

## Composición química, degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes

O. La O<sup>1</sup>, H. González<sup>2</sup>, A. Orozco<sup>2</sup>, Y. Castillo<sup>2</sup>; O. Ruiz<sup>3</sup>, A. Estrada<sup>5</sup>, F. Ríos<sup>5</sup>, E. Gutiérrez<sup>4</sup>, H. Bernal<sup>4</sup>, Dayki Valenciaga<sup>1</sup>, Beatriz I. Castro<sup>6</sup> y Yasmila Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Avenida Plutarco Elías, Calle 1210 Fovissste Chamizal, Ciudad Juárez, Chihuahua, México

<sup>3</sup>Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua, Perif. Fco. R. Almada, km 1, Chihuahua, México

<sup>4</sup>Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Campus Ciencias Agropecuarias, Escobedo, Nuevo León, México

<sup>5</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa, Carretera Internacional, km. 3.5 sur, Apdo. Postal 1057, Culiacán, Sinaloa, México

<sup>6</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC, Laguna Campestre s/n, Mexicali, BC. México  
Correo electrónico: olao@ica.co.cu

Se realizó una secuencia experimental con nueve ecotipos de *Tithonia diversifolia* (3, 5, 6, 10, 13, 17, 23, 24 y 25) para determinar composición química, degradabilidad efectiva ruminal (DE) *in situ* de la materia seca (MS) y digestibilidad aparente y verdadera *in vitro* de la MS, MO, FND y FAD. Para el estudio de degradabilidad se utilizaron tiempos de 6, 12, 36, 48 y 72 h. El comportamiento cinético se caracterizó por incremento en la dinámica de desaparición de la MS, mientras que en la degradabilidad ruminal efectiva de MS se encontraron valores entre 26.29 – 86.55 % para constantes diferentes de recambio ruminal. El ajuste de los datos de degradabilidad ruminal *in situ* al modelo propuesto mostró R<sup>2</sup> superiores a 0.89. En los ecotipos estudiados, los estimados de digestibilidad aparente de MS y MO (DAIVMS y DAIVMO) mantuvieron valores inferiores a las digestibilidades verdaderas de ambos constituyentes (DVIVMS y DVIVMO). Los valores de DAIVMS 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, que oscilaron de 81.08 a 85.66 %, y de 65.27 a 70.22 % respectivamente. Existieron diferencias entre cada uno de los materiales vegetales por indicador (P < 0.01, P < 0.001). Los resultados del análisis de la composición química, degradabilidad ruminal *in situ* de la MS y digestibilidad aparente y verdadera *in vitro* de la MS, MO, FND y FAD de los ecotipos de *T. diversifolia* sugieren su valor nutricional. Sin embargo, se necesitan estudios fisiológicos que relacionen la frecuencia de corte, nivel de inclusión de estos ecotipos, grado de utilización de los nutrientes por el animal y efecto de algunos metabolitos secundarios en las respuestas fisiológicas y productivas de la planta.

Palabras clave: *degradabilidad ruminal in situ*, *digestibilidad*, *composición química*, *T. diversifolia*.

En el mundo actual, los ganaderos deben producir más eficientemente para ser competitivos en el mercado mundial. Cuba no está ajena a estas exigencias. Para lograr este objetivo, se diseñan alternativas que permitan disminuir la suplementación con concentrados importados. En este contexto, la suplementación con plantas forrajeras, leguminosas o no, es de especial interés.

Muchas especies de arbóreas poseen valores nutricionales que complementan a las gramíneas y permiten producir grandes cantidades de biomasa comestible (Tun 2004, Mahecha *et al.* 2007, Ramírez *et al.* 2007, Medina *et al.* 2009 y Verdecia *et al.* 2011). Existen evidencias de que *Tithonia diversifolia* es una de las plantas no leguminosas que resulta promisorias para la alimentación de diferentes especies animales (Pérez y Jiménez 2008 y Nieves *et al.* 2011), por lo que es necesario profundizar en el conocimiento de esta fuente alimentaria. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición química, degradabilidad ruminal de materia seca *in situ* y digestibilidad aparente y verdadera *in vitro* de MS, MO, FND y FAD en diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* que son de interés para la alimentación de rumiantes.

