

Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico

Bromatological characterization of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in two stages of its physiological cycle

Yohanka Lezcano¹, Mildrey Soca², F. Ojeda², E. Roque³, Dayamí Fontes¹, I.L. Montejo², H. Santana², J. Martínez¹ y Nieves Cubillas¹

¹ Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez",
Carretera Morón Km 9¹/₂, Ciego de Ávila, Cuba
E-mail: pfa_yohanka@agronomia.unica.cu

² Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba

³ Facultad de Medicina Veterinaria - Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque, Cuba

Resumen

El objetivo del estudio fue caracterizar bromatológicamente algunos componentes esenciales del valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en dos etapas del ciclo fisiológico (30 y 60 días), en los períodos lluvioso (PLL) y poco lluvioso (PPLL). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con seis tratamientos derivados de la relación entre las fracciones comestibles (hojas, tallos tiernos y hojas más tallos tiernos) y los momentos del ciclo fisiológico de la planta. Los indicadores medidos fueron: la materia seca (MS), la proteína bruta (PB), la fibra bruta (FB), el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y la ceniza. Para el análisis de varianza se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows. El follaje de tithonia presentó variaciones en su calidad nutritiva. A los 30 días se encontraron los mejores valores de PB (29,79% y 28,69%), Mg (0,094% y 0,210%) y ceniza (16,32% y 20,59%) para el PLL y el PPLL, respectivamente, con resultados similares entre las fracciones comestibles para las dos etapas del ciclo fisiológico, en los dos períodos evaluados. El contenido de FB en los tallos tiernos a los 60 días fue el más representativo en ambos períodos (5,29 y 5,27%, respectivamente). Integralmente, la fracción hoja más tallo tierno alcanzó los mejores valores de los indicadores medidos para ser utilizada en la alimentación animal.

Palabras clave: *Tithonia diversifolia*, valor nutritivo

Abstract

The objective of the study was to characterize bromatologically some essential components of the nutritional value of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in two stages of the physiological cycle (30 and 60 days), during the rainy (RS) and dry seasons (DS). A completely randomized experimental design was used, with six treatments derived from the relationship between the edible fractions (leaves, fresh stems and leaves plus fresh stems) and the moments of the plant physiological cycle. The indicators measured were: dry matter (DM), crude protein (CP), crude fiber (CF), calcium (Ca), magnesium (Mg) and ash. The statistical package SPSS version 15.0 for Windows was used for the variance analysis. The foliage of tree marigold showed variations in its nutritional quality. The best values of CP (29,79% and 28,69%), Mg (0,094% and 0,210%) and ash (16,32% and 20,59%) were found after 30 days, for the RS and DS, respectively, with similar results among the edible fractions for the two stages of the physiological cycle, during the two evaluated seasons. The CF content found in the fresh stems after 60 days was the most representative in both seasons (5,29 and 5,27% respectively). Integrally, the fraction leaves plus fresh stems reached the best values of the measured indicators to be used in animal feeding.

Key words: Nutritional value, *Tithonia diversifolia*

Introducción

Debido a las características propias de los pastos tropicales, que poseen bajos niveles de proteína digestible y una alta tasa de fibra, el follaje de las especies arbustivas y/o arbóreas se ha considerado, en muchos casos, como una estrategia nutricional en la suplementación de los rumiantes en el trópico, con el fin de mejorar el nivel productivo y alimentario de los animales, principalmente durante los períodos de escasez de forraje (Milera *et al.*, 2010).

Muchas de estas especies tienen un valor nutricional superior al de los pastos y pueden producir altas cantidades de biomasa comestible, que son más sostenidas en el tiempo que las de estos, bajo condiciones de cero fertilización. En este sentido, existen especies de plantas no leguminosas, como *Tithonia diversifolia*, que poseen características nutricionales que las convierten en altamente valoradas por su calidad alimentaria (Murgueitio *et al.*, 2009a).

T. diversifolia, originaria de América del Sur, crece como una arvense en el borde de los caminos, de forma rápida—incluso bajo condiciones desfavorables—, y se multiplica fácilmente por esquejes. Puede producir hasta 275 t de material verde (unas 55 t de materia seca) por hectárea por año. Es muy ruda y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema; las ramas podadas se les ofrecen como alimento al ganado que no dispone de pasto (Olabode *et al.*, 2007).

