

## Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la zona centro-occidental de Cuba

T. E. Ruiz, G. Febles, V. Torres, J. González, G. Achang, L. Sarduy y H. Díaz

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba

Correo electrónico: teruizv@ica.co.cu

Para estudiar el crecimiento de 29 materiales de *Tithonia diversifolia*, recolectados en el centro-oeste de Cuba, se condujo durante dos años un experimento mediante un diseño totalmente aleatorizado, con diez repeticiones y en condiciones de secano. Sin afectar el crecimiento de las plantas, después del corte de la plantación en cada estación climática, se determinaron los indicadores número de brotes del tallo original, altura del brote del tallo original (m), grosor del brote (mm), altura de la primera hoja (cm), número de flores, número de hojas verdes, amarillas secas, caídas y totales. Todos se establecieron cada quince días, por espacio de 16 semanas. El análisis multivariado mostró que en la estación lluviosa se explica 81.16 % de la variabilidad, mientras en la seca 94.34 %. Las variables de mayor preponderancia fueron las hojas totales, verdes, amarillas, secas y caídas/planta y tallos/plantas, todas con relación positiva. Durante las lluvias, los dos conglomerados que tuvieron valores mayores en los indicadores medidos mostraron que en el componente principal hoja, como en el componente principal estructura, se recogen en los materiales 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,22,23,24 y 26 (grupo 1). Esto puede ser indicativo de que en este período la manifestación de las medidas es similar. No obstante, existió otro grupo donde se destacó el componente hoja, registrándose en los materiales 14,17 y 29 (grupo 3), y en la estructura en 4, 13, 19, 21,25 y 27 (grupo 2). En el período seco, 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 (grupo 1) y 29 ( grupo 4). En este período, no existen materiales que se aparten de este patrón común de manifestación de los indicadores vegetales medidos, lo que representa 68.9 % del total de los materiales recolectados. En la estación lluviosa, el grupo 3 presentó los mayores valores del desarrollo, y se indicaron como caracteres no deseados las cifras alcanzadas para el grosor del tallo (7.3 mm), número de flores /planta (152) y número de hojas caídas/planta (414). En la estación seca, el grupo 4 presentó los mayores valores para todas las medidas tomadas. Esto no siempre es positivo para indicadores como número de hojas caídas (558) y altura de la primera hoja verde (52 cm). Se informó, por primera vez, acerca de las características del desarrollo de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* en diferentes zonas de Cuba. La variabilidad encontrada se pudiera utilizar estratégicamente en futuros programas de mejoramiento varietal. También se puede contar con esta planta arbustiva para utilizarla en sistemas silvopastoriles.

Palabras clave: *evaluación, Tithonia diversifolia*

Entre los recursos naturales de gran interés para el hombre, la flora es, sin lugar a dudas, uno de ellos. El conocimiento y manejo de este recurso constituye un reto para investigadores, productores y docentes, pues a través de ella se puede lograr el mejoramiento sustancial de la composición florística de las áreas ganaderas. Para lograr este objetivo, la recolección de especies vegetales es un buen método.

La información acerca de los sistemas silvopastoriles conducidos en Cuba durante los últimos años refiere que se han implantado modelos tecnológicos de reciente introducción en el país y en otras áreas latinoamericanas mediante la utilización de *Leucaena leucocephala*, como árbol multipropósito. Sin embargo, la búsqueda de alternativas integrales para introducir esta especie en la práctica social tropical es de gran prioridad y constituye un objetivo científico. De este modo se incrementaría la diversidad biológica y las opciones alimentarias en el sector agropecuario.

El género *Tithonia* comprende diez especies, originarias de México y Centro América. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, se introdujo en las Antillas y en Ceilán (Ríos y Salazar 1995) y se encuentra ampliamente distribuida en la zona tropical. Actualmente, se tienen informes de su existencia en el Sur de México, Honduras, El Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, India, Ceilán, Cuba, Venezuela y Colombia (Ríos 1999).

Hay evidencias de que esta planta puede acumular tanta proteína en sus hojas (hasta 33%) como las leguminosas. Tiene altos tenores de fósforo, gran volumen radicular, habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo y amplio rango de adaptación. Tolerancia condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, es muy rústica y puede soportar la quema y la poda a nivel del suelo (Wanjau *et al.* 1998, Mahecha y Rosales 2000 y CIPAV 2004). Además, tiene rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo (Ríos 2002).