### Materiales y Métodos

**Procedimiento experimental.** El estudio se realizó en el laboratorio de análisis de alimentos y fisiología del rumen, del departamento de Ciencias Veterinarias del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Las muestras se recogieron durante la época de lluvia. Se tomaron al azar de 15 plantas adultas (7 kg/ planta), individuales, en estado vegetativo, con 77 d de edad. Provinieron de un suelo ferralítico rojo típico (Hernández *et al.* 1999), perteneciente a la Estación Experimental de Pastos y Forrajes del Instituto de Ciencia Animal. En el muestreo se simuló el ramoneo del animal (Paterson *et al.* 1983). Parte del material cosechado, previamente homogenizado y secado durante 48 h en estufa de aire forzado a 55 °C, se molió a 1 mm para determinar la composición bromatológica y digestibilidad *in vitro*, y a 2 mm para la degradabilidad ruminal *in situ*.

**Composición química.** En el análisis de las muestras de los ecotipos se determinó contenido de materia seca (MS), cenizas, materia orgánica (MO) y proteína bruta (PB) (Labconco) de acuerdo con las técnicas descritas por AOAC (2000). El contenido de fibra neutro detergente

(FND) y fibra ácido detergente (FAD) se estimó por el método de Goering y van Soest (1970) mediante un aparato extractor de fibra (Ankom 2007).

**Degradabilidad *in situ*.** La degradabilidad de las muestras se determinó por la técnica de la bolsa de dacrón (Ørskov *et al.* 1980). Selladas con calor y libres de nitrógeno, las bolsas de dracón eran de monofilamento blanco, con tamaño de poro de 53 ( $\pm 10$ ) micrones, medían 5 x 10 cm y contenían 2 g de muestra de 1 mm. Las muestras se incubaron en el rumen de dos ovinos machos, con peso promedio inicial de 40 kg y 36 meses de edad. Los animales estaban provistos de una cánula ruminal permanente de 7.5 cm de diámetro. Se les ofreció una dieta conformada por 70 % de heno de alfalfa y 30 % de alimento balanceado comercial (12 % PB). Se alojaron en jaulas metabólicas individuales con piso de cemento, cama de aserrín y superficie de 1.8 m<sup>2</sup>. Las dietas se ofrecieron a las 8:00 a.m. y 5:00 p.m. Los animales tuvieron libre acceso a un bloque mineral. El agua estuvo disponible a voluntad. Las bolsas se extrajeron a las 0, 6, 12, 24, 48 y 72 h para lavarlas con agua y secarlas en estufa a 60 °C durante 24 h.

**Digestibilidad *in vitro*.** Se usó la técnica ANKOM Technology (1998). Como donantes de líquido ruminal se utilizaron cinco ovinos machos Pelibuey. Se encontraban en ayuno, con 40 kg de peso promedio inicial y 36 meses de edad, provistos con una cánula ruminal permanente de 7.5 cm de diámetro. Se les ofreció una dieta referida en la degradabilidad *in situ*.

Para la prueba *in vitro* se usaron bolsas FN° 57, con poro de 25  $\mu$ m y dimensiones de 5 x 4 cm, eran de poliéster/polietileno, con filamentos extraídos en una matriz de tres dimensiones. Las bolsas se identificaron previamente y se lavaron con acetona. Se introdujeron en una estufa a 100 °C  $\pm$  5 °C durante dos horas para secarlas y que alcanzaran peso constante. En cada bolsa se depositaron 0.25 g de muestra para obtener un área efectiva de 36 cm<sup>2</sup>. Esta correspondió a la relación entre el tamaño de la muestra y la superficie de la bolsa de 14.4 mg/cm<sup>2</sup>. Posteriormente, se sellaron con calor.

Se usaron cuatro jarras de digestión, y en cada una se incubaron al azar dos repeticiones de cada muestra de forraje (25 bolsas/jarra). Se incluyó una bolsa como blanco (bolsa vacía y sellada sin muestra) para generar el factor de corrección por ingreso de partículas o pérdida de peso de las bolsas.

El inóculo ruminal necesario para el procedimiento (proporción 4:1 de solución medio de cultivo: inóculo ruminal) se recolectó mediante una bomba de vacío. El procesamiento del líquido ruminal incluyó el mezclado en una licuadora durante 30 segundos. Se filtró por capas dobles de gasa y después se agregó (400 mL) a la solución amortiguadora (1600 mL/jarra). Se adicionó CO<sub>2</sub> para mantener las condiciones anaerobias presentes en el rumen.

