

## 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

G. Crespo, T. E. Ruiz y J. Álvarez

*Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*  
Correo electrónico: grespo@ica.co.cu

En un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas, se estudió el efecto de aplicar 3 dosis de abono verde de tithonia (0, 12 y 24 t/ha) en el establecimiento y la producción de biomasa del forraje *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 y en algunos indicadores del suelo ferrálico rojo en La Habana. En el primer corte de establecimiento no se encontró efecto de los tratamientos en la altura de las plantas. Sin embargo, el número de plántones/m<sup>2</sup> (2.4 – 2.5), el número de hijos/planta (10.4 – 10.6) y el rendimiento de MS/ha (16.2 – 18.6 t) se incrementó significativamente con los tratamientos de abono verde, sin diferencias significativas entre las dos dosis aplicadas. En el segundo corte (efecto residual), efectuado tres meses después del primero (febrero 2009), tampoco se encontró diferencia entre tratamientos para la altura de las plantas, pero los indicadores plántones/m<sup>2</sup>, hijos/planta y rendimiento de MS se incrementaron significativamente hasta la mayor dosis de aplicación del abono verde. Las dosis de abono verde redujeron significativamente ( $P < 0.01$ ) la densidad aparente del suelo (1.01, 0.79 y 0.68 g/cm<sup>3</sup> con las dosis de 0, 12 y 24 t/ha) e incrementaron los contenidos de MO (4.2%) y N-total (0.30%). Se recomienda el uso de *T. diversifolia* como abono verde para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la producción del forraje Cuba CT-169 en el suelo ferrálico rojo.

Palabras clave: *T. diversifolia*, abono verde, producción de forrajes, suelo.

*Tithonia diversifolia* (Helms.) g Ray es un arbusto de la familia Asterácea, originario de México y ampliamente distribuido en la actualidad en los trópicos húmedos y sub-húmedos de América Central y del Sur, Asia y África (Ramírez *et al.* 2005 y De Oliveira *et al.* 2007).

Aunque esta planta se recomienda para varios usos en la alimentación animal (Mahecha y Rosales 2005, Wambui *et al.* 2006 y Mahecha *et al.* (2007), numerosos autores le confieren alto valor como abono verde mejorador de la fertilidad de los suelos (Jama *et al.* 2000 y De Oliveira *et al.* 2007). En este sentido, Ríos (1998), Ramírez (2005) y Research Report (2000) resaltaron que la elevada producción de biomasa, su alto contenido de N, P y K y rápida capacidad de descomposición en el suelo, la hacen muy eficiente como abono verde.

Las primeras investigaciones conducidas con esta planta en Cuba indican que ella se desarrolla adecuadamente en las disímiles condiciones de suelo y clima del país (Ruiz *et al.* 2009) y se estudia el comportamiento de

numerosos ecotipos, balances productivos, composición de nutrientes, aceptabilidad animal y otros aspectos (Ruiz *et al.* 2009).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la aplicación de abono verde de esta planta en el establecimiento y producción de biomasa del forraje *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 y en algunas propiedades del suelo.

### Materiales y Métodos

*Características climáticas durante el período experimental.* Las características climáticas durante la etapa experimental (junio 2008 a febrero 2009) se muestran en la tabla 1.

*Suelo.* El suelo del área experimental pertenece al Ferralítico rojo lixiviado típico (Hernández *et al.* 1999).

*Diseño experimental.* En un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas se distribuyeron los siguientes tratamientos: A) Testigo absoluto, B) 12 t/ha de abono verde de tithonia, C) 24 t/ha de abono verde de

Tabla 1. Comportamiento climático durante el período experimental

Meses	Temperatura media, °C	Temperatura máxima, °C	Temperatura mínima, °C	Lluvia total, mm	Humedad relativa, %
Junio	25.7	30.7	22.5	224.0	74
Julio	25.4	31.7	20.5	107.8	81
Agosto	26.9	31.5	20.6	151.2	81
Septiembre	--	--	--	286.7	--
Octubre	23.4	29.6	20.3	144.4	76
Noviembre	21.9	26.7	17.0	71.8	84
Diciembre	21.2	26.4	15.9	35.1	80
Enero	18.8	24.9	15.0	12.0	70
Febrero	19.3	24.0	12.2	33.8	67

tithonia. *Características de las plantas utilizadas como abono verde.* Las plantas utilizadas como abono verde tenían seis semanas de edad, con altura de  $90 \pm 3$  cm, 10.5 % de MS,  $22.2 \pm 2.2$  % de PB,  $3.1 \pm 0.3$  % de P,  $22.1 \pm 1.8$  % de Ca y  $11.8 \pm 1.2$  % de Mg.

