

## Efecto de dosis de nitrógeno sobre peso de racimo de banano y variables de crecimiento: Hacia uso eficiente del Nitrógeno

Jaime Torres Bazurto<sup>1\*</sup>, Danilo Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia; <sup>2</sup>Gerente Regional de Agronomía Yara Colombia.

**\*Autor de**

**Correspondencia:**

Jaime Torres Bazurto  
jtorresb@unal.edu.co

**Contribución:**

Tecnológica

**Sección:**

Manejo de Suelos y  
Nutrición

**Recibido:**

15 Diciembre, 2023

**Aceptado:**

15 Enero, 2024

**Publicado:**

16 Abril, 2024

**Cita:**

Torres BJ y Sánchez D.  
2024. Efecto de dosis de  
nitrógeno sobre peso de  
racimo de banano y  
variables de crecimiento:  
Hacia uso eficiente del  
Nitrógeno. *Acorbat Revista  
de Tecnología y Ciencia*  
1(1):10  
[https://doi.org/10.62498/AR  
TC.2410](https://doi.org/10.62498/AR<br/>TC.2410)

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la respuesta del peso del racimo, de variables de crecimiento y la eficiencia agronómica del uso del nitrógeno, bajo diferentes dosis de este nutriente. Se empleó un DBCA, con cinco tratamientos (testigo absoluto, 0, 161, 321,8 y 483 kg ha<sup>-1</sup> de N) y cuatro repeticiones. Se evaluó el peso del racimo (kg), altura (m) y circunferencia del pseudotallo a la emergencia del racimo (m). Se calculó el incremento marginal del peso, el que aumentó significativamente hasta los 322 kg de Nitrógeno, con la misma tendencia para la ganancia de peso del racimo, altura y circunferencia del pseudotallo, dosis superiores mostraron incrementos no significativos.

**Palabras Clave:** Uso Eficiente del Nitrógeno (EUN), Fertilización nitrogenada, Fisiología vegetal, Nutrición.

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the response of the weight of the bunch, growth variables and the agronomic efficiency of nitrogen use under different doses of this nutrient. A DRCB was used, with five treatments (absolute control, 0, 161, 321.8 and 483 kg ha<sup>-1</sup> of N) and four replications. Cluster weight (kg), height (m) and pseudostem circumference at cluster emergence (m) were evaluated. The marginal increase in weight was calculated, which increased significantly to 322 kg of nitrogen, with the same trend for the weight gain of the bunch, height and circumference of the pseudostem, higher doses showed non-significant increases.

**Keywords:** Nitrogen use efficiency (NUE), nitrogen fertilization, Plant physiology, Nutrition.



## INTRODUCCIÓN

En los sistemas productivos de banano, se tienen como objetivos mejorar los rendimientos y mantener costos razonables, sin embargo, la variabilidad climática los ha impactado negativamente con una reducción de los rendimientos, al mismo tiempo que el sector agrícola contribuye al menos con un 13% de emisiones totales de gases de efecto de invernadero (GEI), responsables en parte de esta variabilidad climática (Vallejo *et al.*, 2017). El nitrógeno (N) es uno de los nutrientes más requeridos por el cultivo y en muchas ocasiones el más limitante de la producción; sin embargo, un alto porcentaje de la cantidad suministrada de N se pierde, generando contaminación ambiental, gases de efecto invernadero y pérdidas económicas. Las emisiones de  $N_2O$  el 58% del total de las emisiones de origen humano (Vallejo *et al.*, 2017). El  $N_2O$  se produce de forma natural en los suelos a través de los procesos de nitrificación y desnitrificación, que se ven influidos significativamente por los aportes de nitrógeno al suelo a través de fertilizantes minerales, por el momento y la frecuencia de aplicación, por las precipitaciones, el contenido de agua del suelo y la hidrología local, las temperaturas del suelo y los nutrientes (Govindasamy *et al.*, 2023; Laing *et al.*, 2023; Sadeghian-Khalajabadi *et al.*, 2022; Vallejo, *et al.*, 2017). Ante este panorama, se hace prioritaria la adopción de prácticas para aumentar la eficiencia del uso del nitrógeno.