Se conoce que dicha especie mejora el reciclaje de nutrientes, previene la erosión, reduce los efectos del pisoteo animal sobre el suelo, ofrece una alta productividad de biomasa sin insumos agroquímicos, así como es ideal para utilizarla en sistema de corte y acarreo, y para la conservación de los suelos frágiles; además, se emplea en producciones campesinas y en lechería (Murgueitio *et al.*, 2009b). De ahí la importancia de evaluar las potencialidades nutritivas de la composición química como indicador primario, basado en la contribución que esta forrajera pudiera tener como suplemento animal (Mahecha *et al.*, 2007).

Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar bromatológicamente algunos componentes

Introduction

The foliage of shrubs and/or tree species has often been considered a nutritional strategy in the supplementation of ruminants in the tropic, due to the characteristics of tropical pastures ok having low digestible protein levels and high fiber rate, with the objective of improving the animal productive and feeding level, mainly during the periods of forage scarcity (Milera *et al.*, 2010).

Many of these species have a nutritional value higher than pastures and without fertilization they can produce high edible biomass amounts which are more sustained in time, than those of pastures. In this sense there are non leguminous plant species, such as *Tithonia diversifolia*, Hemsl. Gray whose nutritional characteristics make them highly valuable for their nutritional quality (Murgueitio *et al.*, 2009a).

T. diversifolia, native to South America, grows very fast as a weed at the road edges, even under unfavorable conditions and is easily multiplied by cuttings. It may produce up to 275 t of green matter (around 55 t of dry matter) per hectare per year. It is very rough and can stand pruning at soil level and burning; pruned branches are fed to the livestock that does not have pasture (Olabode *et al.*, 2007).

It is known that this species improves nutrient recycling, prevents erosion, and reduces the effects of animal trampling on soil, it also offers high biomass productivity without agrochemical inputs; it is also ideal to be used in cut and carry systems and for fragile soil conservation; furthermore, it is used in farming and dairy production (Murgueitio *et al.*, 2009b). Hence the importance to evaluate the nutritional potentials of chemical composition as primary indicator, based on the contribution this forage plant could have as animal supplement (Mahecha *et al.*, 2007).

The objective of this work was to characterize bromatologically some of the essential components of the nutritional value of *T. diversifolia* in two stages of the physiological cycle during the rainy (RS) and dry seasons (DS).

esenciales del valor nutritivo de *T. diversifolia* en dos etapas del ciclo fisiológico, en los periodos lluvioso (PLL) y poco lluvioso (PPLL).

Materiales y Métodos

Sitio del experimento. La investigación se realizó en la EEPF "Indio Hatuey", la cual se encuentra situada en los 22° 48' 7" de latitud Norte y los 81° 2' de longitud Oeste, a una altitud de 19 msnm, en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba. El suelo es de topografía plana y se clasifica como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández *et al.*, 2003).

Diseño experimental. Se empleó un diseño completamente aleatorizado, con seis tratamientos derivados de la relación entre las fracciones comestibles (hojas, tallos tiernos y hojas más tallos tiernos) y dos momentos del ciclo fisiológico de la planta (30 y 60 días).

Procedimiento experimental. Los muestreos abarcaron el PLL (mayo-octubre) y el PPLL (noviembre-abril), correspondientes a los años 2009 y 2010. La plantación de *T. diversifolia* tenía un año de establecida y contaba con un área total de 738,25 m², compuesta por 960 plantas, sembradas a 1,0 m entre plantas y 1,30 m entre surcos.

Previamente al inicio de cada período se realizó un corte de homogenización, a una altura de 50 cm sobre el nivel del suelo. Se realizaron tres cortes para cada uno de los momentos del ciclo fisiológico de la planta.

Las muestras se colectaron de forma manual, a partir de 10 plantas seleccionadas al azar en las parcelas evaluadas, después de eliminarse el efecto de borde. Cada muestra pesaba, aproximadamente, 300 g, y se trasladaron al laboratorio de análisis químico donde fueron secadas, envasadas y procesadas.

Mediciones experimentales. Se evaluó la composición bromatológica de cada fracción comestible, a partir de la determinación de la materia seca (MS), la proteína bruta (PB), la fibra bruta (FB), el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y la ceniza, según la metodología de la AOAC (1995).

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza a través del paquete estadístico SSPS

Materials and methods

Experimental area location. The research was conducted at the EEPF "Indio Hatuey", which is located at 22°48'7" latitude North and 81°2' longitude West at 19,01 masl, in the Perico municipality, Matanzas province, Cuba. The soil has plain topography and is classified as lixiviated Ferralitic Red (Hernández *et al.*, 2003).

