

## Uso alternativo de la vinaza en la fertilización de la caña de azúcar, efectos sobre el cultivo y el suelo

### Alternative use of vinasse in the fertilization of sugar cane, effect on plant and soil

Emma Pineda Ruiz<sup>1</sup>; Yanima Chico Lamas<sup>2</sup>; Manuel L. Vidal Díaz<sup>1</sup>; Everaldo Becerra de Armas<sup>1</sup>; Fidel Acosta Hernández<sup>1</sup>; Irenaldo Fernández Denis<sup>1</sup> e Ilia Lugo Ruiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Villa Clara – Cienfuegos. Autopista Nacional km 246. Ranchuelo. Villa Clara. Cuba. C.P. 53100.

<sup>2</sup>Unidad Empresarial de Base “Heriberto Duquesne”. Remedios. Villa Clara. Cuba. C.P. 52700.

E-mail: [ctecnica@epica.vc.minaz.cu](mailto:ctecnica@epica.vc.minaz.cu)

---

**RESUMEN.** El trabajo se realizó en la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Heriberto Duquesne”, municipio Remedios, donde este residuo líquido, no cuenta con un apropiado manejo y uso racional. Se emplearon dos dosis de vinaza (60 y 80 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>), la aplicación de NPK recomendado por el Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) y un control absoluto (tratamiento sin fertilizar). Se evaluaron los efectos de la aplicación de vinaza sobre indicadores morfológicos del cultivo y algunas propiedades químicas del suelo. Los resultados fueron procesados, a través de un análisis de varianza simple, donde se pudo demostrar que el tratamiento correspondiente a la dosis de 60 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, mostró los mejores resultados en cuanto a los indicadores de crecimiento evaluados (número de tallos, población, grosor y longitud de los entrenudos). Respecto al suelo, las aplicaciones de vinaza incrementaron los contenidos de fósforo y potasio asimilables, y no influyeron en el valor de pH. Se concluye que la vinaza puede ser utilizada como fuente alternativa de fertilización en el cultivo de la caña de azúcar.

**Palabras clave:** caña de azúcar, fertilización, vinaza.

**ABSTRACT.** This research was done at the Unidad Empresarial de Base (UEB) “Heriberto Duquesne”, in the municipality of Remedios, where vinasse is not appropriately used and disposed of. Two doses (60 and 80 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) of this aqueous effluent were used. The NPK fertilization was applied as recommended by the Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE), and there was a control group without fertilization. The effect of the vinasse application on morphological indicators of the crop, and on some chemical properties of the soil, was evaluated. The results were statistically processed using a variance analysis and Duncan test. The treatment with a 60m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> dose of vinasse showed the best results in the evaluated indicators of growth, (number of stalks, population, thickness and length of the internodes). In addition, the vinasse applications increased the phosphorus content and assimilable potassium in the soil, and they did not influence the pH value. Then, it is stated that vinasse can be used as a fertilizer in sugarcane-growing soils.

**Key words:** sugarcane, fertilization, vinasse.

---

## INTRODUCCIÓN

La vinaza constituye el principal residual líquido obtenido de la fermentación de los azúcares para obtener alcohol. Según Orlando *et al.* (1983) por cada litro de alcohol producido, se obtienen 13 L de vinaza. Este residuo en particular, es una fuente rica en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y especialmente, potasio (Gómez y Santiesteban; 2000 y Soobadar y Kee, 2013). Debido a ello se

puede emplear como fertilizante en el cultivo de la caña de azúcar por sus propiedades (Rossetto *et al.*, 2013). Los nutrientes que pueden aportar favorecen la sustitución de los fertilizantes químicos (NPK) que tanto cuestan al país.

En la UEB “Heriberto Duquesne”, la vinaza no cuenta con un apropiado manejo y uso racional, por

lo que es vertida en los ríos cercanos. Esto constituye un grave problema ambiental al considerar que se produce y pierde un volumen de residuo líquido estimado en 216 000 m<sup>3</sup> por año que es una posible alternativa de fertilización en las plantaciones cañeras en esta Unidad. Debido a lo expuesto, el objetivo del presente trabajo es la evaluación sobre la aplicación de vinaza en los indicadores de crecimiento de la caña de azúcar y del suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un área de la UEB “Heriberto Duquesne” que se ha dedicado al cultivo de la caña de azúcar por más de 20 años, sobre un suelo Fersialítico pardo rojizo mullido (Hernández *et al.*, 1999). En el mismo se utilizó una cepa de tercer retoño, variedad C323- 68.

