

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Fertilización nitrogenada, efecto sobre el rendimiento y ataque de *Diatraea saccharalis* Fab. en caña de azúcar

### Nitrogen fertilization, effect on cane yield and *Diatraea saccharalis*, Fab. attack on sugarcane

Diego Augusto Fatecha Fois<sup>1</sup>, Maria do Carmo Lana<sup>1</sup>, Jessica Caroline Coppo<sup>1</sup>, Cesar Kent Hoshiba<sup>1</sup>, Bruna Broti Rissato<sup>1</sup>, Osmar David Cañete Escobar<sup>2</sup>, Erix Rubén Fernandez Gonzalez<sup>2</sup>, Marcos Daniel Espínola Vallejos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estadual del Oeste de Paraná (UNIOESTE). Pernambuco 1777, Marechal Cândido Rondon, Brasil, CP 85960. E-mails: [fatechadiego@hotmail.com](mailto:fatechadiego@hotmail.com), [mariac.lana@hotmail.com](mailto:mariac.lana@hotmail.com), [coppojessica0@gmail.com](mailto:coppojessica0@gmail.com), [hoshibaken@yahoo.com](mailto:hoshibaken@yahoo.com), [brunarissato@hotmail.com](mailto:brunarissato@hotmail.com)

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción (UNA). Ruta 1, Km 10, San Lorenzo, Paraguay, CP 2160. E-mails: [osdacaes@hotmail.com](mailto:osdacaes@hotmail.com), [erix100@gmail.com](mailto:erix100@gmail.com), [made01@hotmail.com](mailto:made01@hotmail.com)

#### RESUMEN

La fertilización nitrogenada es fundamental para elevar los rendimientos de caña de azúcar en suelos deficientes en nitrógeno. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de nitrógeno en el rendimiento y en el ataque del borer en la caña de azúcar. El experimento se realizó en el Distrito de Escobar, Departamento de Paraguarí, Paraguay. Fueron conducidas tres zafas de caña de azúcar durante el periodo 2011-2013. Se utilizaron un delineamiento experimental de bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones, con aplicación anual de dosis crecientes de N (0, 30, 60, 90, 120, 150 y 180 kg ha<sup>-1</sup>). A los 360 días de cada ciclo del cultivo fue cosechada la caña de azúcar realizando las siguientes evaluaciones: altura industrial de plantas, número de entrenudos por planta, índice de intensidad de infestación, rendimiento. Fue determinada la dosis de máxima eficiencia técnica y de máxima eficiencia económica de N. Se realizó análisis estadísticos de variancia, comparación de medias y regresión. La fertilización nitrogenada no influyó en la altura de las plantas y el número de nudos, pero incrementó el rendimiento y el ataque del borer. Por cada kg ha<sup>-1</sup> de N se obtiene un aumento de 0,25 t ha<sup>-1</sup> de rendimiento y 0,27 % de índice de intensidad de infestación. La dosis de máxima eficiencia técnica fue 157,4 kg ha<sup>-1</sup> de N para rendimiento de 73,6 t ha<sup>-1</sup>, y la dosis de máxima eficiencia económica de 136,5 kg ha<sup>-1</sup> de N para 88,2 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** *Saccharum spp.* híbrido, fertilización nitrogenada, *Diatraea saccharalis* Fab, rendimiento de tallos

#### ABSTRACT

Nitrogen fertilization is essential to raise sugarcane yield in soils deficient in N. The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen application in production and borer attack on sugarcane. The experiment was conducted at Escobar District, State of Paraguarí, Paraguay. Three sugarcane growing seasons were evaluated during 2011-2013. The experimental design was randomized blocks with seven treatments and three repetitions, with annual application of increasing of nitrogen