Experimental design. A completely randomized experimental design was used, with six treatments derived from the relationship among the edible fractions (leaves, fresh stems and leaves plus fresh stems) and two moments of the plant physiological cycle (30 and 60 days).

Experimental procedure. The samplings were conducted throughout the RS (May – October) and the DS (November – April) for 2009 and 2010. The *T. diversifolia* plantation had been established for a year and had a total area of 738, 25 m², consisting of 960 plants, planted at 1,0 m between them and 1,30 m between rows.

A homogenization cut was made before the beginning of each season, at a 50 cm height over the soil level. Three cuts were made for each moment of the plant physiological cycle.

The samples were collected manually from 10 randomly selected plants in the evaluated plots, after the edge effect was eliminated. Each sample weighed about 300 g and they were transferred to the chemical analysis laboratory where they were dried, packaged and processed.

Experimental measurements. The bromatological composition of each edible fraction was evaluated, from the determination of dry matter (DM), crude protein (CP), crude fiber (CF), calcium (Ca), magnesium (Mg) and ash, according to the AOAC (1995) methodology.

Statistical analysis. A variance analysis was made throughout the statistical package SSPS version 15.0 for Windows. The means were compared through Duncan's test, for a significance level of P<0,05 (Steel and Torrie, 1992).

Results and Discussion

Tables 1 and 2 showed the DM of *T. diversifolia* in the RS and DS. There were

versión 15.0 para Windows. Las medias se compararon mediante la décima de Duncan, para un nivel de significación de $P < 0,05$ (Steel y Torrie, 1992).

Resultados y Discusión

En las tablas 1 y 2 se muestra la MS de *T. diversifolia* en el PLL y el PPLL. A los 30 y 60 días hubo diferencias significativas entre las fracciones comestibles; las hojas en ambos períodos tuvieron los valores más altos, y el mayor correspondió a los 60 días (14,66%) en el PPLL.

Según Wanjau *et al.* (1998), la edad de la planta influye en los resultados, y a medida que esta envejece los porcentajes de MS son más elevados. En un estudio realizado en *tithonia* se informó que la MS puede variar desde 13,5 hasta 25,0%, en función de la edad y la frecuencia de corte (Mahecha *et al.*, 2007).

La proteína bruta (tablas 1 y 2) mostró valores que variaron entre 11,00 y 29,79%, con diferencias significativas entre las hojas para los 30 y 60 días, respectivamente. Sin embargo, no se apreciaron diferencias entre los tallos tiernos y las hojas más los tallos.

significant differences among the edible fractions, after 30 and 60 days; the leaves in both seasons had the highest values and the highest one occurred after 60 days (14,66%) in the DS.

According to Wanjau *et al.* (1998), the plant age influences the results, and as it becomes older, DM percentages are higher. A study conducted on tree marigold showed that DM may vary from 13,5 to 25,0%, according to age and cutting frequency (Mahecha *et al.*, 2007).

The crude protein values (tables 1 and 2) varied from 11,00 to 29,79%, with significant differences between the leaves after 30 and 60 days, respectively. However, there were no differences between fresh stems and leaves plus stems.

These results are similar to the ones reported by Navarro and Rodriguez (1990), who found significant differences in the crude protein percentage when they studied this indicator in 5 stages of plant development and took samples of (leaves, petioles, flowers and stems up to 1,5-cm diameter, which varied from 14,84 to 28,75%. According to these authors the most remarkable protein values were found after 30 days.

On the other hand, Mahecha *et al.* (2007) found similar CP values (28%) and they pointed

Tabla 1. Caracterización bromatológica de algunos componentes del valor nutritivo en dos etapas del ciclo fisiológico. Período lluvioso (%)

Table 1. Bromatological characterization of some components of the nutritional value during two stages of the physiological cycle. Rainy season (%)

Componente bromatológico	Días	Fracción comestible			ES \pm
		H	TT	H+TT	
Materia seca	30	10,65 ^{ab}	6,41 ^d	8,57 ^c	0,61***
	60	11,82 ^a	7,90 ^c	10,13 ^b	
Proteína bruta	30	29,79 ^a	19,36 ^{bc}	22,17 ^b	2,03***
	60	17,27 ^c	21,39 ^{bc}	21,93 ^b	
Fibra bruta	30	3,16 ^c	3,95 ^b	3,99 ^b	1,31***
	60	3,07 ^c	5,29 ^a	4,37 ^b	
Ceniza	30	16,32 ^a	11,62 ^b	12,66 ^b	0,0***
	60	17,20 ^a	11,27 ^b	13,32 ^b	
Calcio	30	2,51 ^a	1,46 ^c	2,04 ^b	0,21***
	60	2,85 ^a	1,61 ^{bc}	1,99 ^b	
Magnesio	30	0,094 ^a	0,049 ^{bc}	0,065 ^b	0,12***
	60	0,037 ^c	0,065 ^d	0,066 ^b	

Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) para cada indicador bromatológico evaluado.