*Procedimiento.* El suelo se preparó a partir de marzo de 2008, con un pase de arado de tres discos, seguido por un cruce y un retrocruce con el mismo tipo de arado. Después se pasó una grada o rastra de 1 200 libras. Al inicio de la estación lluviosa (junio del 2008), se marcaron con estacas 12 parcelas de 5 X 4 m cada una, separadas entre sí a 2.0 m. Luego, se aplicaron las plantas de tithonia superficialmente sobre ellas, de acuerdo con los tratamientos. Las plantas procedían de un campo situado a 50 m del sitio experimental, con 42-48 d de rebrote. La tithonia aplicada se troceó con machete, en trozos de 25 cm de largo y se incorporó en el suelo con una grada de 1 200 libras, la cual se pasó también a las parcelas control.

Un mes después de la incorporación del abono verde se marcaron surcos de 25 cm de profundidad y 80 cm entre ellos. Seguidamente, se plantaron tallos de *Pennisetum purpureum* vc. CT-169, superponiendo la parte basal con la porción apical en cada surco. Las semillas plantadas se taparon con tierra y se dejó establecer el forraje durante cuatro meses.

El 15 de noviembre se realizó el primer corte, mientras que tres meses después, en pleno período de seca (15 de febrero 2009) se realizó el segundo corte, en el que se determinó el efecto residual de los tratamientos.

En cada corte se midió la altura de las plantas, el número de macollas/m<sup>2</sup>, el número de hijos/macolla y el rendimiento de MS. La altura se midió en cinco plantas por parcela, con una regla graduada de 3 m. El número de macollas se determinó mediante el conteo directo de las mismas en los tres surcos centrales de cada tratamiento, mientras que el número de

hijos/macolla se determinó en tres macollas al azar por parcela. El rendimiento se determinó mediante el corte total de cada parcela después de eliminar el efecto de borde.

El porcentaje de MS del forraje se determinó después de someter la muestra verde de cada tratamiento en una estufa graduada a 60° C durante 72 h. Cada muestra se dividió en hojas y tallos, lo cual permitió calcular también la relación hoja/tallo en base seca.

Al final del experimento se tomaron al azar tres cilindros de suelo (7.5 cm de diámetro x 10 cm de altura) por una de las diagonales de cada parcela, para determinar la densidad aparente del suelo. También a las muestras se les determinaron los contenidos de MO, N-total, P y K asimilables, Ca y Mg total.

Los datos se sometieron a análisis de varianza y se empleó la dócima de Duncan (1955) para determinar diferencias significativas en los casos necesarios.

### Resultados

En el primer corte de establecimiento no se encontró efecto de los tratamientos en la altura de las plantas. Sin embargo, el número de plantones/m<sup>2</sup>, el número de hijos/planta y el rendimiento de MS del CT-169 se incrementaron significativamente con los tratamientos de abono verde, sin diferencias significativas entre las dosis de aplicación (tabla 2).

En el segundo corte (efecto residual), efectuado tres meses después del primero (febrero 2009), tampoco se encontró diferencia entre tratamientos para la altura de las plantas. Sin embargo, los indicadores plantones/m<sup>2</sup>, hijos/planta y rendimiento de MS se incrementaron significativamente hasta la mayor dosis de aplicación del abono verde (tabla 3).

La aplicación del abono verde disminuyó la densidad aparente y aumentó los contenidos de MO y N-total del suelo, sin diferir entre las dosis aplicadas (tabla 4).