(0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 kg ha<sup>-1</sup>). At 360 days of each crop cycle, harvest was performed with the following assessments: industrial plant height, number of internodes per plant, infestation intensity index and yield. The nitrogen rate of maximum technical efficiency and maximum economic efficiency was determined. Statistical analysis of variance, means comparison and regression were performed. Nitrogen fertilization did not affect plant height and number of internodes, but increased yield and borer attack. For every kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen applied 0.25 t ha<sup>-1</sup> of yield is added, and 0.27 % of infestation intensity index increase is obtained. The rate of maximum technical efficiency was 157,4 kg N ha<sup>-1</sup> for a yield of 73,6 t ha<sup>-1</sup>, and the rate of maximum economic efficiency was 136.5 kg N ha<sup>-1</sup> for a yield of 88,2 t ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Saccharum officinarum* L., nitrogen fertilization, *Diatraea saccharalis*, stalk yield

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es el quinto cultivo más producido en Paraguay, con área aproximada de 120 000 ha y rendimiento promedio de 50 t ha<sup>-1</sup>, plantado principalmente por pequeños y medianos agricultores. Es industrializada para la fabricación de azúcares, alcoholes, melazas, mieles y balanceados. Su bajo rendimiento en el país se debe a factores climáticos, escasa renovación de cultivares, predominio de suelos de baja fertilidad, acentuados por la poca utilización de insumos agrícolas, principalmente fertilizantes (IICA, 2014).

La fertilización debe ser considerada por el agricultor fundamental durante el proceso de producción, ayudando al cultivo a expresar su potencial de productividad y balance de nutrientes en el suelo, a través de un manejo eficiente y sustentable. El nitrógeno (N) es el elemento de mayor importancia en la producción de caña de azúcar (Ghiberto *et al.*, 2015), cuya absorción se da en forma de amonio (NH<sup>4+</sup>) y nitrato (NO<sup>3-</sup>), dependiendo de la temperatura y principalmente de la precipitación, por lo que puede perderse en el suelo con facilidad. El N es un nutriente escasamente disponible, sobre todo en suelos arenosos con baja materia orgánica (MO), pero es necesario para la planta en cantidades considerables, resultando un factor limitante que puede afectar el buen desarrollo del cultivo.

La aplicación de N produce una alta respuesta en la producción de caña de azúcar que se traduce en altos rendimientos (Mariano *et al.*, 2015). Para tal, debe ser adicionado en cantidades adecuadas, porque una deficiencia puede provocar desequilibrios en la planta, disminuyendo la concentración de sacarosa en el tallo; y un exceso puede hasta retrasar su proceso de maduración lo que afectaría en ambos casos su calidad industrial. Las cantidades de N recomendadas actualmente

para la caña de azúcar, en algunos casos resultan insatisfactorias, debido al constante avance de tecnologías que buscan altas productividades, por lo cual surge la necesidad de ir calibrando las dosis adecuadas que resulten económicamente viables y estén equilibradas con el ambiente.

El ciclo de crecimiento de la caña de azúcar, puede verse afectado por una diversidad de insectos, sobresaliendo el borer del género *Diatraea*, que ocasiona problemas fitosanitarios y grandes pérdidas económicas. Esta plaga se encuentra diseminada en la mayoría de los cañaverales de Paraguay, formando galerías en el tallo, acarreado hongos (Benítez, 1998). Una fertilización correcta y equilibrada es la base para un buen desarrollo de plantas sanas y resistentes a los potenciales patógenos que pueden atacarla. Un exceso de N soluble predispone a la planta al ataque de insectos, dado que aumenta su contenido en azúcares y partes tiernas, haciendo sus brotes más apetecibles. Por cada 1 % de aumento del índice de intensidad de infestación (III) puede producir pérdidas de 0,77 % en peso de tallos, 0,25 % en azúcar y 0,20 % de alcohol. Cuando el III es inferior a 5 % se denomina de “baja infestación”; de 6 a 10 % “infestación moderada”; de 11 a 15 % “infestación regular”; de 16 a 25 % “elevado” y mayor a 25 % “muy elevada” (Gallo *et al.*, 2002).