*** $P < 0,001$

Tabla 2. Caracterización bromatológica de algunos componentes del valor nutritivo en dos etapas del ciclo fisiológico. Período poco lluvioso (%)

Tabla 2. Bromatological characterization of some components of the nutritional value during two stages of the physiological cycle. Dry season (%)

Componente bromatológico	Días	Fracción comestible			ES ±
		H	TT	H+TT	
Materia seca	30	11,45 ^{bc}	10,46 ^c	7,57 ^d	0,83***
	60	14,66 ^a	10,86 ^c	12,78 ^b	
Proteína bruta	30	28,67 ^a	11,04 ^c	20,10 ^b	1,31***
	60	17,71 ^b	13,45 ^c	19,03 ^b	
Fibra bruta	30	4,00 ^b	5,03 ^{ab}	5,22 ^a	0,49***
	60	4,78 ^{ab}	5,27 ^a	4,78 ^{ab}	
Ceniza	30	20,59 ^a	12,71 ^c	13,77 ^c	0,74***
	60	16,59 ^b	9,95 ^d	12,51 ^c	
Calcio	30	2,98 ^b	1,28 ^d	1,99 ^c	0,35***
	60	4,16 ^a	2,97 ^b	3,17 ^b	
Magnesio	30	0,210 ^a	0,047 ^c	0,062 ^b	0,05***
	60	0,061 ^b	0,034 ^d	0,063 ^b	

Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) para cada indicador bromatológico evaluado.

*** $P < 0,001$

Estos resultados son similares a los informados por Navarro y Rodríguez (1990), quienes encontraron diferencias significativas en el porcentaje de proteína cruda cuando estudiaron este indicador en cinco estados de desarrollo de la planta y tomaron muestras de las hojas, los pecíolos, las flores y los tallos hasta 1,5 cm de diámetro, el cual varió entre 14,84 y 28,75%. Según estos autores, a los 30 días se encontraron los valores de proteína más notables.

Por otra parte, Mahecha *et al.* (2007) hallaron valores similares de PB (28%) y señalaron que la planta presenta características deseables para su uso en la alimentación de los bovinos, y que a medida que aumenta la edad disminuyen los porcentajes de proteína y se incrementan los de fibra.

Se puede considerar que el contenido de proteína de esta especie se encuentra en un rango superior, en relación con las forrajeras utilizadas para la alimentación de los rumiantes, y es similar al de otras especies como *Gliricidia sepium* (14,7%), *Leucaena leucocephala* (22,2%) y *Erythrina poeppigiana* (21,4%) (Murgueitio *et al.*, 2009a).

La calidad nutritiva del follaje de *T. diversifolia* varía en dependencia del estado

out that the plant presents desirable characteristics for its use in cattle feeding and as the plant grows protein percentages diminish and fiber percentages increase.

It can be considered that the protein content of this species is higher as compared with the forages used for ruminant feeding and it is similar to that of other species such as *Gliricidia sepium* (14,7%), *Leucaena leucocephala* (22,2%) and *Erythrina poeppigiana* (21,4%) (Murgueitio *et al.*, 2009a).

The foliage nutritional quality of *T. diversifolia* varies depending on the plant vegetative state, but it may be used in both seasons, because it has remarkable crude protein values in the edible fraction leave-stem. According to La O *et al.* (2010), this plant may be associated with other tree and grass species, and the stages from 30 to 60 days are the most suitable to harvest it, due to its nutritional value.

In the case of CF, after 30 days, there were significant differences between fresh stems and leaves plus stems, with regards to leaves for the RS, the highest values were observed in fresh stems after 60 days, which differed from the rest. There were no differences among the edible

vegetativo de la planta, pero puede ser utilizado en ambas épocas, ya que cuenta con valores apreciables de proteína bruta en la fracción comestible hoja-tallo. Según La O *et al.* (2010), esta planta se puede asociar con otras especies de arbóreas y gramíneas, y las etapas desde 30 hasta 60 días son las más adecuadas para cosecharla, debido a su valor nutricional.

