

## Efecto de la fertilización mineral, orgánica y órgano-mineral en la producción de caña de azúcar de segundo año<sup>1</sup>

### Effect of mineral, organic and organic-mineral fertilization in sugar cane production of second year

**María Olga Medina Giménez<sup>2</sup>, Diego Augusto Fatecha Fois<sup>3\*</sup> y Gustavo Adolfo Rolón Paredes<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Parte del trabajo de Tesis presentado a la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción (UNA). San Lorenzo, Paraguay.

<sup>2</sup> Egresado de la Carrera Ingeniería Agronómica, FCA.UNA. San Lorenzo, Paraguay.

<sup>3</sup> Ingeniero Agrónomo, (MSc.) Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial. FCA.UNA. San Lorenzo, Paraguay.

\*Autor para correspondencia (fatechadiego@hotmail.com).

Recibido: 15/02/2011; Aceptado: 20/04/2011.

#### RESUMEN

La fertilización orgánica u órgano mineral puede ayudar a mejorar la producción de caña de azúcar. Con el objetivo de evaluar la fertilización mineral, orgánica y órgano-mineral en caña de azúcar de segundo año y la residualidad de la fertilización de primer año, se estableció un experimento en Escobar, Paraguari. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar, con parcela subdividida, compuesta de nueve tratamientos y tres repeticiones, con 6 m de ancho y 8 m de largo, dividida en subparcelas para evaluar la fertilización de segundo año y la residualidad de la fertilización de primer año. Los tratamientos fueron: 20 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza; 30 t ha<sup>-1</sup> de estiércol vacuno; 30 t ha<sup>-1</sup> de cascarilla de coco, 120-120-120 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, 60-60-60 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O + 15 t ha<sup>-1</sup> de estiércol vacuno, 60-60-60 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O + 10 t ha<sup>-1</sup> de gallinaza; y 60-60-60 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O + 15 t ha<sup>-1</sup> de cascarilla de coco. La aplicación de fertilizantes orgánico y órgano-mineral aumentaron el rendimiento de la caña de azúcar, con diferencias significativas en relación al testigo. No hubo efecto residual significativo de la fertilización del primer año en el cultivo de la caña de azúcar.

**Palabras clave:** *Saccharum officinarum*, rendimiento, fertilizante orgánico y mineral.

#### ABSTRACT

The organic or organic-mineral fertilization may help to improve sugarcane production. In order to evaluate the mineral, organic and organic-mineral fertilization on sugarcane of second year and the residual effect of fertilization during the first year, an experiment was conducted in a sandy-textured soil on an Alfisol of the District of Escobar, Department of Paraguari. The experimental design was randomized complete block with nine treatments and three replications. Each plot was 6 meters wide and 8 meters long, it was divided into subplots to assess the residual fertilization of the first year and the fertilization of the second year. The treatments were: 20 t ha<sup>-1</sup> chicken manure compost, 30 t ha<sup>-1</sup> of cow manure compost, 30 t ha<sup>-1</sup> coconut husk, 120-120-120 kg ha<sup>-1</sup> of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O, 60-60-60 kg ha<sup>-1</sup> of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O + 15 t ha<sup>-1</sup> of cow manure compost, 60-60-60 kg ha<sup>-1</sup> of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O + 10 t ha<sup>-1</sup> chicken manure compost, 60-60-60 kg ha<sup>-1</sup> of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O + 15 t ha<sup>-1</sup> coconut husk. The application of organic fertilizers and mineral-organic fertilizers increased the yield of sugarcane, with significant differences in the control. There was not significant residual effect of fertilization during the first year.

**Key words:** *Saccharum officinarum*, production, fertilizer organic and mineral.

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es uno de los cultivos agrícolas más difundidos entre los pequeños y medianos productores, por las industrias azucareras y alcohólicas, encontrándose entre los rubros de mayor importancia económica para la mayoría de pequeños agricultores que componen el sector rural. La producción nacional se distribuye en 14 de los 17 departamentos del país, destacándose en producción y área de siembra la zona central de la región Oriental del país, constituidas por los Departamentos de Guairá, Caaguazú y Cordillera (MAG 2007).

El Paraguay presenta condiciones edafo-climáticas favorables para el cultivo, sin embargo la producción del rubro por unidad de superficie sigue siendo baja en comparación a otros países productores, debido a que la mayoría de los suelos cultivados con caña de azúcar presentan deficiencias en nutrientes. En la zafra 2009/2010, se sembraron 105000 ha<sup>-1</sup>, con una producción de 5241600 t y un rendimiento promedio de 50 t ha<sup>-1</sup> (MAG 2009).