Las muestras se incubaron durante 48 h en el Daisy, a 39.2  $\pm$  0.5 °C de temperatura, con agitación circular

constante. Después de la incubación, las bolsas se lavaron con agua para detener la fermentación. Se procesaron en el analizador de fibra. Los residuos de la incubación estuvieron en una solución neutro detergente 100 °C durante una hora. Incluyeron tres lavados sucesivos con agua a 90 °C y se secaron en estufa de aire forzado a 105 °C por un mínimo de dos horas. Posteriormente, las bolsas se pesaron para obtener resultados en términos de digestibilidad verdadera *in vitro* de MS (DVIVMS), que se consideran como estimados de la digestibilidad real de los alimentos.

**Procesamiento de los datos y análisis estadístico.** Para la degradabilidad ruminal, los resultados se ajustaron al modelo exponencial de Orskov y McDonald (1979):

$P1 = a + b (1 - e^{-ct})$  donde:

P1 = Degradación real en función del tiempo (t)

a = Intersección de la curva de degradación a tiempo cero. Representa el componente que se degrada rápidamente.

b = Degradabilidad potencial del componente.

e = Base de los logaritmos naturales (2.71828).

c = Tasa constante de degradación.

a + b = Degradabilidad total del componente.

Para la determinación de la degradabilidad efectiva ruminal se aplicó el modelo de Mc Donald (1981):

$DE = A + ((B * c) / (c+k))$  donde:

k = Tasa fraccional de pasaje ruminal. Se asumieron diferentes valores de k.

Para la composición química, solo se determinó la desviación estándar de las observaciones con respecto a la media. Para la estimación de la degradación ruminal se realizó el proceso interactivo del algoritmo de MARQUARDT, con ayuda del procedimiento para modelos no lineales PROC NLIN del software SAS, versión 6,12 (SAS 1993). Para la digestibilidad aparente y verdadera *in vitro* de la MS, MO, FND y FAD se aplicó análisis de varianza de clasificación simple para cada indicador en los ecotipos estudiados. Para la comparación entre medias se utilizó la prueba de Duncan (1955).

## Resultados y Discusión

En la tabla 1 se presentan los resultados de la composición química de los ecotipos de *T. diversifolia*. Los valores de proteína y FND, con cifras de 18.26 a 26.40 % y de 14.79 a 25.74 % respectivamente fueron los que mantuvieron mayor desviación estándar con respecto al resto de los indicadores. Estos resultados se relacionan, en parte, con lo informado por Stewart y Dunsdon (1998), La O *et al.* (2003 a) y Verdecia *et al.* (2011) acerca de la influencia del ambiente en el comportamiento de la calidad. Sin embargo, en los ecotipos estudiados se evidenció alto valor de los constituyentes nutritivos de interés para la alimentación animal en las condiciones estudiadas.

Generalmente, los ecotipos de *T. diversifolia* presentaron adecuado valor nutricional del follaje para

Tabla 1. Composición química (%) de los ecotipos de *T. diversifolia*

Ecotipos	MS	CEN	MO	FND	PB
TITONIA 3	88.76	21.97	78.02	38.38	18.26
TITONIA 5	89.12	20.11	79.88	34.09	19.21
TITONIA 6	88.41	17.72	82.27	37.57	23.61
TITONIA 10	88.87	20.15	79.84	36.24	19.72
TITONIA 13	88.85	16.88	83.11	32.62	25.91
TITONIA 17	88.12	16.04	83.95	37.41	26.40
TITONIA 23	89.21	19.04	80.95	38.31	24.62
TITONIA 24	88.65	19.15	80.84	41.83	20.81
TITONIA 25	88.77	17.51	82.48	38.54	20.79
Desviación estándar	0.33	1.86	1.86	2.68	3.03

rumiantes (tabla 1). Los contenidos de proteínas se encontraron en el rango informado por Devendra (1995) para hojas de doce especies de árboles tropicales (14-36.6 %) y por La O *et al.* (2003b) para 12 variedades o ecotipos de *Leucaena leucocephala* (14-30.6 %). También coincidieron con el rango referido por Verdecia *et al.* (2011) para *T. diversifolia*, con diferentes edades de corte en las condiciones de Granma, Cuba. Sin embargo,

las cifras de carbohidratos estructurales fueron similares a lo referido por Rosales (1996), quien encontró en esta misma especie arbustiva contenidos de 35.5 % para la FND.

