

## EFFECTOS DEL NITRÓGENO ORGÁNICO Y MINERAL SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Luis Zérega\* y Teófilo Hernández\*

### RESUMEN

Con el propósito de contribuir al conocimiento de los requerimientos de nitrógeno por el cultivo de la caña de azúcar, fueron evaluados los resultados de diferentes ensayos conducidos en localidades de la región centroccidental de Venezuela. Esto permitió determinar la relación entre los rendimientos del cultivo en relación con los contenidos de materia orgánica en el suelo y las dosis y fuentes de N aplicadas. Los resultados indicaron que en los suelos sin limitaciones con igual o más de 3,3 % de materia orgánica, el cultivo de la caña de azúcar aparentemente no requiere aplicaciones de nitrógeno en el ciclo plantilla. Cuando fueron evaluados diferentes fuentes de este nutrimento (úrea, sulfato de amonio, nitrato de amonio y fosfato de amonio) no hubo diferencias en crecimiento y productividad del cultivo.

**Palabras claves adicionales:** *Saccharum officinarum*, fuentes de nitrógeno, dosis de nitrógeno, materia orgánica.

### ABSTRACT

#### Effects of the organic and mineral nitrogen on the yield of sugar cane crop

In order to evaluate the nitrogen requirement in sugar cane crop, several trials were conducted at different localities of the center-western region of Venezuela. The relation between the yields of the crop and different contents of soil organic matter and different dose and sources of N was determined. The results indicated that in soil without limitations, with 3.3 % of organic matter, the sugar cane crop seems not to need application of N in the first years no differences in crop yield were found when varied sources of this nutrient (urea, ammonium sulfate, ammonium nitrate and ammonium phosphate) were applied.

**Additional key words:** *Saccharum officinarum*, nitrogen source, nitrogen dose, organic matter.

### INTRODUCCIÓN

El nitrógeno es uno de los constituyentes más importantes y complejos en la planta, formando parte de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, aminas, amidas, nucleoproteínas y clorofila. Su deficiencia produce clorosis, cepas de poco vigor y reducción drástica del rendimiento de la caña de azúcar (Domínguez, 1989; Quintero, 1997).

El nitrógeno es absorbido por la planta en las formas iónicas de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), provenientes de los fertilizantes o de la materia orgánica del suelo, siendo ambos metabolizados por la planta. La forma nítrica es la más importante, pero en su absorción hay gasto de energía y esto puede retrasar el crecimiento si su consumo ocurre en las etapas iniciales de desarrollo (Domínguez, 1989). Por ello, las

fuentes nítricas de fertilizantes son preferibles en el reabono, o en caso de abonamientos tardíos.

El mayor crecimiento vegetativo asociado con la fertilización nitrogenada puede generar reducción en el porcentaje de sacarosa, aunque el contenido de ésta en la materia seca generalmente no se altera y la cantidad total de azúcar por hectárea podría ser mayor al aumentar los rendimientos de campo. Por otra parte, las aplicaciones tardías del nutrimento pueden retrasar la maduración de la caña (Domínguez, 1989; Korndorfer, 1998).

En un diagnóstico del agua y suelos cultivados con caña de azúcar en la región centroccidental del país, Zérega et al. (1991) identificaron las limitantes más importantes que afectan el crecimiento y productividad del cultivo, y concluyeron que entre éstas se encuentra el uso irracional de los fertilizantes.

---

Recibido: Octubre 23, 1998

\* Investigador. FONAIAP, CIAE-Yaracuy. Estación local Yaritagua. Apdo. 09. Yaritagua, estado Yaracuy, Venezuela.

Los requerimientos y suplencia de nitrógeno al cultivo de la caña de azúcar dependen del ciclo, de la variedad, de los rendimientos esperados, del suelo, del clima y de la presencia de limitaciones como mal drenaje, compactación y salinidad, entre otras. Según Anderson (1997), la cantidad de nitrógeno removida para una producción de 100 toneladas de caña/ha (TCH) varía de 75 a 335 kg por hectárea.

Dado que del 85 al 95% del nitrógeno nativo del suelo proviene de la materia orgánica, los suelos tropicales generalmente presentan bajos contenidos de este elemento (Fassbender, 1975). El contenido de materia orgánica de los suelos cañameleros venezolanos oscila entre 2 y 3%, y en ellos el cultivo generalmente responde a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, particularmente en los ciclos de las cañas socas.