Considerando la existencia de un número aún escaso de trabajos en Paraguay sobre fertilización química en el cultivo, y por sobre todo su efecto en el ataque del borer, el objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y en el ataque del borer en la caña de azúcar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Distrito de Escobar, Departamento de Paraguari, Paraguay.

Fueron evaluados tres ciclos de caña de azúcar durante los años 2011, 2012 y 2013. El suelo predominante de la zona del experimento fue clasificado como orden Alfisol (López *et al.*, 1995), con características de textura areno franco en superficie, acumulación de arcilla en el horizonte subsuperficial y saturación de bases superior a 35 %. El lugar pertenece al tipo climático Cfa (mesotérmico) de Koeppen con temperatura media anual de 22 °C, precipitación media anual entre 1400 y 1600 mm, evapotranspiración potencial media anual de 1150 mm. El área experimental fue utilizada por muchos años por cultivos extensivos, sin aplicación de correctivos y fertilizantes. Antes de la instalación del ensayo, fue realizado análisis de suelo de la camada superficial de 0-0,20 m, de acuerdo a la metodología de Lana *et al.* (2016); presento  $\text{pH}_{\text{agua}} = 5,3$ ; Materia Orgánica =  $7,6 \text{ g kg}^{-1}$ ;  $\text{P} = 1,62 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{+2} = 0,42 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{+2} = 0,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+ = 0,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Al}^{+3} = 0,28 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

El delineamiento experimental utilizado fue de bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Las unidades experimentales midieron 6,0 m de ancho por 8,0 m de largo, constituidas por cuatro hileras, que alcanzaron  $48 \text{ m}^2$  en cada parcela y  $1152 \text{ m}^2$  de área total. La variedad utilizada fue la RB 72454 con 1,5 m de separación de hileras. En setiembre de 2011 se realizó la preparación del terreno por el sistema convencional (arada y rastreada), durante la misma se incorporaron  $1\ 500 \text{ kg ha}^{-1}$  de cal agrícola dolomítica dos meses antes de la plantación, de acuerdo a la recomendación del análisis de suelo. A su vez se aplicaron en cada año del experimento dosis crecientes de N consistentes en 0, 30, 60, 90, 120, 150 y  $180 \text{ kg ha}^{-1}$ , utilizando como fuente urea (45-0-0), distribuidas en el momento de plantación y en cobertura a los 90 días de ciclo. Asimismo anualmente se aplicaron  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , y  $80 \text{ kg ha}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$  respectivamente en todos los tratamientos, empleándose como fuentes el superfosfato triple (0-46-0) y cloruro de potasio (0-0-60), basados en el análisis de suelo. A los 360 días después de la plantación del primer, y del rebrote del segundo y tercer año se cosecharon  $18 \text{ m}^2$  de caña de azúcar en cada unidad experimental (UE).

Se utilizaron 15 cañas por UE para realizar las siguientes mediciones:

- altura industrial de plantas
- número de entrenudos por planta
- índice de intensidad de infestación
- rendimiento de tallos

Inicialmente se cortó la caña y se determinó la altura industrial de planta con una cinta métrica. A los mismos tallos se les registró además, el número de entrenudos por planta. Posteriormente, la caña fue pesada y determinado el rendimiento expresado en  $\text{t ha}^{-1}$ .

Finalmente, se determinó la incidencia de la fertilización nitrogenada sobre la infestación del borer de la caña de azúcar, mediante el Índice de Intensidad de Infestación (III). Para determinar el III de daño ocasionado por el barrenador de la caña, fueron utilizados los 15 tallos por cada UE (abiertos mediante cortes longitudinales) y en cada tallo se contó el número de entrenudos totales y los daños ocasionados por el insecto mediante la fórmula:  $\text{III} = (\text{Número de entrenudos dañados} / \text{Total de entrenudos}) \times 100$  establecida por Gómez (1990).

En el segundo y tercer año de producción, fueron aplicadas las mismas dosis de N en base a cada tratamiento establecido, fueron cosechadas y evaluadas siguiendo la misma metodología del primer año, generando promedios de cada variable, abarcando las tres zafas de cultivo.