En la investigación agronómica, los siguientes índices son utilizados para evaluar la eficiencia de nutrientes aplicados, factor parcial de productividad, balance parcial de nutrientes, eficiencia agronómica, eficiencia de nutrientes, eficiencia de utilización interna y eficiencia fisiológica (Govindasamy *et al.*, 2023; Sadeghian-Khalajabadi *et al.*, 2022). Es necesario considerar que una parte del N que entra en el sistema se retira del campo en forma de biomasa cosechada. Al mismo tiempo, la cantidad contenida en los cultivos se incorpora al suelo y se recicla, formando parte de la materia orgánica (MO) y de las reservas de N inorgánico. Sin embargo, otro componente, llamado N reactivo, no se recupera y se pierde del sistema en formas inorgánicas reducidas (por ejemplo,  $NH_3$  y  $NH_4^+$ ), formas inorgánicas oxidadas (por ejemplo,  $NO_x$ ,  $HNO_3$ ,  $N_2O$ , y  $NO_3^-$ ), y compuestos orgánicos (p. ej, urea, aminas y proteínas) (Sadeghian-Khalajabadi *et al.*, 2022).

La aplicación de fertilizantes se constituye en una de las principales fuentes de contaminación del suelo, del agua y del aire y, la mayor fuente de emisión de gases de efecto invernadero del sector bananero y, por lo tanto, el punto crítico de mayor atención para los proyectos de reducción ya que además la cuantificación de las huellas

de carbono se convierte en un requisito de las normas de certificación para la exportación del banano (Govindasamy *et al.*, 2023; Vallejo, *et al.*, 2017).

El rendimiento de los bananos puede incrementarse mediante el uso de fertilizantes minerales, pero la eficiencia agronómica del uso de los fertilizantes debe conocerse para una aplicación adecuada que maximice el uso por el cultivo y reduzca a la mínima expresión las pérdidas del nutriente al medio ambiente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en la región del Urabá del departamento de Antioquia, Colombia, en el campo experimental de AUGURA (Carepa, Antioquia), lotes 3 y 4, 7°46'46" N y 76°40'20" W y 20 m.s.n.m. Los suelos fueron Fluventic Eutrudepts fino, franco arcilloso, sobre arcilloso Fluvaquentic Eutrudept, y franco fino Vertic Endoaquept, de acuerdo con las clasificaciones del USDA (Soil Survey of the United States). Las condiciones climáticas de la zona fueron 23,2 °C de temperatura mínima y 32,3 °C temperatura media del aire (con una media regional de 27 °C); 87% de humedad relativa del aire; y brillo solar medio 5 h d<sup>-1</sup>.

Las evaluaciones se realizaron sobre plantas de banano (Musa AAA Simmonds) subgrupo Giant Cavendish, clon Williams. Los contenidos iniciales de nitrógeno disponible en el suelo fueron bajos (<1,8%), lo que permitió establecer la dosis de 321.8 kg/ha como dosis base y a partir de la cual se definieron los diferentes tratamientos. Se establecieron cinco tratamientos: testigo absoluto (no se aplicó fertilizante), 0, 161, 321,8 y 483 kg ha<sup>-1</sup> de N. Adicionalmente, todas las plantas, excepto el testigo absoluto, recibieron las siguientes cantidades de fertilizantes por ha: 87,1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 678,8 kg K<sub>2</sub>O, 50,5 kg CaO, 117,5 kg Mg, 64,2 kg S; 1,4 kg de B y 9,3 kg de Zn. La fertilización se aplicó tomando en cuenta los ciclos y proporción de nutrientes establecidos para la región por CENIBANANO (Sánchez y Mira, 2013), excepto el Nitrógeno por ser el elemento para evaluar, los ciclos de fertilización se realizaron cada tres semanas y el programa se mantuvo de esta manera durante tres años consecutivos.

En el campo, se tuvo en cuenta la variabilidad edafoespacial, estableciendo cuatro repeticiones en el espacio (bloques) con los tratamientos aleatorizados dentro de los bloques. Los bloques se distribuyeron en función de las unidades taxonómicas del suelo, y cada bloque tenía un conjunto completo de tratamientos. Cada tratamiento

correspondía a la unidad denominada "botalón", que tenía 1563 m<sup>2</sup> y tenía en promedio 250 plantas de banano.