Fueron utilizados los datos climáticos obtenidos en la estación meteorológica de Caibarién, de donde se tomaron los datos de temperatura (valor medio 25,2°C) y humedad relativa (81%). Los datos de las precipitaciones correspondieron a los tomados del pluviómetro instalado en el lugar donde se desarrolló el ensayo, la cepa evaluada recibió 1418,3 mm en el 2012.

Los valores previos al montaje del ensayo en el suelo arrojaron 5,7 de pH (interpretado como ligeramente ácido), el fósforo asimilable fue de 4,98 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g y el potasio de 9,54 mg de K<sub>2</sub>O/100g.

La vinaza caracterizada mostró los siguientes contenidos: 400 mg/L de nitrógeno; 63,28 mg/L de fósforo, 2 450 mg/L de potasio y el pH de 4,45; evidenciándose el alto contenido de potasio en la misma.

El ensayo consistió en el establecimiento de cuatro tratamientos: Control absoluto; Dosis NPK recomendadas por SERFE; Aplicación de 60 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> de vinaza y la de 80 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinaza.

Los fertilizantes empleados fueron el nitrato de amonio; el superfosfato triple y el cloruro de potasio. Las dosis de NPK aplicadas (propuestas por el SERFE), de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N; 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 115 kg ha<sup>-1</sup> de KCl. Los tratamientos

2,3 y 4 fueron aplicados inmediatamente después del corte. Cada tratamiento constó de cuatro réplicas identificadas como surcos de 381 m de largo y una distancia entre ellos de 1,60 m. En total se trabajó con 16 surcos dispuestos dentro de un diseño experimental en franjas.

Los indicadores evaluados del cultivo fueron:

- ◆ Conteo de tallos: Se realizó en 10 m lineales de cada surco, a los nueve meses.
- ◆ Conteo de población: Se efectuó en tres puntos del ensayo donde se evaluaron 20 m lineales de dos surcos interiores. En cada punto se determinó la cantidad de cepas faltantes (> 60 cm) y a partir de esta información, el porcentaje de población existente.
- ◆ Grosor del tallo: Se efectuó a los nueve meses de edad con la utilización de un pie de rey. Del tercio medio del tallo se realizó la lectura en el centro del entrenudo.
- ◆ Longitud de entrenudos: A los nueve meses se determinó con una cinta métrica, para ello fueron promediadas las mediciones de los entrenudos medios.

Los indicadores de crecimiento fueron evaluados siguiendo lo expuesto por Jorge *et al.* (2011).

Después del corte se realizó un muestreo de suelo al que se le realizaron análisis y técnicas analíticas (Tabla). Las muestras fueron tomadas con una barrena agroquímica, trazando una diagonal en cada unidad de muestreo. Se recogieron 30 submuestras a 25 cm de profundidad por cada réplica y con las mismas se conformó una muestra compuesta de 1 kg de suelo, para un total de cuatro por tratamiento. Cada muestra fue debidamente identificada con el número del tratamiento y de la réplica.

Los indicadores del suelo se evaluaron siguiendo la metodología establecida por el Departamento de Suelo y Agroquímica (INICA, 1990).

Todos los resultados obtenidos durante el desarrollo del ensayo fueron evaluados estadísticamente, con el empleo del paquete estadístico STATISTIC Versión 4.10, de acuerdo con el diseño utilizado.

Mediante el análisis de varianza y de existir diferencias significativas entre los tratamientos, se procedió a realizar la prueba Duncan para la comparación de medias (Lerch, 1977).

Tabla. Análisis realizados y métodos empleados

Indicadores analizados	Método analítico
pH	Potenciométrico. En H <sub>2</sub> O y KCl: relación suelo - solución 1:2,5.
Fósforo asimilable	Colorimétrico. Oniani,
Potasio asimilable	Oniani. Fotometría de llama

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el número de tallos y el conteo de población se aprecia que la aplicación de vinaza a 60 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> ofreció resultados destacados. En el número de tallos este tratamiento presentó diferencias estadísticas significativas respecto a los demás (Figura 1). El tratamiento con menor cantidad

de tallos fue el control absoluto. Resultados similares fueron obtenidos por Chico (2012) bajo condiciones edafoclimáticas similares. De manera general, en los tratamientos con vinaza el porcentaje de población fue superior a los restantes (Figura 2), destacándose el de 60m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>.