Se determinó la dosis de máxima eficiencia técnica (DMET), adaptado de Cubilla (2005) calculados a partir de la ecuación 1 (ecuación cuadrática), donde se obtiene la primera derivada, e igualando a cero, resultando la ecuación 2; y la dosis de máxima eficiencia económica (DMEE) de N, utilizando la misma derivada de la ecuación, multiplicándose por el precio del producto (pp) y restando el precio del fertilizante (pf), resultando en la ecuación 3. El precio del fertilizante utilizado fue de  $0,89 \text{ U\$ kg}^{-1}$  de N, y el precio de la caña de azúcar de  $26,9 \text{ U\$ t}^{-1}$ . De esta forma, la relación pf/pp para caña de azúcar se fijó en 3,3.

$$y = a + bx + cx^2 \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dx} = 0 = b + 2cx \quad (2)$$

$$\frac{dy}{dx} = 0 = pp(b + 2cx) - pf \quad (3)$$

Los datos obtenidos en el experimento fueron sometidos a análisis por separado para cada año y de forma conjunta. Se realizaron comparaciones de medias entre tratamientos por el test de Tukey

considerando 5 % de probabilidad de error, y análisis de regresiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura industrial y el número de entrenudos de plantas no tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla). Sin embargo se observó un aumento en el rendimiento promedio considerando los tres años de caña de azúcar en todos los tratamientos con fertilización nitrogenada en donde el mayor valor obtenido fue 75,5 t ha<sup>-1</sup> con 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, estadísticamente significativo y 35 % superior al tratamiento control (testigo: 0 kg ha<sup>-1</sup> de N) (Figura 1).

De manera similar Martínez (2012) constató un aumento en el rendimiento de la caña de azúcar de 57,8 t ha<sup>-1</sup> a 148 t ha<sup>-1</sup> con dosis crecientes de N. Rodríguez *et al.* (2006) aplicando hasta 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, observaron que la curva de respuesta de producción siguió ascendente no alcanzando la estabilización. Por su parte Cabrera y Zuasnábar (2010) no encontraron respuesta en su primer ciclo, para posteriormente estabilizarse en el segundo y a partir del tercero en adelante siempre obtuvieron respuesta, con requerimientos distintos en cada zafra, disminuyendo con respecto a los ciclos precedentes.

El III promedio de los tres años presentó “elevada infestación” en el testigo, aumentando a “muy elevada infestación” (estadísticamente significativo) comparados con los demás tratamientos donde fueron suministradas dosis

crecientes de N (Figura 2). Espínola (2010) y Delgado (2010) tuvieron resultados similares aplicando 140 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O con III de 23 % y 34 % respectivamente. Silva (2011) al utilizar dosis crecientes de fósforo observó un aumento en el ataque del borer del tallo con cantidades superiores a 100 kg ha<sup>-1</sup>. Por su parte Rasche *et al.* (2014) y Rasche *et al.*, (2016) no encontraron efectos en el III del borer en la caña de azúcar aplicando dosis de nitrógeno y cal agrícola respectivamente.