*Tithonia diversifolia* es una de las plantas, no leguminosas, considerada como promisorias para su utilización en alimentación de diferentes especies animales (Mahecha 2002). Su utilización en la alimentación animal se ha incrementado en los últimos años. Se informa su uso en vacas (Mahecha y Rosales 2005), ovejas (Vargas 1992 y Premaratne *et al.* 1998), búfalos (Premaratne 1990) y cabras (Wambui *et al.* 2006). No obstante, las investigaciones acerca de su uso en la alimentación animal aún son escasas, por lo que es necesario profundizar en el tema.

Mahecha y Rosales (2005) y De Souza Junior (2007) destacan el potencial de *Tithonia diversifolia* como planta forrajera, pues sin ser leguminosa presenta un forraje de alto valor nutritivo, con elevado contenido de proteína y minerales. Tiene además, alta digestibilidad

de materia seca y presencia de aceites en hojas y flores. Además posee 39.8 % de azúcares totales y puede alcanzar alta concentración de C en su biomasa aérea, mayor de 77 t/ha/año (Zavala *et al.* 2007).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el crecimiento de materiales de *Tithonia diversifolia*, recolectados en la zona centro - occidental de Cuba.

### Materiales y Métodos

*Tratamientos y Diseño.* Los tratamientos consistieron en la evaluación de 29 materiales de *Tithonia diversifolia*, recolectados en el centro-oeste de Cuba durante dos años (tabla 1) mediante un diseño completamente aleatorizado, con diez repeticiones.

Tabla 1. Territorios de Cuba donde se recolectaron los materiales

Número de la colecta	Provincia
27	Pinar del Río
28 y 29	Ciudad Habana
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10, 11,12,22,23,24,25 y 26	Habana
13,14 y 15	Villa Clara
16,17,18,19 y 20	Sancti Spíritus
18	Sancti Spíritus
19	Sancti Spíritus
20	Sancti Spíritus
21	Cienfuegos

*Procedimiento experimental.* El trabajo se realizó en un suelo ferrálico rojo, de rápida desecación, arcilloso y profundo sobre calizas (Hernández *et al.* 1999), equivalente (Duran y Pérez 1994) al subtipo cambisol ferrálico ródico (FAO-UNESCO), con preparación de aradura y dos pases de grada. Se plantó en la estación lluviosa, en surcos separados a 3.0 m, en el área experimental Zaldívar, perteneciente al Departamento de Pastos y Forrajes del Instituto de Ciencia Animal de Cuba, ubicado en el occidente del país.

Para la plantación se utilizaron estacas, tomadas de la parte media del tallo, con edad de 80 d y de 50 cm de largo, en surcos de 15 cm de profundidad. El área se mantuvo limpia de malezas y en condiciones de secano.

Los indicadores número de brotes del tallo original, altura del brote del tallo original (m), grosor del brote (mm), altura de la primera hoja (cm), número de flores, número de hojas verdes, amarillas, secas, caídas y totales, se determinaron cada dos semanas, por espacio de 16 semanas, sin afectar el crecimiento de las plantas, y después del corte de la plantación a una altura de 15 cm, y en cada estación climática. Estas medidas se establecieron en la estación seca y lluviosa en los dos años estudiados, y se tomaron para ello siete

plantas de cada una de las recolecciones en evaluación.

*Análisis estadístico.* La determinación de los indicadores que mejor explican el comportamiento de cada material vegetal recolectado se realizó mediante la metodología descrita por Torres *et al.* (2007). Esta se basa en la aplicación del análisis de componentes principales (Visauta 1998) para seleccionar los indicadores que mejor explican su variabilidad. Cada componente principal generado por este análisis se identificó con un nombre, en correspondencia con los indicadores de mayor valor de preponderancia en ella. Estos definieron el proceso que, de manera independiente, describe dichos componentes y los que aportan, en cada caso, un valor específico de explicación a la variabilidad. Se tomó como valor propio el que fuera mayor de la unidad. Como resultado de este análisis se realizó una clasificación de los materiales en evaluación por grupos (conglomerados).

### Resultados y Discusión

Antes de analizar los resultados para conocer el germoplasma recolectado de *Tithonia diversifolia* en diferentes lugares del país, se debe destacar que este es el primer trabajo de este tipo, realizado en Cuba y en el área del Caribe.