El fertilizante nitrogenado más utilizado en Venezuela es la urea, por su alta concentración en este nutrimento (46% N) y su mayor solubilidad. También se utilizan el sulfato de amonio y el fosfato de amonio. En los últimos años se ha utilizado el nitrato de calcio y nitrato de amonio.

Ante la necesidad de definir las necesidades de nitrógeno del cultivo y cómo suplirlas, este trabajo tiene como objetivo presentar los resultados de la investigación realizada al respecto por el FONAIAP – Yaracuy en los últimos años. Se evaluó la relación de los rendimientos de la caña de azúcar con el contenido de materia orgánica en el suelo y las diferentes dosis y fuentes del N aplicado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Hasta el año de 1993 se condujeron ensayos en siete localidades cuyos suelos poseen diferentes contenidos de materia orgánica. Las haciendas utilizadas fueron San Nicolás, Agua Viva, Malagana, Los Caños, San Rafael, Las Raíces y Agripaca, ubicadas en las localidades de Yaritagua (estado Yaracuy), Cabudare, Sarare, La Pastora y El Tocuyo (estado Lara), Acarigua y Guanare (estado Portuguesa), respectivamente. Para cada caso se aplicaron las siguientes cinco dosis de N: 0 (testigo absoluto), 73, 180, 287 y 360 kg/ha. Se empleó urea como fuente de N.

El ensayo constó de dos repeticiones en cada localidad y se condujo durante 3 años bajo el diseño de bloques al azar. Se utilizaron las variedades de caña PR61632, PR980 y B6749. De los resultados obtenidos se presentan los

rendimientos relativos de caña y pol % obtenidos en el ciclo plantilla con respecto al contenido de materia orgánica del suelo experimental y las cinco dosis de N evaluadas.

Posteriormente, se efectuaron dos ensayos en bloques al azar con 4 repeticiones en la hacienda San Nicolás (municipio Peña, estado Yaracuy) para evaluar diferentes fuentes de fertilización nitrogenada en dosis fijas de 180 kg/ha del nutrimento. El suelo es un Fluvaquentic Ustropepts, franco, mixto, isohipertérmico, de reacción moderadamente alcalina y baja fertilidad. El primer ensayo se condujo por 4 años, entre 1991 y 1995, con la variedad de caña de azúcar PR61632, utilizando las siguientes fuentes de N: urea, sulfato de amonio, combinación de fosfato diamónico y urea, además de un testigo absoluto. Se usaron dosis fijas de 150 y 225 kg/ha de  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , respectivamente. El segundo ensayo se condujo por dos años, entre 1995 y 1997, donde se comparó el efecto de la urea y el del nitrato de amonio. La respuesta del cultivo se evaluó en base a la altura de la planta y el número de tallos por metro lineal a los 7 meses de edad, así como el contenido de N foliar a los 4 meses (ambos en el ciclo de plantilla). La productividad se determinó para los ciclos de plantilla y primera soca.

Asimismo, se pesaron todos los tallos cortados en los tres hilos centrales de cada parcela para el cálculo del TCH.

Finalmente, se realizó un análisis de varianza para la productividad obtenida en cada ensayo y una comparación de medias a través de la prueba de Tuckey.

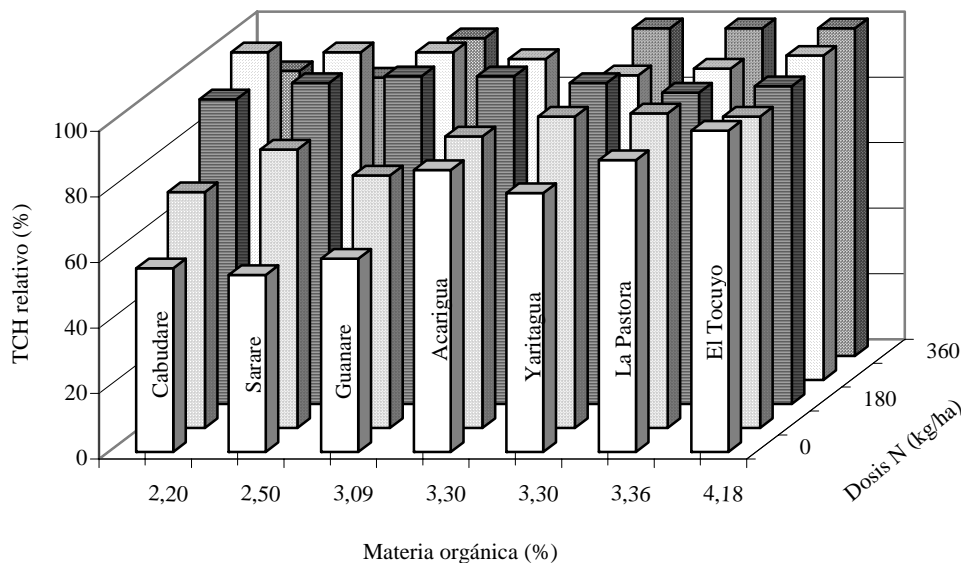
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Materia orgánica y dosis de nitrógeno.