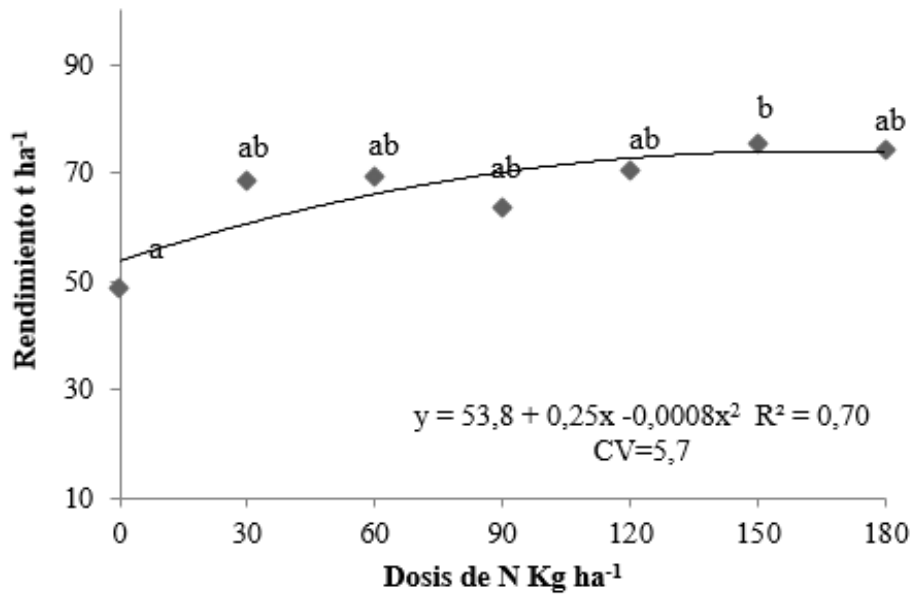
A partir de la ecuación cuadrática ajustada de las dosis de N y rendimiento de tallos (Figura 1) se obtuvieron, la dosis de máxima eficiencia técnica (DMET), que correspondió a 157,4 kg ha<sup>-1</sup> de N a un rendimiento estimado de 73,6 t ha<sup>-1</sup>, y la dosis de máxima eficiencia económica (DMEE) de 136,5 kg ha<sup>-1</sup> de N para una producción de 88,2 t ha<sup>-1</sup>, con la que se llega a un retorno económico deseable. Estos valores resultaron muy elevados cuando fueron comparados a los resultados encontrados por Fatecha (1999), donde en un estudio de calibración de N en caña de azúcar recomienda aplicar entre 60 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de N para una expectativa de rendimiento casi similar. Asimismo CQFS-RS/SC (2004) presenta dosis de 100, 70 y 50 kg ha<sup>-1</sup> de N para niveles de materia orgánica en el suelo de <2,5, 2,5 a 5,0 % y >5,0 % respectivamente, calibradas sobre suelos de la región sur de Brasil.

De la misma ecuación cuadrática se pudo estimar que por cada kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado se obtiene un aumento en 0,25 t ha<sup>-1</sup> de rendimiento, valor que puede considerarse relativamente bajo.

**Tabla.** Promedio de altura industrial de planta y número de nudos en caña de azúcar de tres años en función a dosis de N aplicado. Escobar, Paraguay, 2011-2013

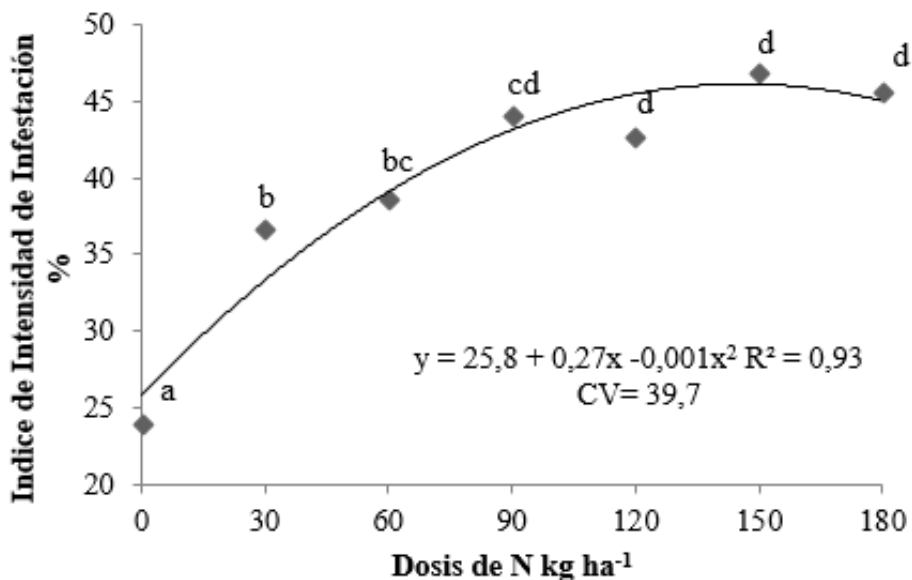
Dosis de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Altura industrial de plantas (m)	Número de entrenudos planta
0	2,10 <sup>1</sup> a <sup>ns</sup>	18,4 <sup>1</sup> a <sup>ns</sup>
30	2,30 a	19,1 a
60	2,19 a	19,2 a
90	2,11 a	19,0 a
120	2,22 a	19,3 a
150	2,29 a	19,3 a
180	2,31 a	19,3 a
C.V. (%)	0,30	0,55