La evolución en la dinámica de degradación ruminal *in situ* de la MS (figura 1) mostró aumento progresivo en el tiempo de tipo asintótico hasta el último horario de incubación para todos los ecotipos. Este comportamiento

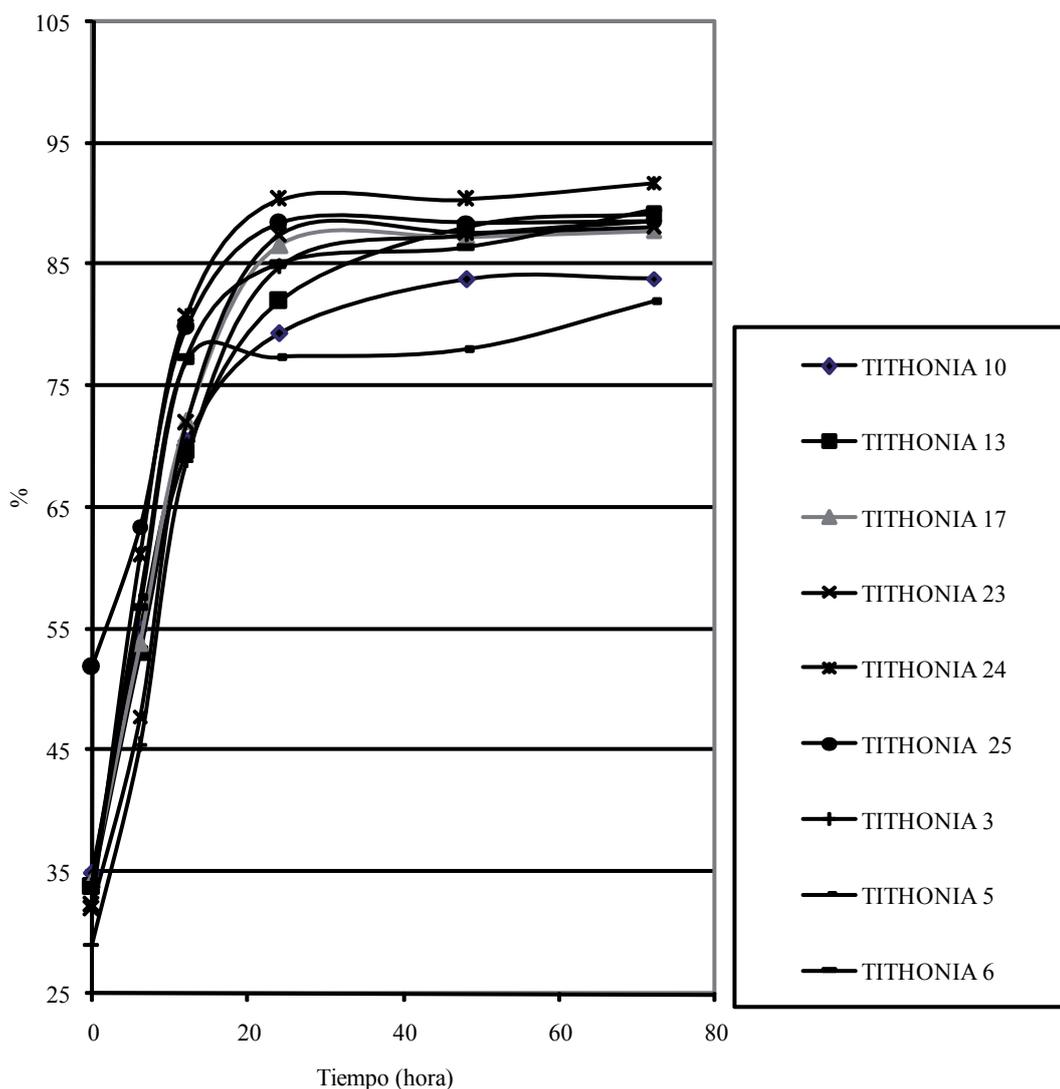


Figura. 1. Dinámica de degradación ruminal *in situ* de MS de diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia*

podría estar relacionado, en gran medida, con lo referido por Barry y Manley (1986). Estos autores plantean que el tipo y cantidad de compuestos fenólicos presentes en algunas plantas tropicales pueden limitar o favorecer la degradabilidad ruminal de los nutrientes. Aunque esto no se ha demostrado en *Tithonia diversifolia*, se debe destacar que los tenores de taninos son inferiores a los valores medios informados en la fracción comestible de esta especie (Verdecia *et al.* 2011) y de algunas leguminosas típicas de los sistemas de producción en el trópico (Devendra 1995 y Medina *et al.* 2009). Esto demuestra la calidad de esta especie para su utilización en la alimentación animal.