Los fertilizantes se aplican al suelo para proporcionar nutrientes esenciales a las plantas y pueden clasificarse de acuerdo a su origen en orgánicos y químicos (Fitzpatrick 1996). Estos se han vuelto indispensables para la producción de la caña de azúcar debido a su capacidad de elevar el rendimiento del cultivo. El uso de los fertilizantes orgánicos no perjudica a la naturaleza, mejora las condiciones de la fertilidad del suelo, aumenta el rendimiento, favorece la salud del agricultor y de los consumidores (Paredes 1998).

Según Rieder (2009), la aplicación de fertilizantes orgánicos como la cascarilla de coco, estiércol vacuno y la gallinaza incrementaron el rendimiento de la caña de azúcar; siendo el estiércol vacuno el de mejor efecto, propiciando rendimientos de 119 t ha<sup>-1</sup>, 57 t ha<sup>-1</sup> más que el testigo. Asimismo Rolón y Samaniego (2003), encontraron mejores respuestas donde se utilizó estiércol vacuno (60 t ha<sup>-1</sup>) como alternativa al uso de fertilizantes minerales en el cultivo, alcanzando un rendimiento de 87 t ha<sup>-1</sup>. En el mismo experimento con aplicaciones de 60-60-60 y 120-120-120 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O de fertilización mineral respectivamente, se obtuvieron rendimientos de 53 y 69 T ha<sup>-1</sup> con relación al testigo que alcanzo 47 t ha<sup>-1</sup>. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización mineral, orgánica y órgano-mineral en la producción de la caña de azúcar de segundo año y la residualidad de la fertilización de primer año.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Departamento de Paragua

rí, Distrito de Escobar, el cual pertenece al tipo climático cfa (mesotérmico) de Köppen, presentando una temperatura media de 22°C y una precipitación media anual que oscila entre 1400 a 1600 mm año<sup>-1</sup>, con evapotranspiración potencial media anual de 1150 mm (Mendonca et al. 1995). El suelo pertenece al orden Alfisol, de textura arenosa de baja fertilidad.

Para observar el efecto de fertilizantes minerales, orgánicos y órgano-minerales sobre la producción de la caña de azúcar se implantaron los siguientes tratamientos (Tabla 1):

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos de la fertilización mineral, orgánica y órgano-mineral en caña de azúcar. Escobar, Paraguari. 2009-2010.

Tratamientos	Descripción
1	Testigo
2	Gallinaza (20 t ha <sup>-1</sup> ) + cal agrícola 1500 kg ha <sup>-1</sup> .
3	Estiércol vacuno (30 t ha <sup>-1</sup> ) + cal agrícola 1500 kg ha <sup>-1</sup> .
4	Cascarilla de coco (30 t ha <sup>-1</sup> ) + cal agrícola 1500 kg ha <sup>-1</sup> .
5	Químico (120-120-120 kg ha <sup>-1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; K <sub>2</sub> O) + cal agrícola 1500 kg ha <sup>-1</sup> .
6	Gallinaza (10 t ha <sup>-1</sup> ) + Químico (60-60-60 kg ha <sup>-1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; K <sub>2</sub> O) + cal agrícola 1500 kg ha <sup>-1</sup> .
7	Estiércol vacuno (15 t ha <sup>-1</sup> ) + Químico (60-60-60 kg ha <sup>-1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; K <sub>2</sub> O) + cal agrícola 1500 kg ha <sup>-1</sup> .
8	Cascarilla de coco (15 t ha <sup>-1</sup> ) + Químico (60-60-60 kg ha <sup>-1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; K <sub>2</sub> O) + cal agrícola 1500 kg ha <sup>-1</sup> .
9	Cal agrícola 1500 kg ha <sup>-1</sup> .

Las unidades experimentales midieron 6 m de ancho por 8 m de largo con distanciamiento entre hileras de 1,5 m, totalizando 48 m<sup>2</sup> cada unidad experimental y 1296 m<sup>2</sup> de superficie total.

El experimento se realizó sobre caña soca de primer año, instalado inicialmente en diciembre de 2007 y cosechado en julio de 2009 utilizándose la variedad RB 72-454.

En el primer año del cultivo de caña de azúcar fueron aplicados los tratamientos en toda la unidad experimental (Rieder, 2009). En el segundo año, se dividió la parcela, en dos subparcelas, midiendo cada uno 6 m de ancho por 4 m de largo, en la cual, sobre una de las mismas se volvieron a aplicar idénticos tratamientos, utilizados en el primer año del cultivo y en la otra mitad no se realizó ninguna aplicación, a fin de evaluar el efecto residual de la aplicación de fertilizantes del primer año.

Esta metodología se utilizó en todas las unidades experimentales, totalizando veintisiete.

