EEAOC RIAT
Revista Industrial y Agrícola de Tucumán

ISSN 0370-5404

En línea 1851-3018

Tomo 104 (1): 13-15; 2027

EEAOC
ESTACION EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

Av. William Cross 3150
T4101XAC - Las Talitas.
Tucumán, Argentina.

Trabajo ya publicado

Trabajo presentado en la XXIV Reunión Técnica Nacional de la Sociedad Argentina de Técnicos de la Caña de Azúcar (SATCA), 19 y 20 de marzo de 2026, Tucumán, Argentina.

Fecha de recepción: 21/10/2026

Fecha de aceptación: 28/10/2026

Estrategias de fertilización nitrogenada con nanofertilizantes en caña de azúcar

M. Fernanda Leggio Neme, Luis G. Alonso, Pablo E. Fernández González y M. Javier Tonatto

Subprograma Agronomía. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Email: fleggio@eeaoc.org.ar

RESUMEN

La fertilización nitrogenada es una práctica clave para alcanzar altos rendimientos en caña de azúcar, por lo que resulta importante evaluar estrategias que permitan optimizar su manejo. Se evaluó la respuesta productiva de la caña de azúcar a cuatro estrategias de fertilización nitrogenada en ensayos a campo realizados en Tucumán durante las campañas 2021, 2022 y 2023. Se comparó un testigo sin fertilización nitrogenada, un nanofertilizante nitrogenado foliar, una combinación de urea y nanofertilizante, y una dosis mayor de urea. Se utilizó la variedad LCP 85-384 y un diseño en bloques completos al azar en cada campaña. El rendimiento cultural se estimó al final del ciclo y se analizaron conjuntamente los ensayos mediante un modelo lineal mixto. Los tratamientos con fertilización nitrogenada presentaron mayores rendimientos que el testigo en las condiciones evaluadas. La combinación de una dosis intermedia de urea con el producto foliar alcanzó un rendimiento próximo al obtenido con la dosis mayor de urea. Estos resultados sugieren que la fertilización foliar puede evaluarse como complemento de la fertilización nitrogenada convencional.

Palabras clave: urea, fertilización foliar, rendimiento cultural.

ABSTRACT

Nitrogen fertilization strategies with nanofertilizers in sugarcane

The yield response of sugarcane to four nitrogen fertilization strategies was evaluated in field trials conducted in Tucumán, Argentina, during the 2021, 2022, and 2023 growing seasons. The treatments were an unfertilized control, a foliar nitrogen nanofertilizer, a combination of urea and the foliar product, and a higher urea rate. The LCP 85-384 variety was used, with a randomized complete block design in each season. Cane yield was estimated at the end of the crop cycle, and the trials were analyzed jointly using a linear mixed model. Under the evaluated conditions, nitrogen-fertilized treatments yielded more than the unfertilized control. The combination of an intermediate urea rate and the foliar product achieved a yield close to that obtained with the higher urea rate. These results suggest that foliar fertilization may be evaluated as a complement to conventional nitrogen fertilization.

Key words: urea, foliar fertilization, cane yield.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es un cultivo de gran importancia económica y social en la provincia de Tucumán, donde constituye la base de la actividad agroindustrial azucarera. La sustentabilidad de este sistema productivo depende, en gran medida, de la aplicación de prácticas de manejo que permitan mantener y/o mejorar el rendimiento de los cañaverales y utilizar los insumos de manera más eficiente a lo largo de las campañas (Romero *et al.*, 2009).

La fertilización nitrogenada es una de las herramientas más importantes para obtener altos rendimientos en caña de azúcar. El nitrógeno (N) forma parte de numerosos compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y desarrollo del cultivo, por lo que su deficiencia afecta significativamente la producción. Sin embargo, la eficiencia de uso del N aplicado suele ser baja debido a pérdidas por volatilización, desnitrificación y lixiviación, así como por la variabilidad ambiental entre campañas. Esto plantea la necesidad de optimizar las estrategias de fertilización nitrogenada en las regiones cañeras (Cantarella *et al.*, 2008; Mariano *et al.*, 2012).