Se enfatiza en que, aunque la información procede de un estudio de dos años de duración, no se debe considerar como categórica, ya que aún es necesario estudiar otros aspectos agronómicos, botánicos y de explotación, que conduzcan a la conformación de una tecnología aplicada a condiciones prácticas.

Se comprobó la premisa (Torres *et al.* 2007) relacionada con la interrelación entre variables. Esta indica que para la estación lluviosa 43.7 % de los coeficientes de correlación son mayores que 0.40, mientras en la estación seca alcanza 83.3% para valores superiores a 0.40.

Las tablas 2 y 3 informan acerca del comportamiento de los componentes principales (C.P.). En ambos casos, se seleccionaron 2 CP. En la tabla 2 se explica 81.16 % de la variabilidad, y 94.34 % en la tabla 3, con valores propios superiores a la unidad. Además, se seleccionaron las variables cuyos valores de preponderancia fueran mayores que 0.70. Cuando se analizan estos dos componentes, se observó un conjunto importante de resultados. Al primer componente se le llamó «hojas», y explicó 60.21 y 74.83 % de la variable para ambas tablas, respectivamente. Aquí las variables de mayor preponderancia fueron las hojas totales, verdes, amarillas, secas y caídas/planta y tallos/plantas, todas con relación positiva. Este resultado indicó la importancia de tener en cuenta el comportamiento del crecimiento de las hojas en el estudio de estos materiales en evaluación.

Tabla 2. Matriz de componentes rotados, correspondiente a la lluvia promedio de dos años de evaluación

Indicadores	Componente	
	Hojas	Estructura
Altura tallo, cm	0.04	0.98
No. tallo/plantón	0.94	-0.31
No. hojas verdes/plantón	0.98	-0.11
No. hojas amarillas/plantón	0.90	-0.07
No. hojas secas/plantón	0.95	-0.19
Grosor primera rama, mm	0.41	-0.33
No. flores/plantón	0.28	-0.47
Altura primera hoja verde, cm	-0.05	0.97
No. hojas caídas/plantón	0.98	0.00
No. hojas totales/plantón	0.99	-0.10
Valor propio	6.02	2.09
% de la varianza explicada	60.21	20.95
% acumulado	60.21	81.16

Tabla 3. Matriz de componentes rotados correspondiente a la estación seca, promedio de dos años de evaluación.

Indicadores	Componente	
	Hoja	Estructura
Altura, cm	0.39	0.89
No. tallos/plantón	0.99	0.03
No. hojas verdes/plantón	0.95	0.26
No. hojas amarillas/ plantón	0.94	0.28
No. hojas secas/ plantón	0.91	0.22
Grosor tallo, mm	0.04	0.93
Altura primera hoja verde, cm	0.34	0.91
No. hojas caídas/ plantón	0.86	0.46
No. hojas totales/ plantón	0.94	0.35
Valor propio	6.73	1.75
% de la varianza explicada	74.83	19.50
% acumulado	74.83	94.34

El segundo componente se llamó «estructura», y explicó 20.95 y 19.50 % de la variabilidad para ambas tablas respectivamente, donde este componente biológico es esencial para la comparación selectiva de los materiales en estudio. Para ambas estaciones, se destacó la altura de la planta y la altura de la primera hoja, y en la seca el grosor del tallo solo.

Existieron diferencias entre los materiales recolectados, en cuanto al comportamiento del desarrollo de las medidas tomadas, tanto en la estación lluviosa como en la seca. Esto indica la existencia de una variabilidad en las recolecciones.

Hubo tres materiales que mostraron un desarrollo más lento de las medidas vegetales tomadas, que corresponden con las clasificaciones 15, 16, 18 y 20. Hubo otros tres donde ocurrió lo contrario, y se manifestó en los materiales 19, 21 y 25. Estos, como los señalados anteriormente, es lógico que se ubiquen en los extremos de los valores de las mediciones. El resto aparece en una posición intermedia.

Se observó mayor profundización cuando se hizo una valoración del comportamiento en la seca y en la lluvia para agrupar los materiales, según el análisis de Cluster, y siguiendo el patrón de componentes principales. Así, en la lluvia, los dos conglomerados que presentaron valores mayores en los indicadores medidos mostraron que el componente principal hoja como el componente principal estructura, se recogen en los materiales 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,22,23,24 y 26 (grupo 1, figuras 1 y 2). Esto puede indicar que en este período la manifestación de las medidas fue similar. No obstante, existió otro grupo, donde se destacó el componente hoja, y se recogió en los materiales 14, 17 y 29 (grupo 3, figura 1), y la estructura en 4, 13, 19, 21,25 y 27 (grupo 2, figura 2).