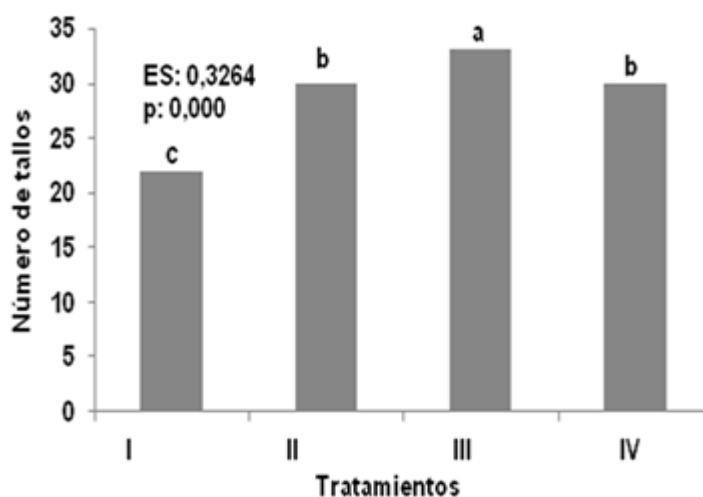


Figura 1. Influencia de la aplicación de vinaza sobre el número de tallos

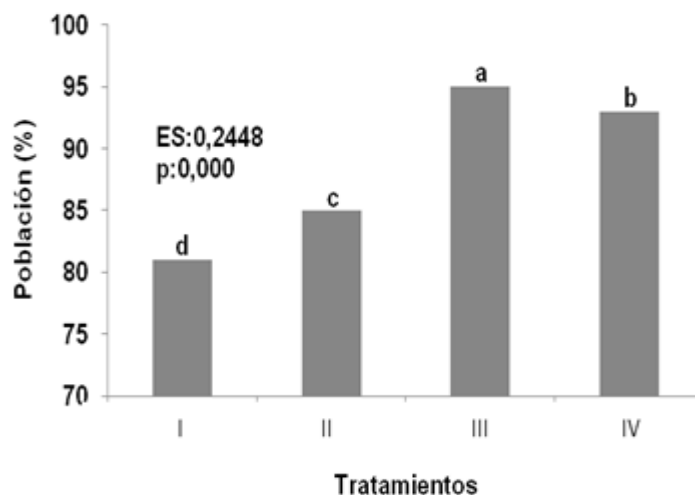


Figura 2. Comportamiento de la población ante la aplicación de vinaza

En el grosor y la longitud de los entrenudos se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Figuras 3 y 4). Los mejores resultados con la aplicación de este residuo líquido fueron obtenidos, en  $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Al respecto, durante siete años de estudio, Pennatti *et al.* (2005) observaron

que la aplicación de vinaza promueve lixiviación de potasio, calcio, magnesio y azufre a través del tiempo, alcanzando profundidades de 0,75 y 3,5 m, resultado que favorece el desarrollo de las plantas y raíces; así como la longitud de los entrenudos y el grosor del tallo.