Los fertilizantes químicos adicionados al suelo de acuerdo a los tratamientos tuvieron como fuente urea (45-0-0), fosfato diamónico (18-46-0) y cloruro de potasio (0-0-60). Los fertilizantes orgánicos utilizados fueron gallinaza, estiércol bovino y cascarilla de coco, cada tratamiento en su dosis correspondiente, también se utilizó cal agrícola, 1500 kg ha<sup>-1</sup> antes de implantar el experimento, a excepción de la parcela testigo (Rieder 2009). Considerando que el experimento ya fue instalado, este segundo año se demarcaron las sub-parcelas dentro de cada parcela. Los fertilizantes orgánicos se aplicaron de forma manual al voleo sin incorporación, los fertilizantes minerales en surcos al costado de la línea del cultivo en el momento del rebrote. La fertilización en cobertura se aplicó a los 90 días del mismo. La cal agrícola correspondiente al tratamiento nueve no fue aplicada en este segundo año del cultivo, ya que la misma se realizó antes de establecer el experimento.

La cosecha fue realizada en agosto de 2010, en donde se determinó el rendimiento en t ha<sup>-1</sup> de la caña de azúcar en donde fueron evaluadas en función a la fertilización de segundo año, así como al efecto residual de fertilización del primer año. Todos los datos recolectados se sometieron al análisis estadístico de varianza considerando 5% de error y la comparación de medias por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Tabla 2**, se presenta el rendimiento promedio de la caña de azúcar obtenida en función a la fertilización mineral, orgánica y órgano-mineral aplicado al cultivo, observándose diferencia significativa entre los tratamientos.

**Tabla 2.** Rendimiento promedio de la caña de azúcar bajo fertilización del segundo año. Escobar, Paraguarí. 2009-2010.

Tratamientos	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ) Fertilización segundo año
T <sub>1</sub> . Testigo	61,0 b *
T <sub>2</sub> . Gallinaza	111,6 a
T <sub>3</sub> . Estiércol vacuno	110,7 a
T <sub>4</sub> . Cascarilla de coco	79,7 ab
T <sub>5</sub> . Químico	89,0 ab
T <sub>6</sub> . Gallinaza + químico	99,6 ab
T <sub>7</sub> . Estiércol vacuno + químico	113,4 a
T <sub>8</sub> . Cascarilla de coco + químico	108,0 a

CV= 25,41%; \* = significativo según Anava 5%; según el test de Tukey.

El cultivo de la caña de azúcar obtuvo un aumento en su rendimiento en todos los tratamientos en donde fueron aplicados fertilizantes, con diferencias estadísticas significativas en los tratamientos con fertilización orgánica (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>) y órgano-mineral (T<sub>7</sub> y T<sub>8</sub>) en relación al testigo.

El tratamiento con cascarilla de coco (T<sub>4</sub>) fue el que presentó menor rendimiento con 79,7 t ha<sup>-1</sup>, probablemente debido a su lenta descomposición y consecuentemente la lenta liberación de nutrientes, por el alto contenido de lignina, celulosa y hemicelulosa que otorga al sustrato una gran durabilidad en el suelo, siendo de esta manera recomendable para cultivos de ciclo largo. Esta misma tendencia se observó en el experimento de Rieder (2009), quién, con el uso de estiércol vacuno y gallinaza, registró un aumento en el rendimiento de caña de azúcar, de 119 t ha<sup>-1</sup> y 103 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, siendo el estiércol vacuno el que presentó diferencia significativa en relación al fertilizante químico con valor de 42 t ha<sup>-1</sup>.

El fertilizante orgánico incrementa las condiciones de la fertilidad del suelo, aumentando el CIC, la disponibilidad de macro y micronutrientes, mejora la estructura, promoviendo una mayor aireación y crecimiento radicular, aumenta la capacidad de retención de agua y la actividad microbiana. Estas propiedades hacen que el rendimiento del cultivo aumente; por otra parte, la combinación del fertilizante orgánico con el fertilizante mineral hace posible que este último sea retenido en el suelo, encontrándose disponible para la planta, cuando ella lo requiera (Kiehl 1985).

Con relación al efecto residual de la fertilización del primer año en el cultivo de la caña de azúcar no fue observada diferencia significativa entre los tratamientos, según el análisis de varianza, como son presentados en la **Tabla 3**.