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

Dosis de abono verde, t/ha	Indicadores			
	Altura, cm	Plantones/m <sup>2</sup>	Hijos/planta	Rendimiento, tMS/ha
0	240.2	2.0 <sup>a</sup>	9.45 <sup>a</sup>	12.4 <sup>6a</sup>
12	243.5	2.4 <sup>b</sup>	10.65 <sup>b</sup>	18.62 <sup>bc</sup>
24	247.2	2.5 <sup>b</sup>	10.40 <sup>b</sup>	16.20 <sup>b</sup>
ES±	0.32	0.1**	0.30**	1.10***

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

\*\*P<0.01      \*\*\*P<0.001

Tabla 3. Efecto del abono verde de tithonia en indicadores del rendimiento de *Pennisetum purpureum* vc. CT-169 en el segundo corte (efecto residual)

Dosis de abono verde, t/ha	Indicadores			
	Altura, cm	Plantones/m <sup>2</sup>	Hijos/planta	Rendimiento, tMS/ha
0	231.0	1.15 <sup>a</sup>	16.1 <sup>a</sup>	9.20 <sup>a</sup>
12	215.8	1.30 <sup>b</sup>	23.5 <sup>b</sup>	10.70 <sup>b</sup>
24	215.6	1.44 <sup>c</sup>	29.7 <sup>c</sup>	12.50 <sup>c</sup>
ES±	0.4	0.03*	1.5***	1.20**

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

\*P<0.05      \*\*P<0.01      \*\*\*P<0.001

Tabla 4. Efecto del abono verde en la densidad y algunos indicadores químicos del suelo

Tratamientos	Indicadores						
	Densidad aparente, g/cm <sup>3</sup>	MO, %	N-total, %	P, ppm	K, ppm	Ca, %	Mg, %
0	1.01	3.5	0.20	9.2	45.8	0.9	0.12
12	0.79	3.7	0.24	8.9	47.6	1.1	0.14
24	0.68	4.2	0.30	9.4	50.5	1.0	0.14
ES±	0.06	0.1	0.09	1.2	3.2	0.3	0.04

### Discusión

El efecto del abono verde de *T. diversifolia* en el rendimiento de *P. purpureum* vc. CT-169 ha sido encontrado también en otros cultivos. Ikerra *et al.* (2006) señalaron que el rendimiento en granos de maíz se incrementó significativamente con la aplicación de 5 t/ha de este abono verde. Similar efecto se encontró en Asia con el cultivo de arroz (Jama *et al.*, 2000). En ambos casos, los autores asociaron el efecto beneficioso de este abono a los incrementos producidos por este en el pH y en el calcio intercambiable, así como a la disminución del aluminio intercambiable y a la capacidad de absorción del fósforo en el suelo.

Las plantas de tithonia utilizadas en este estudio contenían más de 3 % de N en base seca (más de 20 % de PB), lo que parece haber aportado suficiente cantidad de N en el suelo. Esto favoreció el crecimiento y el rendimiento del forraje de CT-169, lo que parece haber sucedido también con el aporte de P.

En Cuba, Martín (2009) encontró un efecto marcado del abonado verde de canavalia (*C. ensiformis*) en el rendimiento de granos de maíz (*Zea mays*) y lo atribuyó al alto contenido de N en esta planta. Similar resultado halló también Rivera (1999) en diversos cultivos, al igual que Baijukya, *et al.* (2006) en Tanzania. Estos autores indicaron que los mejores resultados de los abonos verdes se han obtenido cuando la siembra del cultivo que se va a beneficiar se realiza pocas semanas después de incorporar dichos abonos. Este procedimiento se siguió también en este estudio con *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169.

En nuestra investigación, el suelo donde se incorporó el abono verde no presentaba limitaciones importantes en el abastecimiento de nutrientes, ni en las propiedades agroquímicas desfavorables. No obstante, la dosis de 12 t/ha (aproximadamente 2.5 t/ha base seca) incorporaron cerca de 43 kg/ha de N, 10 kg/ha de P, 36 kg/ha de Ca y 20 kg/ha de Mg. Estos valores parecen haber sido los responsables del efecto favorable en el crecimiento del forraje. La disminución de la densidad del suelo y su aumento del contenido de MO y N-total parecen haber beneficiado también el comportamiento del forraje.

El efecto beneficioso de los abonos verdes en la mejora de las propiedades del suelo y en áreas de arrozales ha sido indicado por Muraoka *et al.* (2002) y Kumar *et al.* (2003). Estos autores lo atribuyeron,

principalmente, al efecto beneficioso de los abonos en el porcentaje de agregados estables al agua y al aumento del contenido de MO.