Los parámetros a, b, a + b y c (tabla 2) fueron muy variables en cada uno de los ecotipos, con valores desde 1.95 a 24.99; 58.20 a 95.53, 83.62 a 99.5 y 0.09 a 0.39 para a, b, a + b y c, respectivamente. Este comportamiento puede estar relacionado con lo informado por Pedraza (2000) y La O (2001), quienes al estudiar *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* refirieron la gran variabilidad interespecifica que puede existir en ecotipos de una misma especie, así como las estructuras y relaciones que se establecen entre las diferentes macromoléculas del alimento en su interacción con bacterias ruminales.

Los valores de degradabilidad efectiva de la MS (tabla 2) para diferentes constantes de velocidad de recambio ruminal (k) no tuvieron un comportamiento similar en todos los materiales vegetales, y oscilaron desde 26.29 hasta 86.55 %. Estos resultados están en el rango de valores para plantas tropicales, informado por Mupangwa *et al.* (2003), La O *et al.* 2003 (a y b) y La O *et al.* (2008) en trabajos con diferentes leguminosas

temporales a diversas edades de corte, entre ellas algunas de porte rastrero y *T. diversifolia*.

Los bajos valores de degradación en el ecotipo 5 pudieran estar asociados al posible efecto de algunos compuestos secundarios como los taninos, con respecto a determinados macronutrientes y a la concentración de nitrógeno y otras macromoléculas ligadas al complejo lignocelulósico en el material vegetativo. La O *et al.* (2003a) estudiaron este aspecto en leucaena. Igualmente, Savón y Scull (2002), Scull (2004) y Ramírez *et al.* (2007) lo abordaron en árboles y leguminosas. Verdecia *et al.* (2011) y Nieves *et al.* (2011) lo estudiaron en *T. diversifolia*. Por tanto, es un reto identificar los factores que pudieran limitar la utilización de este elemento en el rumen.

Stewart y Dunsdon (1998) mostraron que 45 % de la variación en la digestibilidad *in vitro* de leguminosas tropicales estuvo representada por la variación en el contenido de taninos. No obstante, estos autores indicaron que no está claro el efecto beneficioso o perjudicial que pudieran tener los taninos en géneros de leguminosas tropicales, por lo que recomendaron tratar este aspecto con sumo cuidado hasta que se encuentren evidencias acerca de los efectos nutricionales específicos.

Los estimados de digestibilidad aparente de MS y MO (DAIVMS y DAIVMO) mantuvieron valores inferiores a las digestibilidades verdaderas de ambos constituyentes (DVIVMS y DVIVMO) (tabla 3). Se obtuvieron cifras de DAIVMS en el rango de 72.25 a 79.77 %, y de DAIVMO en el de 57.71 a 66.20 % con respecto a los valores de DVIVMS, que fluctuaron de 81.08 a 85.66 %, y a los de DVIVMO que estuvieron entre 65.27 y 70.22 %. Estas variaciones resultan lógicas, si atendemos

Tabla 2. Características cinéticas de la degradabilidad ruminal *in situ* de diferentes ecotipos de *Tithonia diversifolia* de acuerdo con el modelo  $Y = a + b \cdot (1 - \exp(-c \cdot t))$ .

Parámetro	Ecotipos								
	3	5	6	10	13	17	23	24	25
a	2.27	10.2	1.57	25.42	24.99	9.17	6.33	1.95	14.85
b	95.53	89.3	89.14	58.20	63.86	78.33	88.73	89.28	73.97
a+b	97.80	99.5	90.71	83.62	88.85	87.50	95.06	91.23	88.82
c	0.13	0.39	0.17	0.11	0.09	0.13	0.15	0.18	0.17
R <sup>2</sup>	0.97*	0.89*	0.90*	0.99*	0.99*	0.92*	0.95*	0.89*	0.99*
DER	0.64	2.49	1.84	0.94	0.72	1.29	1.22	0.73	0.53
k									
0.01	81.62	73.57	82.82	79.19	82.92	82.71	82.15	86.55	84.89
0.02	75.84	68.22	78.55	75.34	78.00	78.07	76.60	82.33	81.36
0.03	70.76	63.14	74.70	92.10	73.85	73.98	71.64	78.51	78.17
0.04	66.27	58.28	71.19	69.08	70.31	70.36	67.19	75.04	75.27
0.05	62.27	53.65	68.00	66.50	67.24	67.12	63.16	71.89	72.63
0.06	58.68	49.22	65.07	64.21	64.56	64.21	59.51	68.99	70.21
0.07	55.44	44.98	62.38	62.16	62.20	61.58	56.17	66.30	67.98
0.08	52.51	40.93	59.90	60.32	60.11	59.19	53.12	63.83	65.92
0.09	49.84	37.04	57.60	58.65	58.24	57.01	50.31	61.54	64.02
0.10	47.39	33.31	55.47	57.14	56.56	55.02	47.73	59.42	62.25
0.11	45.15	29.73	53.49	55.16	55.04	53.19	45.33	57.41	60.61
0.12	43.09	26.29	51.64	54.49	53.66	51.50	43.11	55.59	59.08

\*P < 0.05, DER- Desviación Estándar Residual.