**Tabla 3.** Efecto residual de la fertilización del primer año en el cultivo de la caña de azúcar, Escobar, Paraguarí.

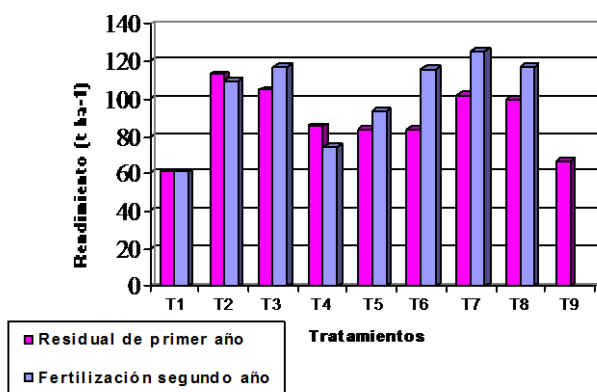
Tratamientos	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ) Fertilización primer año
T <sub>1</sub> . Testigo	61,0 ns
T <sub>2</sub> . Gallinaza	113,2
T <sub>3</sub> . Estiércol vacuno	104,7
T <sub>4</sub> . Cascarilla de coco	85,5
T <sub>5</sub> . Químico	84,3
T <sub>6</sub> . Gallinaza + químico	83,6
T <sub>7</sub> . Estiércol vacuno + químico	101,8
T <sub>8</sub> . Cascarilla de coco + químico	99,5
T <sub>9</sub> . Cal agrícola	66,6

CV= 20,87%; ns = no significativo según análisis de varianza al 5% de probabilidad de error.

El efecto de residual de fertilización en el primer año provocó un aumento en el rendimiento de la caña en todos los tratamientos en relación al testigo, en donde la fertilización con gallinaza, estiércol vacuno y estiércol vacuno + químico presentaron los valores más altos con rendimientos superiores a las 100 t ha<sup>-1</sup>. El menor rendimiento del cultivo se presentó en el tratamiento donde se aplicó cal agrícola, con 66,6 t ha<sup>-1</sup>, debido a que la cal no aporta los nutrientes necesarios para que el cultivo, más bien sirve para neutralizar la acidez del suelo

(Fatecha 1999) pudiéndose afirmar con esto que la aplicación solitaria de cal agrícola sin fertilización no logra una variación positiva en cuanto al rendimiento, cuando se compara con el testigo que tuvo  $61 \text{ t ha}^{-1}$ .

La **Figura 1** presenta un comparativo de rendimientos del cultivo entre la fertilización segundo año y la residualidad de primer año, sin diferencias significativas entre los tratamientos, aunque se puede observar una leve tendencia de aumento del rendimiento en la caña de azúcar de segundo año en la mayoría de los tratamientos evaluados.



**Figura 1.** Efecto de la fertilización mineral, orgánica y órgano-mineral de primer y segundo año sobre el rendimiento de la caña de azúcar. Escobar, Paraguari, 2009 - 2010.

## CONCLUSIONES

En las condiciones del presente experimento se pueden realizar las siguientes conclusiones: La fertilización orgánica (estiércol vacuno y gallinaza) y órgano-mineral (estiércol vacuno + químico y cascarilla de coco + químico) produce aumentos significativos en el rendimiento de la caña de azúcar en relación al testigo.

La utilización en este suelo sin fertilización no propicia un aumento en el rendimiento de la caña de azúcar. No se detecta efecto residual significativo de la fertilización orgánica, mineral y órgano-mineral de primer año en evolución de la caña de azúcar de segundo año.

## LITERATURA CITADA

- Fatecha, A. 1999. Guía para la fertilización de cultivos anuales e perennes de la región Oriental del Paraguay. Caacupé, PY: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Fitzpatrick, EA. 1996. Introducción a la ciencia de los suelos. México, MX: Trillas. 274 p.
- Kiehl, EJ. 1985. Fertilizantes Orgánicos. Sao Paulo, BR: Agronómica Ceres Ltda. 492 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). DGP (Dirección General de Planificación). 2009. Campaña agrícola 2009/2010. Asunción, PY. 7 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). DCEA (Dirección de Censo y Estadística Agropecuaria). 2007. Síntesis Estadística Producción Agropecuarias. Asunción, PY. 25 p.
- Mendonca, L; Fatecha, HH; Insfrán, O; Curiel, M; Burgos, S. 1995. Atlas ambiental de la región Oriental de Paraguay. San Lorenzo, PY: CIF/FCA/GTZ. Vol. 2. 33 p.
- Paredes, M. 1998. Técnicas básicas de agricultura. Programa de desarrollo sostenible. Asunción, PY: Alter Vida. 60 p.
- Rieder, N.A. 2009. Fertilización química, orgánica y órgano-mineral en la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis (Ing.Agr.). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.
- Rolón, G; Samaniego, L. 2003. Utilización del estiércol vacuno como alternativa al uso de fertilizantes inorgánicos en el cultivo de caña de azúcar. Una opción ambiental. Tesis (M.Sc.). Escuela de Pos Graduación Académica, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.