El efecto del abono verde se manifestó también en el segundo corte, a pesar de que en este período los valores de temperatura y precipitaciones fueron menores. Es posible que las mejoras que se encontraron en el suelo cuando se aplicó el abono verde hayan preparado al cultivo para hacer mayor utilización del agua y de los nutrientes.

Se concluye que las plantas de *T. diversifolia* pueden aplicarse como abonos verdes para incrementar el rendimiento de un campo forrajero de *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 y mejorar la fertilidad del suelo.

Se recomienda continuar estas investigaciones con otras plantas de interés para el consumo directo de la población, incorporando otros elementos para el manejo integral de la fertilidad de los suelos, como son la fertilización biológica y el uso de abonos orgánicos.

### Agradecimientos

Se agradece al Departamento de Bioestadística del Instituto de Ciencia Animal por la ayuda en la realización del análisis estadístico de los resultados.

### Referencias

- Baijukya, F. P., de Ridder, N. & Giller, K. E. 2006. Nitrogen release from decomposing residues of leguminous cover crops and their effect on maize yield on depleted soils of Bukoba District, Tanzania. *Plant and Soil*. 279:77
- De Oliveira, P. S., Gualberto, R., de Souza, Jr., Bracialli, C. D. & Costa, N. R. 2007. Produção e qualidade de *Tithonia diversifolia* (hems.) gray, em função de espaçamentos e estádios de desenvolvimento da planta, para uso potencial como adubo verde. *Unimar Ciencia* 16:67
- Hernández, A., Pérez Jiménez, J.M., Bosch, D., Rivero, L., Camacho, E., Ruiz, J., Jaimez, E., Marzán, P. 1999. Nueva Versión de Clasificación de los Suelos de Cuba. Inst. de Suelos, MINAGRI. Ciudad de La Habana. Cuba. 64 p.
- Ikerra, S., Semu, E. & Mrema, J. 2006. Combining *Tithonia diversifolia* and minjingu phosphate rock for improvement of P availability and maize grain yields on a chromic acrisol in Morogoro, Tanzania. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 76: 249
- Jama, B., Palm, C.A., Buresh, R. J., Niang, A., Gachengo, C., Nziguebh, G. & Amadalo, B. 2000. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya A review. *Agroforestry systems* 49: 201
- Kumar, U., Singh, G., Victor, U. S & Sharma, K. L. 2003.

- Green manuring: its effect on soil properties and crop growth under rice-wheat cropping system. *European J. Agronomy*. 19:225
- Mahecha, L. J., Escobar, P., Suárez, J. F. & Restrepo, L.F. 2007. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livestock Research for Rural Development* 19: 55
- 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 Research for Rural Development*. Volume 17, Artículo 100. Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/9/mahe17100.htm>
- Martín, G. M. 2009. Manejo de la inoculación micorrizica arbuscular, la *Canavalia ensiformis* y la fertilización nitrogenada en plantas de maíz (*Zea mays*) cultivadas sobre suelos Ferralíticos Rojos de La Habana. Tesis Dr. Universidad Agraria de La Habana. 100 pp.
- Muraoka, T., Ambrosano, E. J., Zapata, F., Bortoletto, N. & Martins, A.L.M. 2002. Eficiencia de abonos verdes (*crotalaria* y *mucuna*) y urea, aplicados solos o conjuntamente, como fuentes de N para el cultivo de arroz. *Terra* 20:17
- Ramírez, R. U. 2005. Efecto de la altura de corte, densidad de siembra y tipo de suelo en la producción de *Tithonia diversifolia*. En: XIX Reunión ALPA. Tampico, México, 2005. p. 38.
- Research Report, 022. 2000. Using *Tithonia* as an organic fertilizer. Mem. Sustainable Agriculture Centre for Research and Development in Africa, 10p.
- Ríos, C.I. 1998. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. Conferencia electrónica de la FAO-CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No. 14. Disponible: <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Rios14.htm>
- Rivera, R. 1999. Uso del isotopo 15N en los estudios suelo-planta-suministro de nutrientes. Curso de Técnicas Isotópicas en la relación Suelo-Planta. Maestría en Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba.
- Ruiz, T., Febles, G. & Achang, G. 2009. Efecto de la sección y el método de plantación del tallo en el establecimiento de *Tithonia diversifolia*. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.* 43:1
- 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. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18. Article No. 64. Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/5/abdu18064.htm>

**Recibido: 16 de febrero de 2010**