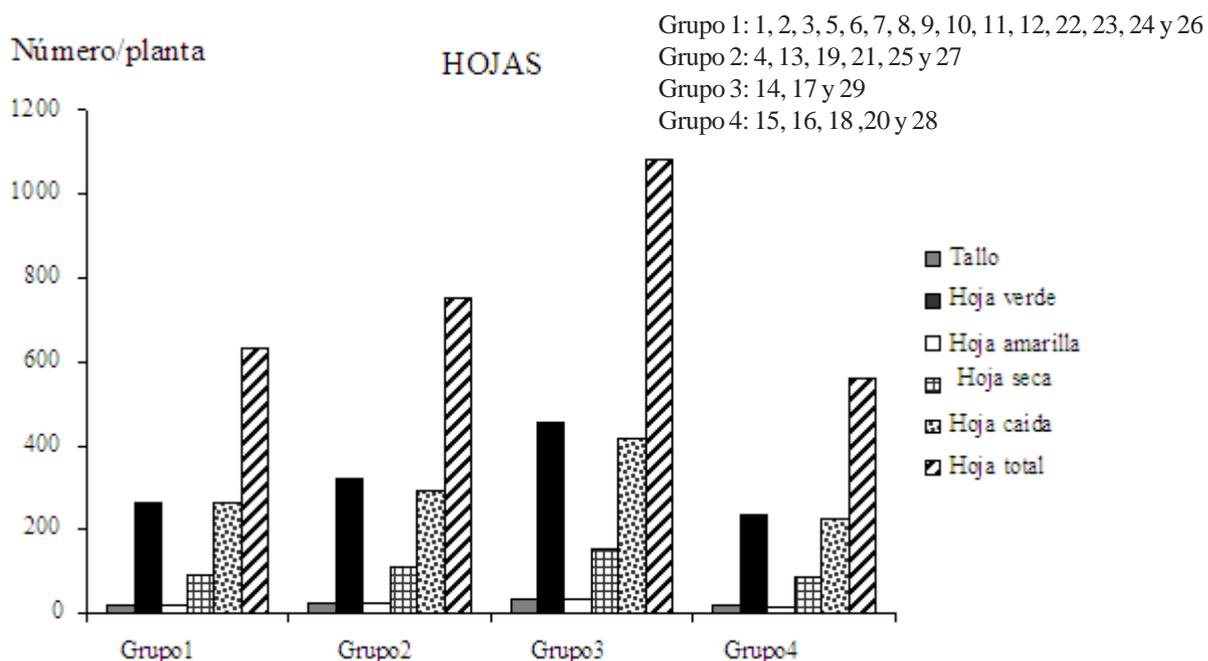


Figura 1. Comportamiento del componente principal hoja durante la estación lluviosa, promedio de dos años de evaluación.