1 Medias observadas; 2 seguidas por la misma letra, en la columna, y “ns” no difieren entre sí por el test de Tukey al 5 %



**Figura 1.** Promedio de respuesta de la caña de azúcar de tres años en función a diferentes dosis de Nitrógeno. Escobar, Paraguay, 2011-2013

Los promedios con letras diferentes difieren entre sí por el test de Tukey a  $p < 0,05$



**Figura 2.** Promedio de Índice de intensidad de infestación de *Diatrea sacharalis* en caña de azúcar de tres años en función a diferentes dosis de Nitrógeno. Escobar, Paraguay, 2011-2013

Los promedios con letras diferentes difieren entre sí por el test de Tukey a  $p < 0,05$

Las causas de la baja respuesta a la fertilización nitrogenada en este experimento pueden atribuirse en parte a las escasas precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo con cantidades inferiores a 150 mm por mes, que resultan insatisfactorias para el normal desarrollo y crecimiento de las plantas. El contenido de

materia orgánica ( $7,6 \text{ g kg}^{-1}$ ) es considerada muy baja, presentando escaso contenido coloidal y de arcilla, disminuyendo el poder de adherencia de los nutrientes al suelo, lo que puede afectar la disponibilidad de N.

La Figura 2 muestra el ajuste de la ecuación cuadrática del III en relación con la dosis de N,

mediante el cual se determinó que por cada kg ha<sup>-1</sup> de N suministrado al cultivo se obtuvo un aumento de 0,27 % de III en la caña de azúcar, con un R<sup>2</sup>= 0,93. Martínez (2012) verificó que al aumentar la dosis de N aplicada en la caña de azúcar, aumenta el índice de intensidad de infestación. Los ataques de *D. saccharalis* en la caña de azúcar fueron muy intensos debido a que fue fertilizado con N durante tres años consecutivos sin ningún tipo de control de plagas, lo que influyó en la muy alta proliferación del insecto.

