</i>
3	73.96	83.65	57.71	65.27
5	76.99	83.94	61.5	67.05
6	75.52	81.47	62.14	67.03
10	73.25	83.39	58.48	66.58
13	79.77	84.48	66.3	70.22
17	76.33	83.28	64.08	69.92
23	78.35	85.66	63.43	69.34
24	72.25	83.38	58.41	67.41
25	74.58	81.08	61.52	66.87
D. E.	2.44	1.4	2.89	1.68

¹Mediante el uso del incubador Daisy; DAIVMS: Digestibilidad aparente de la materia seca; DAIVMO: Digestibilidad aparente de la materia orgánica; DVIVMS: Digestibilidad verdadera de la materia seca; DVIVMO: Digestibilidad verdadera de la materia orgánica

Tithonia diversifolia es una planta promisorio 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 empleó a razón de 10% de la MS total.

La investigación que se realizó pone a disposición de la comunidad científica la información relativa al hecho de que diferentes materiales vegetales de *T. diversifolia* (MV 3, 5, 10, 13, 17, 23, 24 y 25) reducen la representación de los microorganismos del dominio de las Archaea o metanógenos en el rumen. *T. diversifolia* m.v. 23 resultó ser la más promisorio, al proveer de 13.40×10^9 ufc/mL metanógenos (figura 8), seguida del m.v. 10. Los conteos de metanógenos fueron 23,5; 21,3; 16,2; 20,0; 19,4; 13,4; 22,5 y 20,2 para los materiales vegetales 3, 5, 10, 13, 17, 23, 24 y 25, respectivamente (Galindo, 2013).

La suplementación de *P. purpureum* con 20% de *Tithonia* m.v. 23 produjo un marcado efecto reductor de la población de protozoos en el rumen (cuadro 6) y disminuyó la población de metanógenos (figura 9) ruminales (45.50 ; 27.50 y 16×10^9 ufc/mL para los niveles 0; 10 y 20% con base en la materia seca, respectivamente). Asimismo, la suplementación con 10% de esta planta promueve una mayor población de bacterias celulolíticas y de viables totales en el rumen de los animales.

Todos los materiales vegetales evaluados de *T. diversifolia* redujeron la población de metanógenos ruminales y se destacaron como los más promisorios los Nos. 10 y 23. La utilización de esta planta permitió mitigar las emanaciones de metano a la atmósfera (Galindo *et al.*, 2010), procedente de la fermentación ruminal, lo que contribuyó a reducir el efecto que este gas ejerce como efecto invernadero (Informe Final de proyecto CITMA/ GEPROP. Código: 0300285/2013).

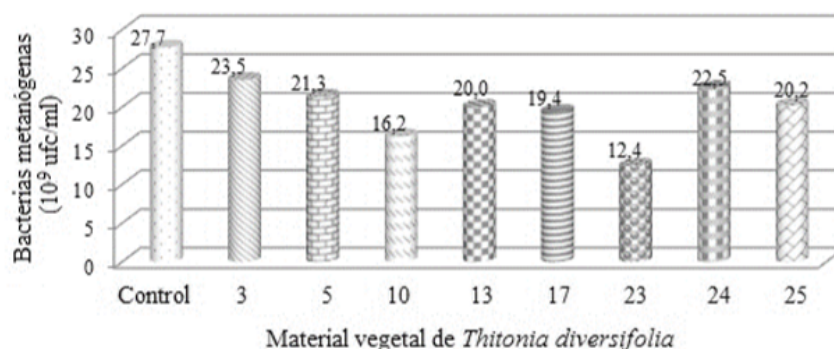


FIGURA 8
Efecto de diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* en la población de metanógenos ruminales.

CUADRO 6
Efecto de *Tithonia diversifolia* en algunos miembros de la población microbiana ruminal en condiciones *in vitro*.