En los últimos años se han evaluado distintas alternativas a la fertilización tradicional con urea, con el objetivo de mejorar la eficiencia de uso del N, reducir las pérdidas y optimizar los costos y la operatividad de las aplicaciones. Entre ellas se encuentran las formulaciones basadas en nanotecnología, conocidas como nanofertilizantes, propuestas como herramientas complementarias para mejorar la eficiencia de uso del nutriente, más que para sustituir las fuentes convencionales. Estas formulaciones están diseñadas para favorecer la disponibilidad y absorción de nutrientes por parte de las plantas y podrían contribuir a mejorar la eficiencia de la fertilización nitrogenada (Nongbet *et al.*, 2022; Yadav *et al.*, 2023).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta productiva de la caña de azúcar a distintas estrategias de fertilización nitrogenada, incluida la aplicación de un nanofertilizante nitrogenado foliar, mediante ensayos a campo realizados durante tres campañas en la provincia de Tucumán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante las campañas 2021, 2022 y 2023 se realizaron tres ensayos a campo, uno por campaña. En 2021, el ensayo se ubicó en Banda del Río Salí, sobre un cañaveral en quinta soca. En las campañas 2022 y 2023, los ensayos se realizaron en Los Quemados, Leales, sobre cañaverales en segunda y tercera soca, respectivamente. La variedad evaluada fue LCP 85-384.

En todos los casos se utilizó un diseño en bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones en 2021 y tres en 2022 y 2023. Cada unidad experimental estuvo constituida por una parcela de seis surcos de caña de azúcar, distanciados a 1,60 m y de 25 m de longitud.
Se evaluaron los siguientes tratamientos:

- **T1:** Testigo, sin aplicación de fertilizante nitrogenado.
- **T2:** Nanofertilizante vía foliar, 10 L/ha.
- **T3:** Urea 125 kg/ha (57,5 kg N/ha), más nanofertilizante foliar, 5 L/ha.
- **T4:** Urea 250 kg/ha (115 kg N/ha).

El nanofertilizante evaluado fue un fertilizante foliar nitrogenado formulado bajo principios de nanotecnología que, según información del fabricante, aporta aproximadamente 14,5% de nitrógeno, además de nutrientes secundarios.

La fertilización se realizó entre noviembre y diciembre, período considerado adecuado para la fertilización nitrogenada del cultivo de caña de azúcar en la provincia de Tucumán. Se utilizó urea granulada (46-0-0) en los tratamientos T3 y T4, aplicada con un equipo fertilizador-cultivador para abonos sólidos de dos surcos. El fertilizante se colocó a ambos lados del surco y se incorporó al suelo.

El nanofertilizante se aplicó con una mochila pulverizadora manual, con un volumen de aplicación de 100 L/ha. En T2, la dosis total de 10 L/ha se fraccionó en dos aplicaciones de 5 L/ha, separadas por 15 días. En T3 se realizó una única aplicación de 5 L/ha, entre 15 y 20 días después de la fertilización con urea. Las aplicaciones se realizaron luego de precipitaciones de 20–30 mm, a fin de favorecer las condiciones adecuadas para la aplicación foliar.

El manejo cultural del cañaveral se realizó de forma convencional, procurando mantener condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo.

Al final del ciclo se estimó el rendimiento cultural de caña (t de caña/ha). Los datos se analizaron mediante un análisis combinado de las tres campañas, utilizando un modelo lineal mixto. Los tratamientos de fertilización se consideraron como efecto fijo, mientras que las campañas y los bloques anidados dentro de cada campaña se consideraron como efectos aleatorios, para contemplar la variabilidad interanual y espacial. Las comparaciones entre medias se realizaron mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5%. El análisis estadístico se realizó con el software R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis combinado de las tres campañas indicó un efecto significativo de los tratamientos de fertilización sobre el rendimiento de caña de azúcar (Figura 1). T1 presentó el menor rendimiento promedio, mientras que T2 mostró un incremento respecto de T1, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. T3 y T4 presentaron rendimientos superiores a T1. A su vez, T4 superó a T1 y T2, pero no se diferenció estadísticamente de T3.