## CONCLUSIONES

La fertilización nitrogenada incrementó el promedio del rendimiento de tallos y el ataque del borer en la caña de azúcar durante tres años consecutivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BENÍTEZ, D. 1998. Principales plagas de la caña de azúcar en el Paraguay: diagnóstico de la situación. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay. 16 p.
- CABRERA, J. A., R. ZUASNÁBAR. 2010. Respuesta de la caña de azúcar a la fertilización nitrogenada en un experimento de larga duración con 24 cosechas acumuladas. *Cultivos Tropicales*, 31 (1): 93-100.
- CQFS-RS/SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo). 2004. Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. 10<sup>ma</sup> Edición. Editorial Evangraf, Porto Alegre, Brasil. 400 p.
- CUBILLA, M. 2005. Calibração visando recomendação de fertilização fosfatada para as principais culturas de grãos sob sistema plantio direto no Paraguai. Tesis para optar al título de Master en Ciencia de Suelo. Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria: (Brasil) Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, 22 h.
- DELGADO, C. A. 2010. Efecto de la fertilización Potásica en el rendimiento de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), y sobre el ataque de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1974) (Lepidoptera: Crambidae), en un suelo de Escobar, Departamento de Paraguari. Tesis para optar al título de Ingeniero Agronomo. San Lorenzo (Paraguay): Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, 22 p.
- ESPÍNOLA, G. C. 2010. Fertilización fosfatada en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en un Alfisol de Escobar, Paraguari. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. San Lorenzo (Paraguay): Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, 36 p.
- FATECHA, A. 1999. Guía para la fertilización de cultivos anuales y perennes de la Región Oriental del Paraguay. Sociedad Paraguaya de Ciencia del Suelo, Primera edición. San Lorenzo, Paraguay. 50 p.
- GALLO, D., O. NAKANO, S. SILVEIRA NETO, R. CARVALHO, G. BATISTA. 2002. Manual de Entomología agrícola. 3 ed. Editora Agronômica Ceres, São Paulo, Brasil. 648 p.
- GHIBERTO, P.J., P.L. LIBARDI, P.C.O. TRIVELIN. 2015. Nutrient leaching in an Ultisol cultivated with sugarcane. *Agricultural Water Management* (Print), 148 (1): 141-149.
- GÓMEZ, L.A. 1990. Evaluación de la época crítica de ataque y de las pérdidas ocasionadas por *Diatraea saccharalis* bajo condiciones de infestación artificial. En: III Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar y I Congreso de la Asociación de técnicos de América Latina y el Caribe. Cali, 10-14 de Setiembre, 1990. Memorias, Técnica. p. 229-236.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2014. Evolución y Situación: Producción Caña de Azúcar en el Paraguay. En sitio web: <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-cana.htm/> Consultado el 22 de mayo de 2016.
- LANA, M.C., R. FEY, J.F. FRANDOLOSO, A. RICHART, S. FONTANIVA. 2016. Análise química de solo e tecido vegetal: práticas de laboratório. 2da. ed. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondón, 153 p.
- LÓPEZ, G.O., E. GONZÁLEZ, P. DE LLAMAS, A. MOLINAS, S. FRANCO, S. GARCÍA,

- E. RÍOS. 1995. Estudio de Reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. Proyecto de Racionalización del uso de la tierra SSERNMA/MAG/Banco Mundial. Asunción, Paraguay, 197 p.
- MARIANO, E., J.M. LEITE, M.X.V. MEGDA, L. TORRES-DORANTE, P.C.O. TRIVELIN. 2015. Influence of Nitrogen Form Supply on Soil Mineral Nitrogen Dynamics, Nitrogen Uptake, and Productivity of Sugarcane. *Agronomy Journal*, 107 (1): 641-650.
- MARTÍNEZ, G. 2012. Aplicación de dosis creciente de nitrógeno y su efecto sobre la producción de caña de azúcar y el ataque de *Diatraea saccharalis* F. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, 67 p.
- RASCHE, J. W., G.L. SCHAEFER, G. DRESHER, E.A. MULLER, C.C. CABRAL, V.A. GÓMEZ. 2014. Nitrogen application on two sugarcane varieties and their effect on sugarcane yield and borer attack. *Investigación Agraria*, 16 (1): 1-10.
- RASCHE, J.W., C.C. CABRAL, E.A. MULLER, G.L. DRESCHER, L. SOUZA DA SILVA. 2016. Fertilización fosfatada y encalado y su efecto sobre el desarrollo, productividad y ataque del barrenador en caña de azúcar. *Centro Agrícola*, 43 (1): 36-43.
- RODRÍGUEZ, I. P., C. OCHEVZE, A.C. VITTI, C.E. FARONI. 2006. Nitrógeno y azufre en la productividad de la caña de azúcar. In: VI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe, 12-15 Septiembre. ATALAC, Guayaquil, Ecuador. Pp. 199-205.
- SILVA, M.P.R. 2011. Efecto de la fertilización fosfatada sobre el rendimiento de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y el ataque de la broca del tallo (*Diatraea saccharalis*) (Fabr, 1974) Lepidoptera: Crambidae en un Alfisol de Escobar Paraguairí. Año II. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, 48 p.

---

Recibido el 29 de junio de 2016 y aceptado el 28 de septiembre de 2017