Indicador	<i>Tithonia diversifolia</i> , %			E.E. $\pm$
	0	10	20	
Hongos celulolíticos, 10^5 uft/mL	26.1	28.9	25.2	0.15
Protozoos, 10^5 cel/mL	3.75 ^a	3.25 ^a	1.5 ^b	0.02*

a,b, Medias con superíndice distinto por fila difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955) * $P < 0.05$

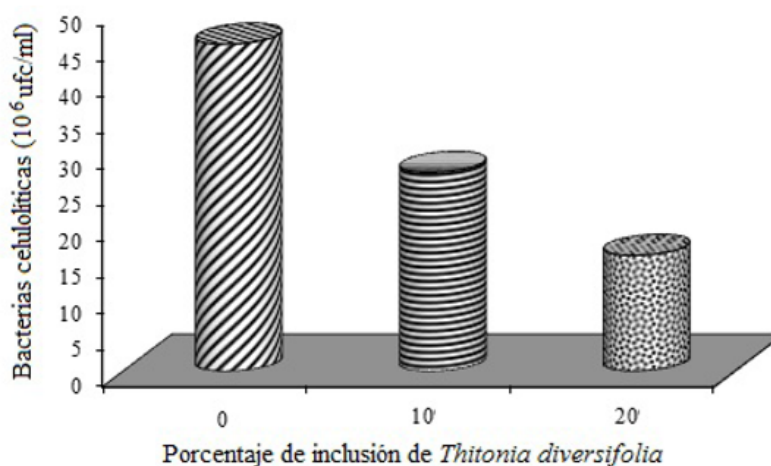


FIGURA 9
Efecto de *Tithonia diversifolia* en la población de bacterias metanogénicas (10^9 ufc/ml) del rumen en condiciones *in vitro*

Por otra parte, la comparación de los dos materiales vegetales de *T. diversifolia* más promisorios: (*T. diversifolia* m.v. 23 y *T. diversifolia* m.v. 10) con las plantas *Samanea saman*, *Albizia lebbbeck*, *Azadirachta*

indica, *Cordia alba*, *Leucaena leucocephala*, *Pithecelobium dulce*, *Moringa oleifera*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Enterolobium cyclocarpum* con la gramínea tropical *Cynodon nlemfuensis* permitió informar que el contenido en proteína bruta de las mismas se encuentra entre 14.25% en *A. indica* hasta 29.47% en *L. leucocephala* (Galindo *et al.*, 2014).

El tamizaje fitoquímico del follaje de estos árboles y arbustos indicaron en *A. indica*, *L. leucocephala* y *E. cyclocarpum* una alta presencia (+++) de taninos, moderadas cantidades de este metabolito en *S. saman*, *G. ulmifolia* y en los dos materiales vegetales de *T. diversifolia* que se evaluaron. Ninguna de las plantas se destacó por altas cantidades de saponinas.

Las más sobresalientes fueron *A. lebbeck*, *L. leucocephala* y *G. sepium*, las que presentaron moderada respuesta (++), aunque en el resto se detectó (+) presencia de este metabolito. La presencia de reductores (+), flavonoides, triterpenos, esteroides, alcaloides y antocianidinas fue variable entre las diferentes plantas; mientras que en *Moringa oleifera* no se detectó la presencia (-) de esteroides y antocianidinas (Informe Final de proyecto CITMA/GEPROP. Código: 0300285/2013).

La capacidad anti-protozoaria de las plantas fue demostrada. Todas reducen estos grupos microbianos en condiciones in vitro. Sus poblaciones fueron: 4,5; 3,7; 4,5; 4,6; 4,6; 4,5; 4,0; 4,6; 6,0; 6,0; 5,0; 6,0 y 9,0 x 10⁶ células/ml para las plantas *S. saman*, *A. lebbeck*, *T. diversifolia* mv-23, *C. alba*, *L. leucocephala*, *P. dulce*, *M. oleifera*, *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *T. diversifolia* mv-10, *E. cyclocarpum* y *C. nlemfuensis*, respectivamente.

En otra investigación se demostró que el empleo de 30% de *S. saman*, *A. lebbeck*, *T. diversifolia* m.v.-23 en fermentaciones con pasto estrella mostró que no hubo efectos en la población de bacterias viables totales.

La reducción en los metanógenos con relación al control fue de 37; 50 y 50% para *S. saman*, *A. lebbeck* y *T. diversifolia*, respectivamente. *A. lebbeck* y *T. diversifolia* incrementaron las bacterias celulolíticas y *S. saman* redujo esta población (Galindo *et al.*, 2012).

La sustitución de maíz y soya por *T. diversifolia* m.v.-23 en un suplemento para vacas lecheras y su comparación con un suplemento similar, pero sin sustituir las materias primas mencionadas, permitió la obtención de dos productos isoproteicos; pero sus contenidos en EM fueron de 2.74 Mcal/kg de MS y 3.03 Mcal/kg para el producto con y sin tithonia, respectivamente.