En el caso de la FB, a los 30 días hubo diferencias significativas entre los tallos tiernos y las hojas más los tallos, con respecto a las hojas para el PLL; los valores más altos se observaron en los tallos tiernos a los 60 días, los cuales se diferenciaron del resto. En el PPLL no hubo diferencias entre las fracciones comestibles, aunque las hojas mostraron los valores más bajos a los 30 días.

El comportamiento de la FB en las plantas está relacionado con el aumento de las partes menos digeribles, lo que es propio de su ciclo biológico y muchas veces está asociado con la reducción del número de hojas jóvenes (Milera *et al.*, 2010).

Estos resultados fueron mejores que los del estudio realizado por Navarro y Rodríguez (1990), en el cual se demostró que el porcentaje de fibra fue variable a través del tiempo, con valores entre 1,63 y 3,83%. Por otro lado, Galindo (2009) y Murgueitio *et al.* (2009b) refirieron que *T. diversifolia* es una planta forrajera rica en proteína, con escaso contenido de fibra, por lo que se le atribuye una elevada digestibilidad como forraje.

Los valores de ceniza (tablas 1 y 2) mostraron diferencias significativas entre las hojas y el resto de las fracciones comestibles de la planta para ambos períodos evaluados. El mejor valor correspondió a las hojas a los 30 días, con 20,59% para el PPLL.

Sarría *et al.* (1999) y Pérez *et al.* (2009) informaron en tithonia contenidos de ceniza de 13,7%, al estudiarla en conjunto con otros 20 arbustos y árboles pequeños; mientras que Rosales (1992) reportó 21,4%, y en el caso de García y Medina (2006) los valores fueron inferiores a 8,02%. Según estos autores, algunos miembros de la familia *Asteraceae* almacenan en el follaje

fracciones en la DS, although the leaves showed the lowest values after 30 days.

The CF performance in plants is related to the increase of the less digestible parts, which is proper of their biological cycle and it is often associated with the number reduction of young leaves (Milera *et al.*, 2010).

These results were better than those of the study conducted by Navarro and Rodríguez (1990), which demonstrated that the fiber percentage varied through time, with values between 1,63 and 3,83%. On the other hand, Galindo (2009) and Murgueitio *et al.* (2009b) said that *T. diversifolia* is a protein-rich forage plant, with low fiber content, hence it has high digestibility as forage.

The ash values (tables 1 and 2) showed significant differences among leaves and the rest of the edible plant fractions during both evaluated seasons. The best value corresponded to leaves after 30 days, with 20,59% for the DS.

Sarría *et al.* (1999) and Pérez *et al.* (2009) reported ash contents of 13,7% in tree marigold, when studying it together with other 20 shrubs and small trees; while Rosales (1992) reported 21,4%, and in the case of Garcia and Medina (2006) the values were lower than 8,02%. According to these authors some members of the *Asteraceae* family store significant inorganic salt amounts in the foliage, this aspect differentiates them from a large number of forage plants.

Regarding calcium, the values varied from 1,46 to 2,85% (during the RS) and from 1,28 to 4,16% (during the DS); the leaves showed the highest value after 60 days, in this last season, with significant differences compared with the rest of the edible parts.

The obtained values were higher than the ones reported by Navarro and Rodríguez (1990) and Crespo *et al.* (2011), but lower than those reported by Olabode *et al.* (2007). These authors say that as the vegetative state increases, the plant calcium value diminishes. However the percentages found are higher than the ones observed in grasses (Mahecha *et al.*, 2007).

The Mg values varied from 0,037 to 0,094% during the RS. After 30 days, the leaves showed

cantidades significativas de sales inorgánicas, aspecto que las diferencia de un gran número de plantas forrajeras.

En cuanto al calcio, los valores fluctuaron entre 1,46 y 2,85% (para el PLL) y 1,28-4,16% (para el PPLL); el valor más alto se encontró en este último periodo para las hojas a los 60 días, que mostraron diferencias significativas con respecto al resto de las partes comestibles.

Los valores obtenidos fueron superiores a los reportados por Navarro y Rodríguez (1990) y Crespo *et al.* (2011), pero inferiores a los informados por Olabode *et al.* (2007). Estos autores refieren que a medida que se incrementa el estado vegetativo, disminuye el valor del calcio en la planta. Sin embargo, los porcentajes encontrados son muy superiores a los observados en las gramíneas (Mahecha *et al.*, 2007).