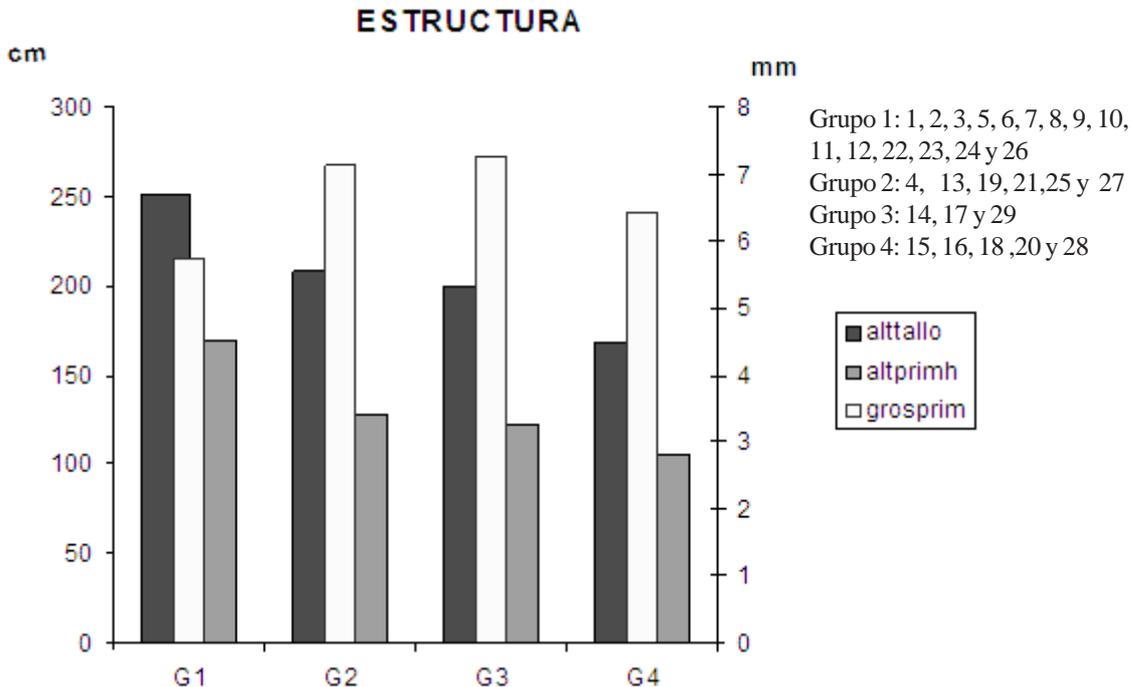


Figura 2. Comportamiento del componente principal estructura durante la estación lluviosa, promedio de dos años de evaluación.

Al seguir el mismo criterio de análisis para el período seco, se destacaron 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, figura 3 y 4, respectivamente). En este período seco no existieron materiales que se apartaran de este patrón común de manifestación de los indicadores vegetales medidos, y representaron 68.9 % del total de los materiales recolectados.

En sentido general, el germoplasma evaluado señala que se dispone de un material con probable potencial para la producción de biomasa, para el período seco como para el lluvioso.

Un elemento importante que se debe tener en cuenta para el trabajo futuro es que estos materiales, de acuerdo

con su agrupación, se deben trabajar según las características particulares de su desarrollo.

Al analizar el comportamiento de las medidas de forma individual para la estación seca (figura 3 y 4), si bien la planta 29, incluida en el grupo 4, presentó los mayores valores para todas las medidas tomadas, no siempre esto fue positivo para los indicadores número de hojas caídas (558) y altura de la primera hoja verde (52 cm). Se observó que los materiales vegetales que forman los grupos 1 y 2, aunque tuvieron un comportamiento bastante semejante, también presentaron diferencias. Entre estas 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

### Número/planta

### Hojas

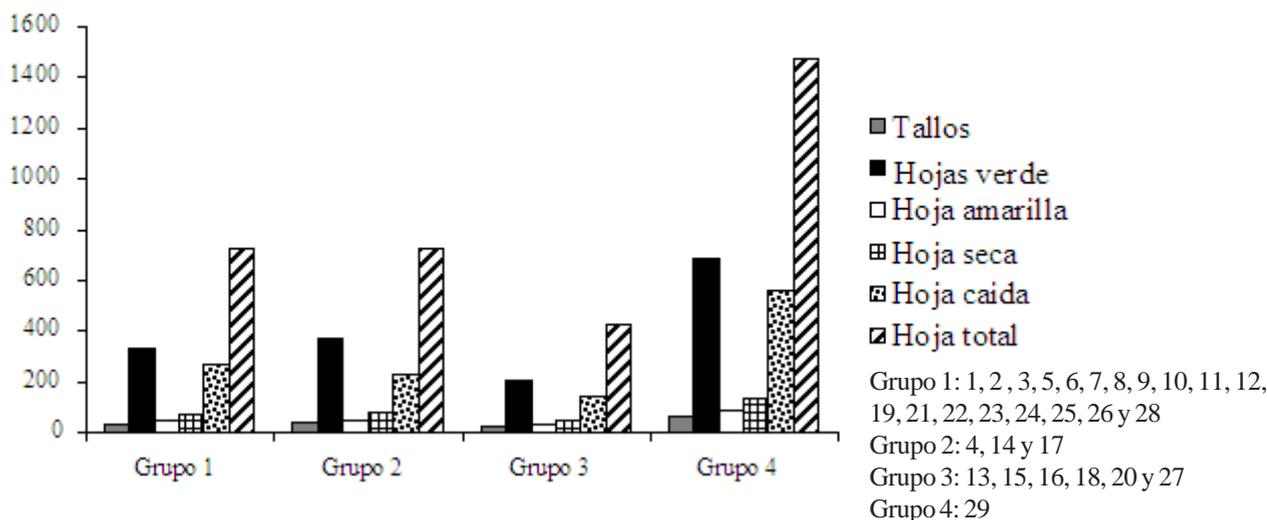


Figura 3. Comportamiento del componente principal hoja durante la estación seca, promedio de dos años de evaluación