El efecto de un suplemento con tithonia produjo 43 x 10⁶ ufc/ml bacterias celulolíticas; mientras que en el control, la población de este grupo fue 39 x 10⁶ ufc/ml. Las bacterias amilolíticas y hongos celulolíticos no se modificaron por la inclusión de tithonia en el suplemento y las bacterias totales se redujeron en 27% su población, debido a la inclusión de *T. diversifolia* en el suplemento, se redujo a la mitad la población de protozoos del rumen, incrementó el pH y la concentración de NH₃ (Informe Final de proyecto CITMA/GEPROP. Código: 0300285/2013).

Los resultados alcanzados al tener presente los estudios de la composición química, valor nutritivo, fisiología digestiva e incluida la producción de biomasa, indican que es posible utilizar *T. diversifolia* en la alimentación de animales rumiantes; y las edades entre 70 y 90 días son las que permiten un mayor aprovechamiento de los nutrientes por el animal.

Al estudiar el ensilaje de proporciones diferentes de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169, inoculadas con el producto biológico VITAFERT (Gutiérrez *et al.*, 2014), mostró incremento en el contenido de PB y ceniza, y reducción de FND en la totalidad de las mezclas inoculadas con VITAFERT.

La combinación 20:80 *Tithonia*: *Pennisetum* con 4.5% de VITAFERT en la mezcla, logró mayor degradabilidad (48%) en menor tiempo (30 h), velocidad de degradación (c=13 % h⁻¹) y degradabilidad efectiva (DE k 0.02= 42.49 %, k 0.04= 38.32%).

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista técnico, con estos experimentos se informa —por primera vez— acerca del estudio integral de las características de crecimiento y desarrollo de 29 materiales vegetales colectados de *Tithonia diversifolia* en diferentes zonas de Cuba.

La variabilidad encontrada dio la posibilidad de disponer de un grupo de materiales de *tithonia*, que pueden ser pastoreados por animales bovino o empleados para la producción de forraje; también se pudiera utilizar estratégicamente en programas futuros de mejoramiento varietal.

Además, se ofrece información de la capacidad de esta planta de multiplicarse por semilla gámica en las condiciones de Cuba.

Se profundiza en aspectos relacionados con su contenido químico y metabolitos secundarios. Esto brinda la posibilidad de disponer de otras plantas arbustivas para su utilización en sistemas silvopastoriles.

Tithonia es una planta promisorio cuando se utiliza para manipular la ecología microbiana ruminal, reducir la población de metanógenos y protozoos, así como para incrementar la población de bacterias celulolíticas.

Además, la utilización de esta planta permite mitigar las emisiones de metano a la atmósfera, procedente de la fermentación ruminal; lo que contribuye a reducir el efecto que este gas ejerce como efecto invernadero.

El beneficio social de estos resultados radica en que se ofrece a los productores, investigadores y estudiantes de pregrado y posgrado un estudio integral de la potencialidad de una fuente alternativa abundante en el trópico, como es *Tithonia diversifolia*.