A partir del segundo año del inicio de implementación los tratamientos se inició la cosecha de la fruta para evaluar el efecto de los tratamientos, Durante 18 diferentes semanas se evaluaron las variables de rendimiento peso de racimo (kg) y numero de manos y las variables de crecimiento altura de planta (m) y circunferencia del seudotallo al momento de la emisión de la inflorescencia. En total se evaluaron 2826 plantas con sus respectivos racimos. El propósito de tomar 18 semanas fue poder capturar la variabilidad temporal asociada a las condiciones ambientales.

Se realizó el análisis de comparación de medias y el análisis de varianza entre los tratamientos. Se graficaron utilizando EXCEL los resultados de las variables por tratamientos y la dispersión expresa la variabilidad presentada durante las 18 semanas de toma de datos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

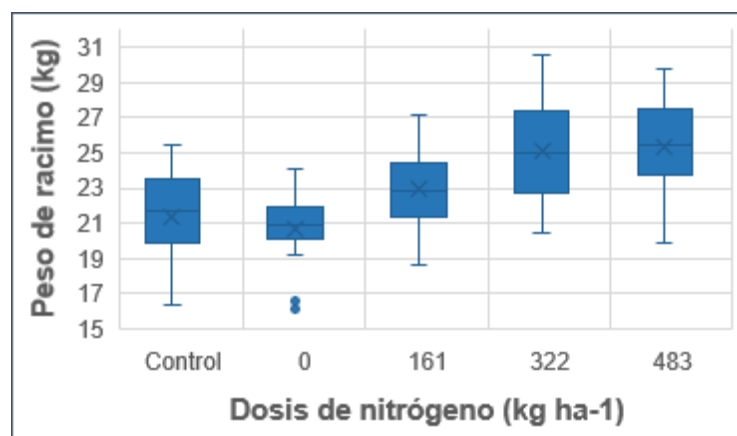
Al finalizar el ensayo, se encontró que a cosecha las plantas de banano para los cuatro ciclos acumularon entre 131,7 y 301,5 kg N \*ha<sup>-1</sup> \*año. La dosis de 321,8 kg N \*ha<sup>-1</sup> acumuló para estos cuatro ciclos, entre 234,1 y 256,1 kg N \*ha<sup>-1</sup> \*año, en planta y, de 17,8 y 30,5 kg N \*ha<sup>-1</sup> \*año en racimo, la de 483 kg N \*ha<sup>-1</sup>, acumuló de 217,9 a 301,5 kg N \*ha<sup>-1</sup> \*año, en planta y de 21.1 a 30,5 kg N \*ha<sup>-1</sup> \*año en racimo.

### Peso de racimo y número de manos

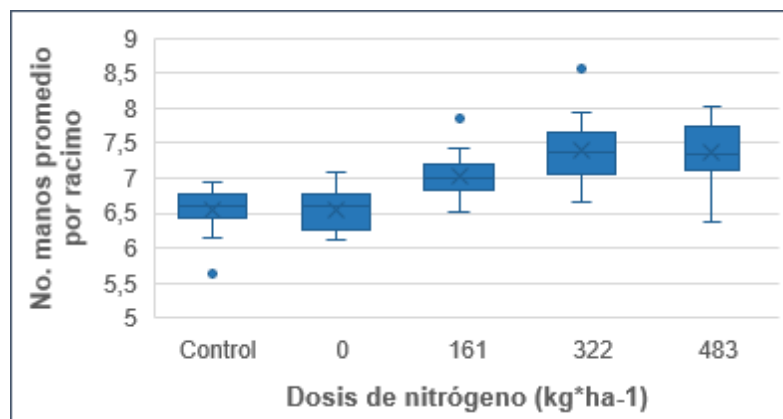
Se encontró que hay una respuesta en el peso de los racimos al incrementar las dosis de nitrógeno, sin embargo, esta respuesta es significativa hasta la dosis de 322 kg N \*ha<sup>-1</sup> \*año<sup>-1</sup>, en la dosis más alta no se encontró un aumento significativo (Figura 1). Este aumento del peso puede explicarse en parte por el incremento del número de manos por racimo debido a que esta variable tuvo el mismo comportamiento que el peso (Figura 2). El número de manos es parte de los componentes que explican el peso del racimo, los otros componentes son, número de dedos/mano y peso de los dedos del racimo los cuáles no se evaluaron en forma separada en la presente investigación.