Tabla 3. Digestibilidad *in vitro* aparente y verdadera de MS y MO de diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia*

	DAIVMS	DVIVMS	DAIVMO	DVIVMO
TITONIA 3	73.96 <sup>a</sup>	83.65 <sup>b</sup>	57.71 <sup>a</sup>	65.27 <sup>a</sup>
TITONIA 5	76.99 <sup>b</sup>	83.94 <sup>bc</sup>	61.50 <sup>b</sup>	67.05 <sup>ac</sup>
TITONIA 6	75.52 <sup>ab</sup>	81.47 <sup>a</sup>	62.14 <sup>b</sup>	67.03 <sup>ac</sup>
TITONIA 10	73.25 <sup>a</sup>	83.39 <sup>b</sup>	58.48 <sup>a</sup>	66.58 <sup>ab</sup>
TITONIA 13	79.77 <sup>c</sup>	84.48 <sup>c</sup>	66.30 <sup>c</sup>	70.22 <sup>d</sup>
TITONIA 17	76.33 <sup>b</sup>	83.28 <sup>b</sup>	64.08 <sup>bc</sup>	69.92 <sup>d</sup>
TITONIA 23	78.35 <sup>bc</sup>	85.66 <sup>d</sup>	63.43 <sup>b</sup>	69.34 <sup>d</sup>
TITONIA 24	72.25 <sup>a</sup>	83.38 <sup>b</sup>	58.41 <sup>a</sup>	67.41 <sup>bc</sup>
TITONIA 25	74.58 <sup>ab</sup>	81.08 <sup>b</sup>	61.52 <sup>b</sup>	66.87 <sup>ac</sup>
Error estándar	0.63 <sup>**</sup>	0.22 <sup>**</sup>	0.68 <sup>**</sup>	0.54 <sup>**</sup>

<sup>abcd</sup>Medias en la misma columna difieren a P < 0.05 (Duncan 1955). <sup>\*\*</sup>P < 0.01

a la naturaleza y características químicas (tabla 1) de los ecotipos evaluados, así como a las diversas fuentes de variación que pueden influir en la digestibilidad de los constituyentes. Entre estas características se encuentran las intrínsecas de cada ecotipo y las relaciones que se establecen entre las macromoléculas en su interacción con el ambiente ruminal.

Los valores obtenidos son muy superiores a los informados por Verdecia *et al.* (2011) en estudios de digestibilidad en *T. diversifolia*, procedente de suelos de mal drenaje en la provincia Granma. Al respecto, D’Mello (1992) y La O *et al.* (2003a) refirieron la importancia de conocer la variabilidad en la composición química y grado de utilización de algunos recursos forrajeros tropicales. Estos autores informaron variabilidades de hasta 45 % en algunos recursos fitogenéticos, de acuerdo con la gran cantidad de ecosistemas donde aparece esta planta. Este aspecto se pudiera enmarcar en *Tithonia diversifolia*.

La O *et al.* (2008) señalaron la importancia de realizar evaluaciones *in vitro* con metodologías rápidas y de gran reproducibilidad, entre las que se encuentran algunas que no provocan invasión en los animales y permiten

representar las diferencias nutritivas de cualquier alimento.

Al estudiar las digestibilidades aparentes y verdaderas de la pared celular y la FAD (tabla 4), 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 (P < 0.01, (P < 0.1) en los materiales vegetales. Trabajos posteriores estarán orientados a determinar la correspondencia y validación de estos resultados desde el punto de vista productivo.

Los valores de DAIVMS, MO, FND, FAD, así como de DVIVMS, MO, FND Y FAD evidenciaron 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 FAD.