LITERATURA CITADA

- Alonso, J.; Ruiz, T.; Achang, G.; Santos, L. D. T. y Sampaio, R. A. (2012). Producción de biomasa y comportamiento animal en pastoreo con *Tithonia diversifolia* a diferentes distancias de plantación. *Livestock Research for Rural Development*. 24(9).
- Alonso, J.; Achang, G.; Santos, L.D.T. y Sampaio, R. A. (2013). Productividad de *Tithonia diversifolia* y conducta animal a diferentes momentos de comenzar el pastoreo. *Livestock Research for Rural Development*. 25 (11).
- Alonso, J.; Achan, G.; Santos, L.D.T. y Sampaio, R. A. (2015). Comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia* en pastoreo con reposos diferentes en ambas épocas del año. *Livestock Research for Rural Development*. 27(6).
- CIPAV (2004). *Sistemas agroforestales, banco de forraje de leñosas, árboles y arbustos*. En: *Sistemas silvopastoriles*. (Ed. Enrique Murgueitio). Cali, Colombia. 102 pp.
- Clavijo, A. y Balbis, Y. (2002). *Experiencia del productor. Estudio preliminar de la calidad química de algunas plantas empleadas en la alimentación cunícola*. Memorias del Segundo Congreso de Cunicultura de las Américas. La Habana, Cuba. 164 pp.
- Crespo, G.; Ruíz, T. E. y Álvarez, J. (2013). Efecto del abono verde de *tithonia* (T. *diversifolia*) en el establecimiento y producción de forraje de *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 y en algunas propiedades del suelo. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 47:418.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple ranges and multiple F. test *Biometrics* 11:1.
- Galindo, J. (2013). *Evaluación de plantas con capacidad anti protozoaria en la ecología microbiana ruminal y producción de leche en vacas*. Informe Final de proyecto CITMA-GEPROP (Código: 0300285).
- Galindo, J.; González, N.; Ruíz, T. E.; Aldana, A. I. y Moreira, O. B. (2010). *Efecto de diferentes materiales vegetales de Tithonia diversifolia en la población microbiana y su efecto en los metanógenos ruminales in vitro*. Congreso VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería pecuaria, Panamá.
- Galindo, J.; González, N.; Scull, I.; Marrero, Y.; Sosa, A.; Aldana, A. I.; Moreira, O.; Delgado, D.; Ruíz, T. E.; Febles, G.; Torres, V.; La O, O.; Sarduy, L.; Noda, A. y Achan, O. (2012). Efecto de *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Albizia lebbbeck* (L.) Benth y *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (material vegetal 23) en la población de metanógenos y en la ecología microbiana ruminal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 46: 273.

- Galindo, J.; González, N.; Marrero, Y.; Sosa, A.; Ruíz, T. E.; Febles, G.; Torres, V.; Aldana, A.I.; Achan, G.; Moreira, O.; Sarduy, L. y Noda, A.C. (2014). Effect of tropical plant foliage on the control of methane production and in vitro ruminal protozoa population. *Cuban J. of Agric. Sci.* 48:359.
- Gutiérrez, D.; Morales, A.; Elías, A.; García, R. y Sarduy, L. (2014). Chemical composition and in situ ruminal degradability of dry matter in mixed silages of *Tithonia diversifolia*: *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-169, inoculated with VITAFERT. *Cuban J. Agric. Sci.* 48:379.
- La O, O.; Valenciana, D.; Ruíz, T.E.; Ruíz, O.; Castillo, Y.; González, H.; Rodríguez, C.; Hernández, D. A.; Chongo, B.; Arzola, C. y J. Cairo (2008). Efecto de la edad de corte en la capacidad fermentativa *in vitro* y la dinámica de degradación ruminal *in situ* de *Tithonia diversifolia*. *Rev. Zootecnia Tropical.* 26:3.
- La O, O.; Valenciana, D.; González, H.; Orozco, A.; Castillo, Y.; Ruíz, O.; Gutiérrez, E.; Rodríguez, C. y Arzola, C. (2009). Efecto de la combinación de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 en la cinética y producción de gas in vitro. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 43:149.
- La O, O.; González, H.; Orozco, A.; Valenciana, D.; Castillo, Y.; Ruíz, O.; Rodríguez, C.; Arbola, C.; Estrada, A.; Ríos, F.; Gutiérrez, E. y Hernández, Y. (2010). *Valor nutritivo de diferentes materiales vegetales de Tithonia diversifolia de interés para la alimentación de rumiantes*. III Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. Cuba.
- La O, O.; González, H.; Orozco, A.; Castillo, Y.; Ruíz, O.; Estrada, A.; Ríos, F.; Gutiérrez, E.; Bernal, H.; Valenciana, D.; Castro, B. I. y Hernández, Y. (2012). Composición química, degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 46:47.
- Mahecha, L. y Rosales, M. (2005). Valor nutricional del follaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. *Livestock Research for Rural Development.* 17(9).
- Murgueitio, E.; Xóchitl, M.; Calle, Z.; Chará, J. D.; Barahona, R.; Molina, C. H. y Uribe, F. (2015). *Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina*. En: Montagnini, F.; Somarriba, E.; Murgueitio, E.; Fassola, H. y Eibl, B. (2015). *Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Serie técnica. Informe técnico 402. CATIE Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV Cali, Colombia. 454 pp.
- Roig, J.T. (1928). *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. Editorial Científico Técnica. Estación Experimental de Santiago de las Vegas. La Habana. Cuba. 115. pp.
- Roig, J.T. (1974). *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba*. Instituto del Libro. La Habana, Cuba. 709 pp.
- Ríos, K.C. y Salazar, A. (1995). Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. *Livestock Research for Rural Development* (6)3. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd6/3/9.htm> (Consultado en agosto de 2016).
- Ríos, C.I. (1999). *Tithonia diversifolia, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico*. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. FAO. Roma. 311 pp.
- Ríos, C.I. (2002). *Usos, manejo y producción de botón de oro, Tithonia diversifolia (Hemsl) Gray*. En: Tres especies vegetales promisorias: Nacedero (*Trichanthera gigantea* (H. & B) Nees.), Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray) y Bore (*Alocasia macrorrhiza* (Linneo) Schott). Ed. Sonia Ospina y Enrique Murgueitio, CIPAV. Cali, Colombia. 211 pp.
- Ruiz, T. E. (2010). *Tithonia diversifolia arbusto de interés para la ganadería*. Programa Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica: Mejoramiento Vegetal y Recursos Fitogenéticos. PNCT-015. CITMA, Cuba (Código py: 01500098).
- Ruiz, T. E.; Febles, G. y Díaz, H. (2012d). Distancia de plantación, frecuencia y altura de corte en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* colecta 10 durante el año. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 46:423.
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Díaz, H. y Achang, G. (2009a). Efecto de la sección y el método de plantación en el establecimiento de *Tithonia diversifolia*. *Rev. Cubana Ciencia Agríc.* 43:89.
- Ruiz, T. E.; Febles, G.; Díaz, H.; González, J. y Achang, G. (2013b). Evaluación en pastoreo de materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) colectados en Cuba. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 47:305.