Los resultados encontrados son explicados por las dosis de nitrógeno y concuerda con lo encontrado por Nyombi *et al.* (2010), quienes demostraron, trabajando con

bananos de montaña, que los pesos de los racimos y su comportamiento mejoraron con el aporte de fertilizantes y esto se evidencio en los sucesivos ciclos de cultivo. Al contrario, Fratoni *et al.* (2017), utilizando el promedio de dos temporadas de cultivo encontraron que el peso del racimo y el rendimiento no se vieron influidos por las dosis de N y K<sub>2</sub>O. De allí la importancia de realizar trabajos regionales para evaluar el uso eficiente de los nutrientes bajo las condiciones específicas de cada región.



**Figura 1.** Peso promedio de racimo (kg) por dosis de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>)

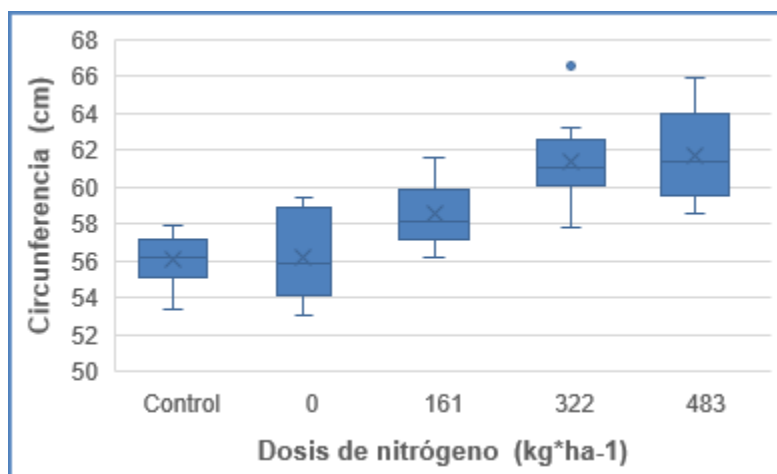


**Figura 2.** Numero promedio de manos por racimo por dosis de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>).

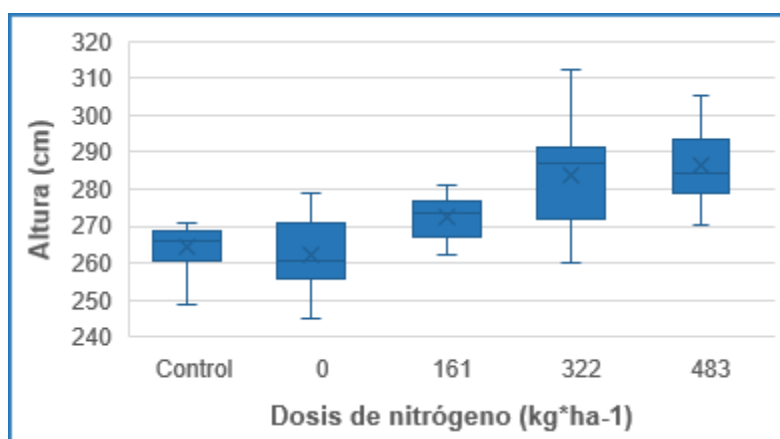
### Altura y circunferencia a emisión del racimo y número de hojas a cosecha

Se encontró un incremento positivo en la altura (figura 3) y circunferencia de la planta (figura 4) hasta 322 kg\*ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, por encima de este valor no hay respuesta en estas variables. La altura y la circunferencia son expresiones del vigor de la plantación que está directamente relacionado con la producción en el cultivo del

banano. La importancia del nitrógeno en banano ha sido respaldada por múltiples trabajos de campo y de investigación, entre ellos lo reportada por Keshavan *et al.* 2011, quienes trabajando con diferentes niveles y fuentes de nitrógeno encontraron una mejor respuesta en términos de crecimiento, rendimiento, parámetros fisiológicos, contenido de nutrientes foliares, con la utilización de diferentes fuentes de nitrógeno en comparación con el uso de una única fuente de N.