En el ensayo realizado en las diferentes localidades de los estados Lara, Portuguesa y Yaracuy se encontró una asociación del TCH con el contenido de materia orgánica del suelo y las dosis de nitrógeno aplicadas (Figura 1). A medida que se incrementó el contenido de materia orgánica en el suelo la respuesta del cultivo a las aplicaciones de este nutrimento fue disminuyendo hasta prácticamente desaparecer. Esto último ocurrió cuando el suelo presentó valores de materia orgánica iguales o superiores al 3,3 % en las localidades de Acarigua, Yaritagua, La Pastora y El Tocuyo, donde no se registraron diferencias

estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) en TCH para los diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada. Sin embargo, en aquellas localidades donde el contenido de materia orgánica del suelo fue inferior al valor antes citado sí se registraron diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) entre el testigo

absoluto y los otros tratamientos, con la excepción de la localidad de Cabudare. En cuanto al pol % en caña, no se observó mayor influencia de dichos factores (Figura 2), no registrándose diferencias estadísticas entre los tratamientos de nitrógeno evaluados.



**Figura 1.** Producción relativa de caña de azúcar cultivada en suelos con diferentes contenidos de materia orgánica y cinco dosis de nitrógeno en el ciclo plantilla. TCH = toneladas de caña por hectárea

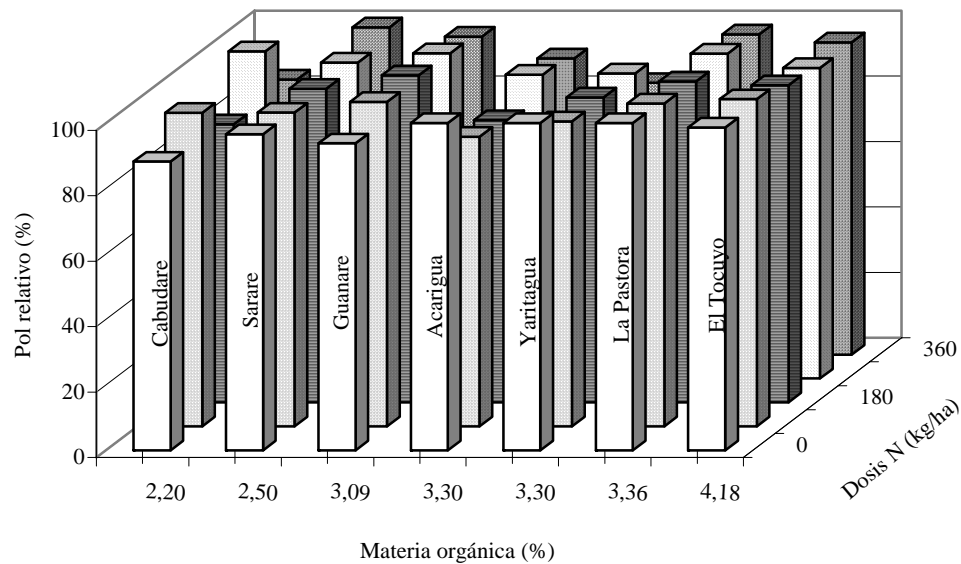
En este sentido, Quintero (1997) obtuvo en una serie de experimentos conducidos en el valle del Cauca en Colombia, que las respuestas de este cultivo a las aplicaciones de N están muy asociadas (además de la textura, profundidad y drenaje) al contenido de materia orgánica del suelo.

### Fuentes de nitrógeno.

En el primer ensayo no se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos para las

variables de productividad, excepto en el TCH del testigo absoluto en los dos primeros ciclos de cultivo, el cual siempre presentó los menores valores. El pol % en caña no fue afectado por ninguno de los tratamientos (Cuadro 1). Esto parece indicar que la respuesta del cultivo ante las aplicaciones de N es independiente de la fuente del nutrimento utilizada.

Los bajos valores de TCM observados en la segunda soca fueron atribuidos a problemas ocurridos con el riego del cultivo en ese ciclo.