- Ruiz, T. E.; Febles, G.; González, J.; Achang, G. y Díaz, H. (2009b). *Tithonia diversifolia* arbusto de interés para la ganadería. *Evaluación de germoplasma colectado en diferentes zonas de Cuba*. PANEL: *Tithonia diversifolia*, arbusto de interés para la ganadería. VIII Taller Internacional Silvopastoril. Cuba.
- Ruiz, T. E.; Febles, G. J.; Galindo, J. L.; Savón, L.L.; Chongo, B.B.; Torres, V.; Cino, D.M.; Alonso, J.; Martínez, Y.; Gutiérrez, D.; Crespo, G. J.; Mora, L.; Scull, I.; La O, O., González, J.; Lok, S.; González, N. y Zamora, A. (2014). *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 48:79.
- Ruiz, T. E.; Febles, G.; Torres, V.; González, J.; Achang, G.; Sarduy, L. y Díaz, H. (2010). Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la zona centro-occidental de Cuba. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 44:291.
- Ruiz, T. E.; Torres, V.; Febles, G.; Díaz, H. y González, J. (2012a). Use of modeling to study the growth of the plant material 23 of *Tithonia diversifolia*. *CJAS.* 46: 23.
- Ruiz, T. E.; Torres, V.; Febles, G.; Díaz, H. y González, J. (2012b). Use of modeling for studying the growth of *Tithonia diversifolia* collection 17. *CJAS.* 46: 243.
- Ruiz, T. E.; Torres, V.; Febles, G.; Díaz, H. y González, J. (2013a). Growth performance of ecotypes of *Tithonia diversifolia* according to morphological components. *Livestock Research for Rural Development.* 25:9.
- Ruiz, T. E.; Torres, V.; Febles, G.; Díaz, H.; Sarduy, L. y González, J. (2012c). Use of modeling for studying the growth of *Tithonia diversifolia* collection 10. *CJAS.* 46:237.
- Scull, I.; Savón, L. y Ramos, A. (2008). Composición química de las harinas de follajes de *Tithonia diversifolia* con diferentes edades de corte. XI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Cuba.
- Wanjau, S.; Mukalama, J. y Thijssen, R. (1998). Transferencia de biomasa: cosecha gratis de fertilizante. *LEISA. Revista de Agroecología.* 13(3):25.
- Zavala, Y.; Rodríguez, J.C. y Cerrato, M. (2007). Concentración de carbono y nitrógeno a seis frecuencias de poda en *Tithonia diversifolia* y *Morus alba*. *Tierra Tropical.* 3: 221.