**Figura 3.** Circunferencia promedio de plantas de banano a emisión de racimo (cm) por dosis de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>).



**Figura 4.** Altura promedio de plantas de banano (cm) a de emisión de racimo por dosis de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>).

### Eficiente Uso del Nitrógeno (EUN)

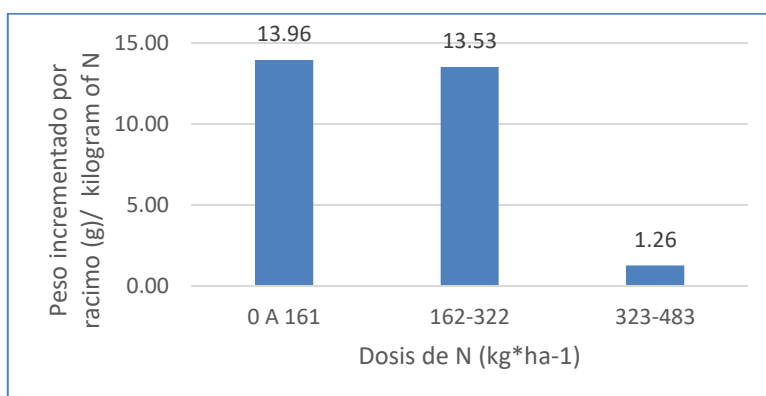
En la figura 5, podemos observar que con la aplicación de 161 kg de N hay un incremento en el peso de los racimos de 13,96 gramos por cada kilogramo de Nitrógeno

aplicado, con la aplicación de 322 kg la ganancia fue de 13,53 g/kg de N aplicado, pero con un aporte de 483 kg la ganancia en el peso del racimo fue solo de 1,26 gramos/kg de N aplicado. El aumento marginal del peso del fruto por racimo por cada kilogramo adicional de nitrógeno no es significativo, de 332 a 483 kg N \* ha<sup>-1</sup> \* año<sup>-1</sup>.

El objetivo de mejorar la eficiencia del uso del nitrógeno (EUN) es fundamental en sistemas productivos como parte de la gestión agronómica (Govindasamy *et al*, 2023). Los principales procesos responsables del bajo uso del N son la volatilización, la escorrentía superficial lixiviación y desnitrificación del N. La mejora de la EUN mediante prácticas de gestión agronómicas y tecnologías de alto rendimiento reduciría la necesidad de una aplicación intensiva de N y minimizaría el impacto negativo del N en el medio ambiente (Laing *et al.*, 2023).

El manejo inadecuado del nitrógeno en los cultivos tiene efecto por incidir en la reducción del rendimiento del cultivo, si no se realizan aportes adecuados en nitrógeno que mejoren la productividad del cultivo, por eso la importancia del conocimiento sobre la acumulación de materia seca, el patrón de absorción de nutrientes y la movilidad de los nutrientes para optimizar la aplicación de fertilizantes y reducir pérdidas económicas asociados al costo del fertilizante aplicado y que no es utilizado eficientemente lo cual puede considerarse una pérdida de insumos (2013; Jeyabaskaran *et al.*, 2021).

Desde el punto de vista ambiental el exceso de nitrógeno en el suelo puede resultar tóxico para otros componentes del suelo, lo que provoca una disminución de la salud del suelo, genera acidificación del suelo por la reacción propia de la nitrificación en los fertilizantes ureicos y amoniacales. El exceso de fertilizantes puede llegar a las aguas superficiales a través de la escorrentía, provocando la proliferación de algas nocivas y afectando a la vida acuática al consumir oxígeno durante la descomposición de la materia orgánica. Otro aspecto de gran relevancia es que dosis inadecuadas de nitrógeno incrementan las emisiones de gases de efecto invernadero, ya que el uso de fertilizantes nitrogenados dependiendo el origen, es proporcional a las emisiones de óxido nitroso (Huang *et al.*, 2022).