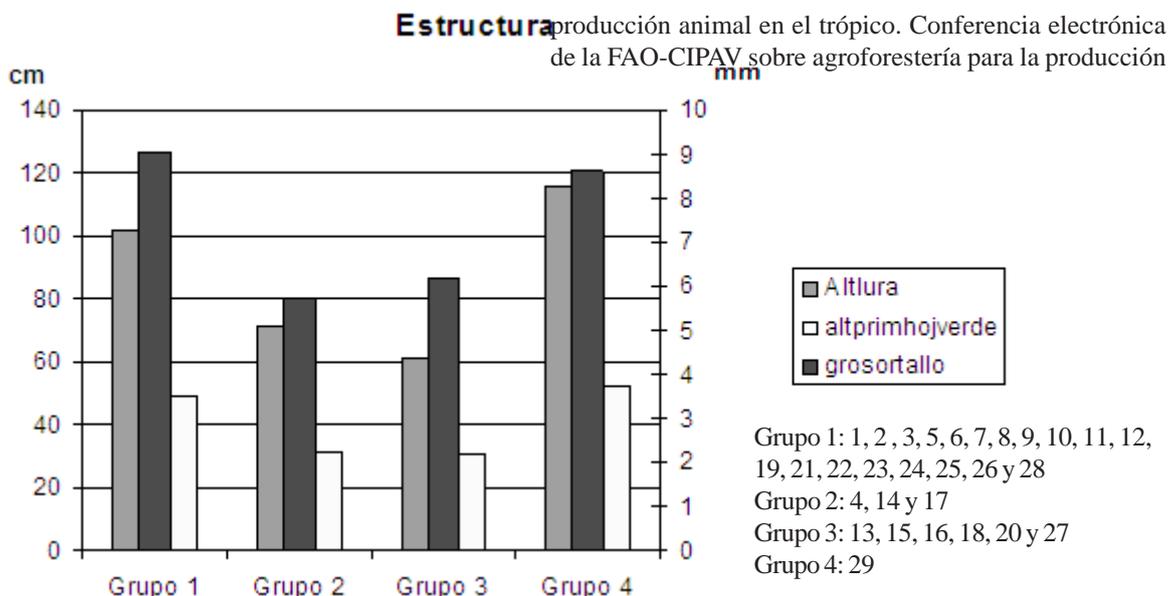


Figura 4. Comportamiento del componente principal estructura durante la estación seca, promedio de dos años de evaluación.

(5,7 mm) y menor altura de la primera hoja verde (31 cm) en todos los materiales evaluados.

En la estación lluviosa (figura 1 y 2), el grupo 3 presentó los mayores valores del desarrollo. Como caracteres no deseados pueden indicarse las cifras alcanzadas para el grosor del tallo (7.3 mm), número de flores/planta (152) y número de hojas caídas/planta (414). En sentido general, los grupos 1 y 2 presentaron un comportamiento semejante con respecto 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 del 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 mayor grosor del tallo (7.2mm).

Otro elemento que evidencia la importancia de este trabajo es la poca información disponible acerca de la evaluación de materiales de *Tithonia* en otros países. En una consulta realizada por González *et al.* (2006) en el Herbario de la Universidad de Guadalajara (IBUG), México, se informó que existen ejemplares de esta especie, recolectados en el estado de Jalisco a diferentes alturas sobre el nivel medio del mar. Estos autores también consideran que en este país no se han desarrollado trabajos de evaluación con esta especie, y señalan una primera información del comportamiento de dos materiales recolectados en esa zona, con relación al rebrote de las estacas en condiciones de vivero.

Aún no se puede llegar a definiciones, en cuanto a que estos materiales evaluados constituyan clones o ecotipos, ya que para ello sería necesario saber sus caracteres genotípicos, y además reflejar elementos del ambiente de procedencia, como el clima y el suelo, y también aspectos relacionados con el rendimiento.

Los datos analizados nos permite informar por primera vez las características del desarrollo de materiales

recolectados de *Tithonia diversifolia* en diferentes zonas de Cuba. Igualmente, es indicativo de la probable existencia de diferentes materiales vegetales. La variabilidad encontrada se pudiera utilizar estratégicamente en programas futuros de mejoramiento varietal. También se puede contar con esta planta arbustiva para su utilización en sistemas silvopastoriles.