Los resultados del análisis de la composición química y degradabilidad ruminal *in situ* de la MS de los ecotipos de *T. diversifolia* sugieren el valor nutricional de esta especie. Sin embargo, son necesarios estudios fisiológicos que relacionen la frecuencia de corte y el

Tabla 4. Digestibilidad *in vitro* aparente y verdadera de FND y FAD de diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia*

Ecotipos	DAIVFDN	DVIVFDN	DAIVFDA	DVIVFDA
TITONIA 3	28.39 <sup>bc</sup>	32.11 <sup>c</sup>	11.55 <sup>a</sup>	13.06 <sup>a</sup>
TITONIA 5	26.25 <sup>a</sup>	28.62 <sup>ab</sup>	12.20 <sup>a</sup>	13.31 <sup>a</sup>
TITONIA 6	28.38 <sup>bc</sup>	30.61 <sup>bc</sup>	14.97 <sup>b</sup>	16.15 <sup>c</sup>
TITONIA 10	26.54 <sup>a</sup>	30.22 <sup>b</sup>	11.34 <sup>a</sup>	12.91 <sup>a</sup>
TITONIA 13	26.03 <sup>a</sup>	27.56 <sup>a</sup>	14.22 <sup>b</sup>	15.06 <sup>bc</sup>
TITONIA 17	28.56 <sup>bc</sup>	31.16 <sup>b</sup>	13.68 <sup>b</sup>	14.93 <sup>bc</sup>
TITONIA 23	30.02 <sup>c</sup>	32.82 <sup>c</sup>	11.60 <sup>a</sup>	12.68 <sup>a</sup>
TITONIA 24	30.22 <sup>c</sup>	34.88 <sup>d</sup>	11.91 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>
TITONIA 25	28.74 <sup>bc</sup>	31.25 <sup>bc</sup>	14.84 <sup>b</sup>	16.13 <sup>c</sup>
Error estándar	0.67 <sup>**</sup>	0.69 <sup>**</sup>	0.40 <sup>***</sup>	0.40 <sup>***</sup>

<sup>abcd</sup>Medias en la misma columna difieren a P < 0.05 (Duncan 1955). <sup>\*\*</sup> P < 0.01 <sup>\*\*\*</sup> P < 0.001

nivel de inclusión del ecotipo con el grado de utilización de estos nutrientes por el animal. Deben referir además, en pruebas con animales, el efecto de algunos metabolitos secundarios en las respuestas fisiológicas y productivas de esta planta.

### Agradecimientos

Se agradece al proyecto Red Internacional en Nutrición y Alimentación de Rumiantes, perteneciente al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), de la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México, el apoyo a la movilidad para el desarrollo de esta investigación.