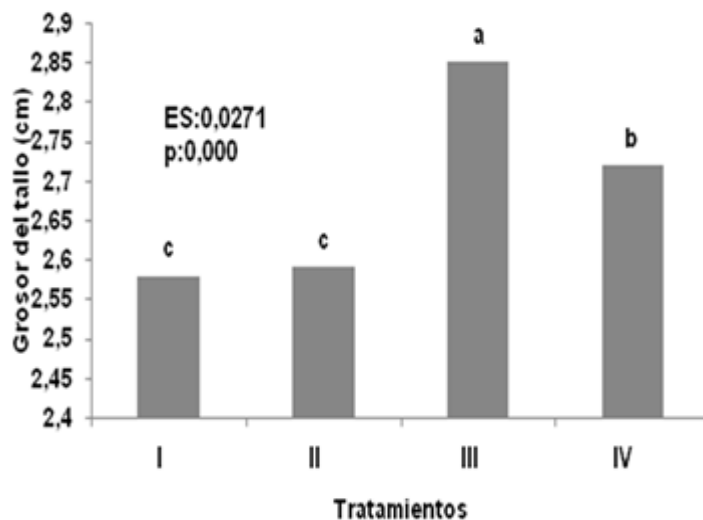


Figura 3. Efecto de la aplicación de vinaza sobre el grosor de los tallos

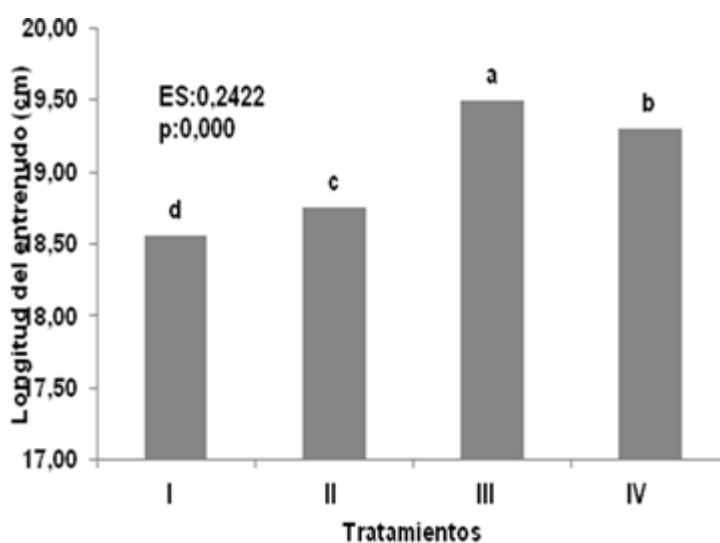


Figura 4. Influencia de la aplicación de vinaza sobre la longitud de los entrenudos

El pH en el suelo no manifestó diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 5). Resultados similares fueron obtenidos por Armengol *et al.* (2003) cuando indicaron que no se produjeron cambios significativos en el pH en agua y cloruro de potasio, con el empleo de este residual.

Entre los tratamientos evaluados existieron diferencias significativas en el fósforo asimilable (figura 6), superando todos los tratamientos al control absoluto, resultado lógico al considerar la incorporación de este elemento a través del fertilizante mineral y de la vinaza que es rica en el mismo.

Al respecto, Armengol *et al.* (2003), en investigaciones realizadas con vinaza, concluyen que el contenido de fósforo asimilable se incrementó producto de la aplicación de este residual líquido.

El Potasio asimilable en el suelo también tuvo diferencias significativas (figura 7). Todos los tratamientos superaron al control absoluto, destacándose el tratamiento de  $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Estos resultados coinciden con los de Armengol *et al.* (2003) cuando refieren que con la aplicación de vinaza se incrementan los contenidos de potasio en el suelo, al compararlo con el tratamiento control.