En el PLL los valores de Mg oscilaron desde 0,037 hasta 0,094%. A los 30 días las hojas mostraron diferencias significativas respecto a las demás fracciones evaluadas, con los mejores valores, seguidas por las hojas más los tallos. Un comportamiento similar ocurrió en el PPLL.

Resultados similares fueron señalados por Wanjau *et al.* (1998) y Mahecha *et al.* (2007). Sin embargo, Crespo *et al.* (2011) reportaron valores de hasta 1,2%. Según los autores de este artículo, la variabilidad en este indicador bromatológico está relacionada con la densidad de siembra, el tipo de suelo y el estado vegetativo de la planta.

Conclusiones

Se concluye que el follaje de *T. diversifolia* presentó variaciones en su calidad nutritiva, en los dos momentos de su ciclo fisiológico evaluados. Sin embargo, en ambos se presentaron valores significativos de PB y FB en las fracciones comestibles, tanto en el PLL como en el PPLL. Integralmente la fracción hoja más tallo tierno alcanzó los mejores valores en los indicadores medidos.

Referencias bibliográficas

AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington D.C.

significant differences, as compared with the other evaluated fractions, with the best values; followed by the leaves plus stems. A similar performance occurred in the DS.

Similar results were pointed out by Wanjau *et al.* (1998) and Mahecha *et al.* (2007). However, Crespo *et al.* (2011) reported values up to 1,2%. According to the authors of this article, the variability in this bromatological indicator is related to the seeding density, the soil type and the vegetative state of the plant.

Conclusions

The *T. diversifolia* foliage was concluded to show variations in its nutritional quality, in two evaluated moments of its physiological cycle. However, in both, the edible fractions presented significant CP and CF values, during the RS and DS. Integrally, the fraction leaf plus fresh stem reached the best values in the measured indicators.

--End of the English version--

- Crespo, G. *et al.* 2011. Efecto del abono verde de *Tithonia diversifolia* en el establecimiento y producción del forraje de *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 y en algunas propiedades del suelo. *Rev.cubana Cienc. agríc.* 45 (1):23
- Galindo, Juana. 2009. Efecto de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de rumiantes. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". [CD-ROM]. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- García, D.E. & Medina, María G. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Trop.* 24 (3):233
- Hernández, A. *et al.* 2003. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura, La Habana.
- La O, O. *et al.* 2010. Valor nutritivo de diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. Programa-Resúmenes del V Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes / III Congreso de Producción Animal Tropical, La Habana. p. 29
- Mahecha, L. *et al.* 2007. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livest. Res. Rural*

- Dev.* 19 (2):1. <http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mahe19016.htm>
- Milera, Milagros *et al.* 2010. *Morus* sp. para la alimentación de bovinos en desarrollo (nota técnica). *Pastos y Forrajes*. 33:85
- Murgueitio, E. *et al.* 2009a. Estado actual y tendencias de los sistemas agroforestales ganaderos en los trópicos. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". [CD-ROM]. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Murgueitio, E. *et al.* 2009b. Experiencias sobre la utilización de la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Colombia y Panamá. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". [CD-ROM]. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Navarro, F. & Rodríguez, E. 1990. Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (*Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray) como posible alternativa de alimentación animal. Tesis de grado en Medicina Veterinaria. Universidad del Tolima, Colombia. 86 p.
- Olabode, O.S. *et al.* 2007. Evaluation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray for soil improvement. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3 (4):503
- Pérez, A. *et al.* 2009. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*. 32:1
- Rosales, M. 1992. Nutritional value of Colombian fodder trees. Internal report. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria y Natural Resources Institute, United Kingdom. 50 p.
- Sarría, Patricia *et al.* 1999. Desarrollo de sistemas sostenibles de producción de cerdos usando recursos tropicales disponibles a nivel de finca. CIPAV/SINTAP-PRONATTA, Cali. 100 p.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. 2^{da} ed. Mc Graw-Hill, Interamericana de México, S.A de C.V. 622 p.
- Wanjau, S. *et al.* 1998. Transferencia de biomasa: cosecha gratis de fertilizante. *Boletín de ILEIA*. Vol. 13 (3):25

Recibido el 25 de febrero del 2012

Aceptado el 19 de julio del 2012