**Figura 2.** Pol % relativo en caña de azúcar cultivada en suelos con diferentes contenidos de materia orgánica y cinco dosis de nitrógeno en el ciclo plantilla

En el segundo ensayo, donde se comparó la úrea contra el nitrato de amonio durante dos ciclos del cultivo, tampoco se registraron diferencias estadísticas entre las variables de crecimiento y productividad, así como en el contenido de N foliar (Cuadro 2).

De acuerdo a Domínguez (1989) no deberían

existir diferencias en la respuesta de la mayoría de cultivos, ante las diferentes fuentes de fertilizantes nitrogenados, a menos que éstas no se manejen adecuadamente. Esto ya ha sido observado en el cultivo de la caña de azúcar por diversos investigadores (Zérega, 1993; Sulroca, 1995; Anderson y Muchovej, 1998).

**Cuadro 1.** Efectos de diferentes fuentes de nitrógeno sobre la productividad de la caña de azúcar durante cuatro cosechas.

Tratamientos	TCH				Pol % caña			
	P	S1	S2	S3	P	S1	S2	S3
Urea	149a	111a	68ab	118a	13,4a	16,2a	14,3a	14,4a
Sulfato de amonio	152a	109a	68ab	108a	13,2a	15,8a	14,7a	14,2a
FDA + Urea	151a	110a	81a	118a	14,2a	16,0a	13,5a	14,1a
Testigo Absoluto	126b	94b	53b	101a	13,1a	16,1a	13,6a	14,6a
C.V. (%)	8,3	6,1	19,3	13,9	6,5	4,6	7,6	7,7

P: Plantilla. S1: Soca 1. S2: Soca 2. S3: Soca 3.

Medias con letras distintas difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).

**Cuadro 2.** Efectos de la úrea y el nitrato de amonio sobre algunos componentes del rendimiento de campo, nitrógeno foliar y productividad en dos ciclos del cultivo

Fuente	Altura (m)	N° tallos por metro	% N foliar	TCH		Pol %	
				P	S1	P	S1
Urea	2,41a	16a	2,29a	121a	63a	15,28a	14,95a
Nitrato de Amonio	2,35a	17a	2,30a	116a	66a	15,38a	14,89a

P: Plantilla. S1: Soca 1.

Medias con letras distintas difieren estadísticamente entre sí ( $p \leq 0,05$ ).

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. La productividad del cultivo de caña azúcar no se afectó al aplicar diferentes dosis de nitrógeno en suelos con 3,3% o más de materia orgánica. Por ello, en suelos sin limitaciones para la mineralización del nitrógeno y contenidos de materia orgánica como los señalados, no se debería aplicar este nutrimento en el ciclo plantilla.
2. Considerando que no se encontraron diferencias en la respuesta del cultivo ante las diferentes fuentes tradicionales de nitrógeno en el país, se debería utilizar preferentemente la úrea por su alto contenido de este nutrimento y, por consiguiente, ser la más económica.

### **LITERATURA CITADA**

1. Anderson, D. L. 1997. Requerimientos de nitrógeno y la planta de caña de azúcar Serie N° 3. Sugar Journal 6 (1): 6 - 7.
2. Anderson, D. L. y R. M. Muchovej. 1998. El nitrato de amonio Serie N° 12. Sugar Journal 60 (11): 14 - 15.
3. Domínguez, V. A. 1989. Tratado de Fertilización. 2da. Edición Mundi Prensa. Madrid.
4. Fassbender, H. W. 1975. Química de los Suelos con Énfasis en Suelos de América Latina. IICA. Series Libros y Materiales Educativos N° 24. San José, Costa Rica.
5. Korndofer, G. 1998. Importancia de la fertilización en la calidad de la caña de azúcar. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas 31. pp. 10 - 13.
6. Quintero D. R. 1997. Fertilización nitrogenada en caña de azúcar. Cenicaña. Serie Técnica N° 21. 15p.
7. Sulroca D. F. 1995. El ABC de los fertilizantes y su manejo en la caña de azúcar. Revista Cañaveral 1(2): 6 - 13.
8. Zérega M., L. O., T. Hernández y J. Valladares. 1991. Caracterización de suelos y aguas afectadas por sales en zonas cañameleras de Azucarera Río Turbio. Revista Caña de Azúcar 9 (1) : 5 -52.
9. Zérega M., L. 1993. Influencia de la fertilización química en la salinización del suelo y en los rendimientos del cultivo de la caña de azúcar I. A corto plazo. Revista Caña de Azúcar 11 (1) : 3 - 44.