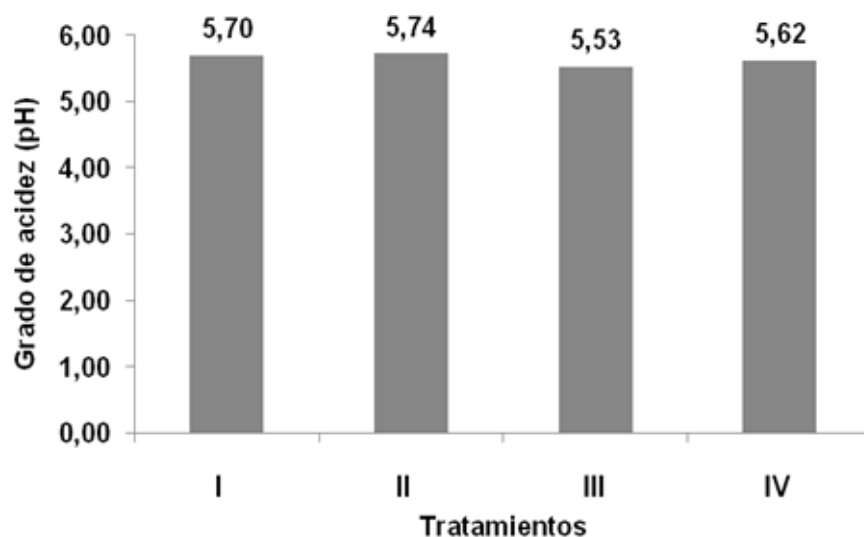


Figura 5. Comportamiento del grado de acidez

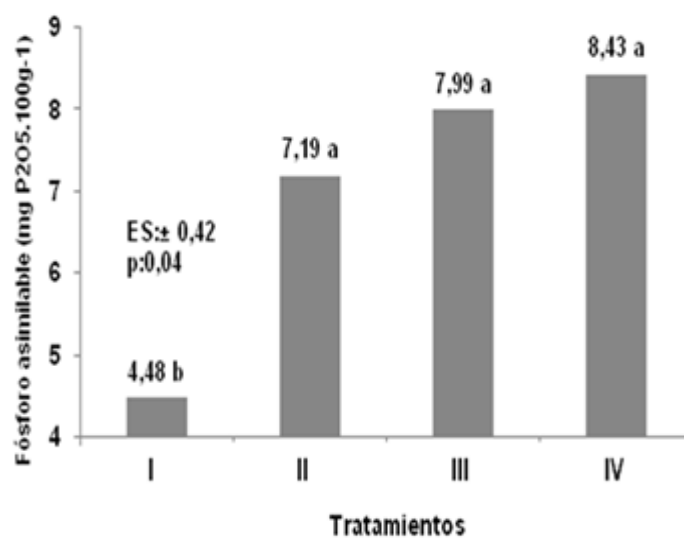


Figura 6. Comportamiento del contenido de fósforo asimilable en el suelo

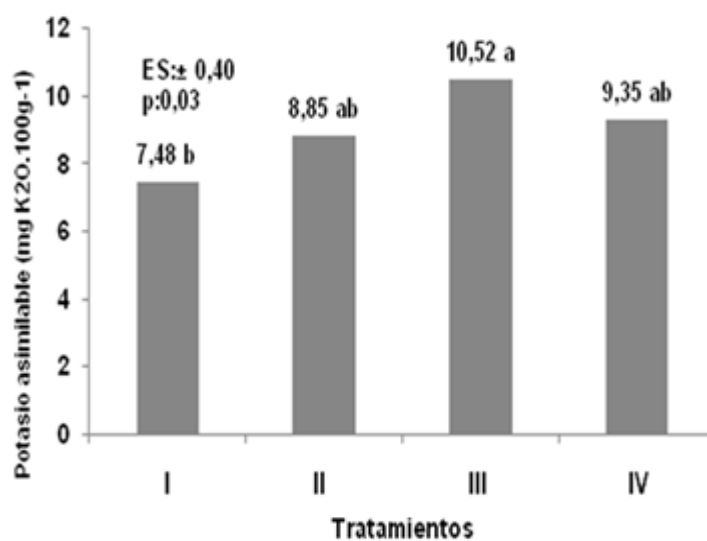


Figura 7. Comportamiento del contenido de potasio asimilable en el suelo

## CONCLUSIONES

1 La aplicación de vinaza a 60 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> favoreció el desarrollo de los indicadores del crecimiento evaluados.

2 Los contenidos de fósforo y potasio asimilables en el suelo fueron beneficiados con la aplicación de 60 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinaza, sobre el pH no influyó la aplicación de este producto.

3 Los resultados obtenidos permiten identificar el potencial de la vinaza como alternativa para la fertilización en caña de azúcar.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Armengol, J. E.; R. Lorenzo; Noemí Fernández: Utilización de la vinaza como enmienda orgánica y su influencia en las propiedades químicas de Vertisoles y en los rendimientos de la caña de azúcar. *Revista Cultivos Tropicales*, 24(3):67-71, 2003.

2. Chico, Y.: La vinaza como fertilizante y su efecto sobre el rendimiento y propiedades químicas del suelo en áreas dedicadas a caña de azúcar en Villa Clara. Tesis de Diploma, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba, 34 p., 2012.

3. Gómez, R.: C. M. Santiesteban: Vinaza. Manual de los derivados de la caña de azúcar. L. Gálvez, Editor general. ICIDCA, Ciudad de la Habana, Cuba, 485 pp., 2000.

4. Hernández, A.; M. Morales; M. Ascanio; F. Morell: Manual para la aplicación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba, 193 p., 1999.

5. INICA (Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar): Normas metodológicas del Departamento de Suelo y Agroquímica, La Habana, Cuba, 100 p., 1990

6. Penatti C. P.; J. V. De Araújo; J. L. Donzelli; S. A. V. De Souza; J. A. Forti; R. Ribeiro: Vinasse: A liquid fertiliser. *International Society of Sugar Cane Technologists. Proceedings of the XXV Congress*. Vol. 1. Atagua, Guatemala, 2005, 403-411pp.

7. Jorge, H.; R. González; M. Casas; I. Jorge: Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. PUBLINICA, La Habana, Cuba, 2011. 308 p.

8. Lerch, G.: La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Editorial Científico – Técnica, La Habana, Cuba, 1977, 452 pp.

9. Orlando, J.; J. R. Zambello; E. Agujaro: Efecto de la aplicación prolongada de vinaza sobre propiedades químicas de suelos con caña de azúcar. *Estudio Exploratorio. STAB (Brazil)*, 1(6):28-33, 1983.

10. Soobadar, A.; R. KeeKwong: Impacto de la fertilización de la caña de azúcar con altas dosis de vinaza en la calidad del agua subterránea. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.*, Vol. 28. 2013.

11. Rossetto, R.; A.C. Vitti; F. Dias; M. Piemonte; A. Silva; J.L. Chopart: La vinaza incrementa las raíces de la caña de azúcar en un suelo arenoso del Brasil. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.*, Vol. 28. 2013.

Recibido:26/07/2013

Aceptado:12/12/2014