### Referencias

- CIPAV 2004. Sistemas agroforestales, banco de forraje de leñosas, árboles y arbustos. En: Sistemas silvopastoriles. Ed. Enrique Murgueitio. Cali. Colombia. p. 102
- De Souza Junior, O. F. 2007. Influencia do espaçamento e da época de corte na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade de Marília, Unimar. Brasil. p. 83
- Duran, J.L. & Pérez, J.M. 1994. Correlación de la clasificación genética con otros sistemas de clasificación. Primera conferencia de clasificación de los suelos. La Habana. Cuba. p. 21
- González Morales, L.G., Román Miranda, M. L. & Mora Santacruz, A. 2006. Evaluación del crecimiento de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. colectadas en dos localidades del Estado de Jalisco. Avances en la investigación científica en el CUCBA. XVII Semana de la Investigación Científica. México. p. 80
- Hernández, A., Pérez, J.M. & Bosch, O. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGRINFOR- MINAG. Cuba. p. 64
- Mahecha, L. 2002. Valor nutricional y utilización del botón de oro *Tithonia diversifolia* en la alimentación animal. En: Tres especies vegetales promisorias: nacedero (*Trichanthera gigantea*) (H. & B) Nees.), botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray) y bore (*Alocasia macrorrhiza*) (Linneo) Schott). Eds. Sonia Ospina y Enrique Murgueitio CIPAV. Cali, Colombia. p. 237
- Mahecha, L. & Rosales, M. 2000. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la

- animal en Latinoamérica. Artículo No. 26. En: <http://www.lrrd.org/lrrd20/supplement/kham20076.htm>
- Mahecha, L. & Rosales, M. 2005. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la producción animal en el trópico. *Livestock Res. Rural Development*. Volumen 17. Artículo 100. Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/9/mahe17100.htm>
- Premaratne, S. 1990. Effect of non-protein nitrogen and fodder legumes on the intake, digestibility and growth parameters of buffaloes. Domestic buffalo production in Asia. Proc. the final research co-ordination meeting on the use of nuclear techniques to improve domestic buffalo production in Asia. Phase II. Rockhampton. Australia
- Premaratne, S., Bruchem, J., Chen, X. B., Perera, H. G. D., Oosting, S. J., Van-Bruchem, J. & Premaratne, S. 1998. Effects of type and level of forage supplementation on voluntary intake, digestion, rumen microbial protein synthesis and growth in sheep fed a basal diet of rice straw and cassava. *Asian Australasian J. Animal Sci.* 11:692
- 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. p. 311
- 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)*. Eds. Sonia Ospina y Enrique Murgueitio. CIPAV, Cali. Colombia. p. 211
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 44, Número 3, 2010.
- Ríos, K. C.I & Salazar, A. 1995. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una fuente proteica alternativa para el trópico. *Livestock Res. Ruminant for rural development* 6:35
- Torres, V., Benítez, D., Lizazo, D. & Álvarez, A 2007. Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. XI Conferencia Española de Biometría y I Encuentro Iberoamericano de Biometría. Universidad de Salamanca, España
- Vargas, J.E 1992. Evaluación de la aceptación del Botón de oro en la dieta de las ovejas de pelo. III Seminario Internacional. Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Colombia. p. 135
- Visauta, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Estadística multivariada. Vol. II Ed .McGraw-Hill/ Interamericana de España, S.A.V. p. 358
- Wambui, C. C., Abdulrazak, S. A. & Noordin, Q. 2006. The effect of supplementing urea treated maize stover with *Tithonia*, *Calliandra* and *Sesbania* to growing goats. *Liv. Res. Rural Development*. Volume 18, Article No. 64. Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/5/abdu18064.htm>
- Wanjau, S., Mukalama, J. & Thijssen, R. 1998. Transferencia de biomasa: cosecha gratis de fertilizante. *LEISA*. Revista de Agroecología. Nairobi, Kenya. p. 25
- Zabala, Y., Rodríguez, J.C. & Cerrato, M. 2007. Concentración de carbono y nitrógeno a seis frecuencias de poda en *Tithonia diversifolia* y *Morus alba*. *Tierra Tropical* 3: 221

**Recibido: 7 de diciembre de 2009**