Desde una perspectiva agronómica, los resultados destacan la importancia de la fertilización nitrogenada para el rendimiento del cultivo en los ambientes evaluados. La respuesta de T2, si bien fue positiva en términos de rendimiento promedio, no presentó diferencias estadísticamente significativas respecto del testigo, por lo que no se pudo confirmar un efecto del nanofertilizante aplicado individualmente sobre el rendimiento de caña.

El comportamiento de T3 sugiere que la aplicación foliar del nanofertilizante podría considerarse una alternativa complementaria dentro de las estrategias de fertilización nitrogenada. En este tratamiento, el rendimiento

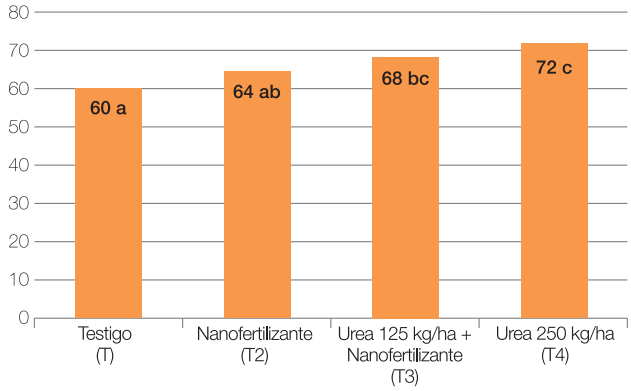

Figura 1. Rendimiento cultural de caña de azúcar (t/ha) para los tratamientos de fertilización evaluados. Medias ajustadas del análisis combinado de las tres campañas.

promedio fue superior al del testigo y no presentó diferencias significativas respecto de T4, que recibió una dosis mayor de urea.

Los nanofertilizantes se estudian como herramientas complementarias para mejorar el manejo y la eficiencia de uso de los nutrientes, aunque su respuesta depende de la formulación y de las condiciones de aplicación (Nongbet *et al.*, 2022; Yadav *et al.*, 2023). En este contexto, los resultados obtenidos son alentadores, ya que el tratamiento que combinó una dosis intermedia de urea con el nanofertilizante alcanzó un rendimiento que no se diferenció estadísticamente del obtenido con la dosis más alta de urea.

CONCLUSIONES

En los tres ensayos realizados en Tucumán, los tratamientos que incluyeron fertilización nitrogenada con urea presentaron rendimientos superiores al testigo sin fertilización. El nanofertilizante aplicado solo mostró un incremento numérico respecto del testigo, mientras que su combinación con una dosis intermedia de urea alcanzó un rendimiento próximo al obtenido con la dosis mayor de urea, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos.

Estos resultados son alentadores y sugieren que el nanofertilizante foliar podría ser una alternativa complementaria dentro de las estrategias de manejo nitrogenado en caña de azúcar. Sin embargo, se requieren nuevas evaluaciones para confirmar su contribución y establecer el alcance de su utilización como complemento de la fertilización mineral.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Cantarella, H.; Ocheuze Trivelin, P. C.; Michelucci Contin, T. L. 2008. Ammonia volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. Scientia Agricola 65: 397–401.

Mariano, E.; Trivelin, P. C. O.; Vieira, M. X.; Leite, J. M.; Otto, R. y Franco, H. C. J. 2012. Ammonia losses estimated by an open collector from urea applied to sugarcane straw. Revista Brasileira de Ciência do Solo 36: 411–419.

Nongbet, A.; Mishra, A. K.; Mohanta, Y. K.; Mahanta, S.; Ray, M. K.; Khan, M.; Baek, K.-H. y Chakrabartty, I. 2022. Nanofertilizers: A smart and sustainable attribute to modern agriculture. Plants 11(19): 2587. https://doi.org/10.3390/plants11192587.

Romero, E.; Digonzelli, P. y Scandaliaris, J. 2009. Manual del Cañero. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Las Talitas, Argentina.

Yadav, A.; Yadav, K. y Abd-Elsalam, K. A. 2023. Nanofertilizers: Types, Delivery and Advantages in Agricultural Sustainability. Agrochemicals 2(2): 296–336. https://doi.org/10.3390/agrochemicals2020019.