### Referencias

- ANKOM Technology. 1998. *In vitro* true digestibility using ANKOM's DAISYII. Fairport, NY. p. 6-8
- ANKOM Technology. 2007. Procedures for fiber and *in vitro* analysis. Disponible: <<http://www.ankom.com/homepage.html>> [Consultado: 26/11/2007]
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Ass. Off. Anal. Chem. 17 th. Ed. Arlington, VA
- Barry, T. N. & Manley, T.R. 1986. Interrelationships between the concentrations of total condensed tannin, free condensed tannin and lignin in *Lotus sp.* and their possible consequences in ruminant nutrition. *J. Sci. Food Agric.* 37:248
- D'Mello, J. F. P. 1991. Chemical constraints to the use of tropical legumes in animal nutrition. *Anim. Feed Sci. Tech.* 38: 237
- Devendra, C. 1995. Composition and nutritive value of legumes tropical animal nutrition. Eds. J. D'Mello y C. Devendra. CAB INTERNATIONAL, UK. p. 49-66
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F. test. *Biometrics* 11: 1
- Goering, H. K. & van Soest, P. J. 1970. Forage fibre analysis. *Agricultural Handbook No. 379.* Agric. Res. Service, US. Dept. Agriculture, Washington DC.
- Hernández, A., Pérez, J. M. & Boch, D. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. AGROINFOR-Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana. Cuba. p. 26
- La O, O. 2001. Contribución al estudio del valor nutritivo de diferentes ecotipos del género *Leucaena* para la alimentación de rumiantes. Tesis Dr. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- La O, O., Chongo B., Delgado, D., Ruiz, T.E., Valenciaga D. & Oramas, A. 2003a. Composición química y degradabilidad ruminal de leguminosas de importancia para la alimentación animal. II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. San José de las Lajas. La Habana, Cuba
- La O, O., Chongo B., Delgado, D., Valenciaga D., Rodríguez, Y., Scull, I., Ruiz, T.E. & Oramas, A. 2003b. Influence of polyethyleneglycol-3500 on the ruminal degradability of *Leucaena leucocephala* cv CIAT-7929. *Cuban J. Agric. Sci.* 37:271
- La O, O., Valenciaga, D., Ruiz, T.E., Ruiz, O., Castillo, Y., González, H., Rodríguez, C., Alfonso, D., Chongo, B., Arzola, C. & Cairo, J. 2008. Efecto de la edad de corte en la capacidad fermentativa *in vitro* y la dinámica de degradación ruminal *in situ* de materia seca de *Tithonia diversifolia*. *Zoot. Trop.* 26:243
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 46, Número 1, 2012.
- Mahecha, L., Escobar, J. P., Suárez, J.F. & Restrepo, L. F. 2007. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Liv. Res. Rural Dev.* 19:2007
- Mc Donal, I.M. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci.* 92:499
- Medina, M., García, D., González, M., Cova, L. & Moratinos, P. 2009. Variables morfoestructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zoot. Trop.* 27:121
- Mupangwa, J.F., Nogongoni, N.T. & Harmidikuwanda, H. 2003. The effect of stage of growth and method of drying fresh herbage on *in sacco* dry matter degradability of three tropical forage legumes. *Liv. Res. Rural Dev.* 15:2003.
- Nieves, D., Terán, O., Cruz, L., Mena, M., Gutiérrez, F. & Ly, J. 2011. Nutrientes digestibilidad en *Tithonia diversifolia* foliage in fattening rabbits. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 14: 309
- Ørskov, E. R., Deb, F. Hovell, D. & Mould, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.* 5:195
- Ørskov, E. R. & McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92: 499
- Paterson, R.T., Quiroga, L., Sauma, G. & Samur, C. 1983. Crecimiento de novillas Cebú Criollo en la época de seca con acceso limitado a la *Leucaena*. *Prod. Anim. Trop.* 8:150
- Pedraza, R.M. 2000. Valoración nutritiva del follaje de *Gliricidia sepium* (Jacq.) kunth ex walp. y su efecto en el ambiente ruminal. Tesis Dr. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- Pérez, J. & Jiménez, N. 2008. Uso de follaje fresco de arnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde. Tesis Ingeniería en Producción Animal. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ). Venezuela. 29 pp.
- Ramírez, R.U., Escobedo, J.G., Lara, P.E., Cen, C.F. & Sanginés, J.R. 2007. Digestibilidad y balance de nitrógeno de dietas para ovinos con niveles crecientes de *Tithonia diversifolia*. Disponible: <<http://www.dict.isch.edu.cu/.../agroforesteria%202007/data/posters/3lossistem>> [Consultado: 21/8/ 2009]
- Rosales, M. 1996. *In vitro* assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees. Tesis Dr. Department of Plant Sciences. Oxford University. Oxford, UK. 214 pp.
- SAS 1993. Statistical Analysis System. Statistical Analysis System Institute. Version 5.0. Cary, North Carolina. U.S.A.
- Savón, L. & Scull, I. 2002. Valor potencial de elementos fibrosos tropicales para especies monogástricos. II Congreso de Cunicultura de las Américas. La Habana. Cuba. p. 69
- Scull, I. 2004. Metodología para la determinación de taninos en forrajes de plantas tropicales con potencialidades de uso en la alimentación animal. Tesis de Maestría en Química Analítica. Facultad de Química. Universidad de La Habana. Cuba
- Stewart, J.L. & Dunsdon, A.J. 1998. Evaluación preliminar de la calidad potencial como forraje de un rango de especies

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 46, Número 1, 2012.

de Leucaena. Pasturas Tropicales. 20:3

Tun, M. 2004. Efecto de la edad de corte en la distancia de siembra en el rendimiento y calidad de *Tithonia diversifolia*.

Tesis de Maestría. Inst. Tecnológico Agropecuario N° 2. Conkal, Yucatán. México

Verdecia, D., Ramírez, J.L., Leonard, I., Álvarez, Y., Bazán, Y.,

Bodas, R., Andrés, S., Álvarez, J., Giráldez, F. & López, S. 2011. Calidad de la *Tithonia diversifolia* en una zona del valle del Cauto. Rev. Electrónica Vet. 12:5. Disponible: <[www.veterinaria.org/revista/redvet/n050511/051113.pdf](http://www.veterinaria.org/revista/redvet/n050511/051113.pdf)> [Consultado: 13/8/ 2011]

**Recibido: 4 de julio de 2011**