**Figura 5.** Eficiencia agronómica de uso del nitrógeno por dosis empleada kg ha<sup>-1</sup>).

## CONCLUSIONES

La respuesta de cultivo del banano a los aportes creciente de nitrógeno se expresó en el incremento del peso de racimo y en las variables de crecimiento altura y circunferencia de pseudotallo al momento de la emisión de la inflorescencia. No obstante, la respuesta se da hasta un nivel de nitrógeno a partir del cual estas variables no se incrementan significativamente.

Se pudo determinar la eficiencia agronómica para diferentes niveles de aplicación de nitrógeno en el peso del racimo. A partir de 322 kg de nitrógeno la eficiencia agronómica en el uso del nitrógeno se reduce. Esta caracterización es importante porque al reducirse la eficiencia del uso agronómico de nitrógeno se incrementa la posibilidad de pérdida del nutriente al ambiente, con mayores pérdidas económicas para los productores y mayor afectación sobre el medio ambiente.

## REFERENCIAS

1. Fratoni, M. M. J., Moreira, A., Moraes, L. A. C., Almeida, L. H. C. & Pereira J. C. R. 2017. Effect of Nitrogen and Potassium Fertilization on Banana Plants Cultivated in the Humid Tropical Amazon. COMMUNICATIONS IN SOIL SCIENCE AND PLANT ANALYSIS 2017, VOL. 48, NO. 13, 1511–1519. M. M. J.
2. Govindasamy P, Muthusamy SK, Bagavathiannan M, Mowrer J, Jagannadham PTK, Maity A, Halli HM, G. K. S, Vadivel R, T. K. D, Raj R, Pooniya V, Babu S, Rathore SS, L. M and Tiwari G (2023)

- Nitrogen use efficiency—a key to enhance crop productivity under a changing climate. *Front. Plant Sci.* 14:1121073. doi: 10.3389/fpls.2023.1121073.
3. Huang, L., Cheng, S., Liu, H., Zhao, Z, Wei, S, Sun, S. 2022. Effects of nitrogen reduction combined with organic fertilizer on growth and nitrogen fate in banana at seedling stage. *Environmental Research* 214 (2022) 113826.
  4. Jeyabaskaran, K.J., Pitchaimuthu R., Kumar V. & Uma S. 2021. Nutrient uptake and Accumulation Patterns in Banana cv. Rasthali (AAB) with respect to Dry Matter Production at Critical Growth Stages. *Communications in soil science and plant analysis* 2021, VOL. 52, NO. 21, 2724–2731.
  5. Keshavan, G., Kavino, M & Ponnuswami, V. 2011. Influence of different nitrogen sources and levels on yield and quality of banana (*Musa* spp. *Archives of Agronomy and Soil Science* Vol. 57, No. 3, May 2011, 305–315.
  6. Laing, A, Eckard, R, Smith A, Grace, P. 2023. Twenty years of nitrous oxide emissions research in Australian agriculture: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 356 (2023) 108638.
  7. Nyombi, K., Van Asten, P.J.A., Corbeels M., Taulya G., Leffelaar P.A., Giller K.E... 2010. Mineral fertilizer response and nutrient use efficiencies of East African highland banana (*Musa* spp., AAA-EAHB, cv. Kisansa. *Field Crops Research* 117 (2010) 38–50.
  8. Sadeghian-Khalajabadi, S.; Acuña-Zornosa, J.-R.; Salazar-Gutiérrez, L.-F.; Rey-Sandoval, J.C. (2022). Determinants of nitrogen use efficiency in coffee crops. A review. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 39(2): 198-219.
  9. Sánchez, T.J.D. and J. Mira. 2013. Principios para la nutrición del banano. AUGURA; Cenibanano, Medellin, Colombia.
  10. Vallejo- Chaverri, A.L., Vallejo Solís MA., Nájera-Fernández, J. Garnier Zamor, L.A. 2017. Guía metodológica para la huella de carbono y la huella de agua en la producción bananera. © FAO y GIZ. ISBN 978-92-5-130108-1 (FAO).