

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE VINAZA EN CAÑA DE AZÚCAR SOBRE ALGUNOS ATRIBUTOS DEL SUELO

EFFECT OF THE APPLICATION OF VINAZA IN SOME SUGAR ON SOIL

BARBA, A. R ; ORELLANA, V. M.; SERNA, M. J. E.; MONTAÑO, M. J. A.

RESUMEN

Ea vinaza es un residuo resultante de la producción de etanol, sea por la destilación de la melaza fermentada o de la fermentación directa de los jugos de la caña de azúcar, posee alto contenido de sales potásicas, cálcicas y materia orgánica. El objetivo de la investigación fue verificar los efectos de la aplicación de 60 m³ ha⁻¹ vinaza sobre el contenido de potasio, materia orgánica, biomasa y población microbiana del suelo en comparación con la ausencia de aplicación de este subproducto. Los suelos fueron colectados de una propiedad cañera, geográficamente ubicada a 17°16'34.0" de latitud sur y 63°15'43.6" de longitud oeste, a 80 km al norte de la ciudad de Santa Cruz, sembrada con caña de azúcar variedad RBB, caña hoja de tercera e irrigadas con vinaza y sin vinaza. De cada suelo (con y sin vinaza) se obtuvo 1,0 kg de muestra representativa, que fue enviado al Laboratorio de Suelo, Agua y Planta del CIAT, para su análisis químico y físico, se determinó pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y textura. La biomasa microbiana se determinó de forma indirecta mediante la respiración de los microorganismos incubados en cámaras herméticamente selladas, también se cuantificó la población total de bacteria, hongos y actinomicetes. Los resultados muestran incrementos significativos en los contenidos de potasio (85,7%), materia orgánica 1,71 veces; actividad microbiana (5,8%) y población microbiana en comparación con sistemas de producción sin aplicación de vinaza, mostrando con ello el beneficio de la práctica, sin embargo, la aplicación de vinaza, debe ser constantemente monitoreada para evitar posibles desequilibrios nutricionales.

ABSTRACT

The vinaza is a residue resulting from the production of ethanol, either by the distillation of the fermented molasses or the direct fermentation of the sugar cane juices, it has a high content of potassium, calcium salts and organic matter. The objective of the investigation was to verify the effects of the application of 60 m³ ha⁻¹ vinasse on the content of potassium, organic matter, biomass and microbial population of the soil in comparison with the absence of application of this by-product. The soils were collected from a cane property, geographically located at 17°16'34.0 " south latitude and 63°15'43.6 " west longitude, 80 km north of the city of Santa Cruz, planted with cane RBB variety sugar, third leaf cane and irrigated with vinasse and without vinasse. 1.0 kg of representative sample was obtained from each soil (with and without vinegar), which was sent to the CIAT Soil, Water and Plant Laboratory, for its chemical and physical analysis, pH, electrical conductivity, matter content were terminated Organic, nitrogen, phosphorus and texture. Microbial biomass was determined indirectly by breathing the microorganisms incubated in hermetically sealed chambers, the total population of bacteria, fungi and actinomycetes was also quantified. The results show significant increases in potassium content (85.7%), organic matter 1.71 times; Microbial activity (5.8%) and microbial population compared to production systems without application of vinasse, thereby showing the benefit of the practice, however the application of vinasse must be constantly monitored to avoid possible nutritional imbalances.

PALABRAS CLAVE

Vinaza, Caña de Azúcar, Potasio, Población Microbiana.

KEYWORDS

Vinasse, Sugar Cane, Potassium, Microbial Population.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los suelos sembrados con caña de azúcar en el departamento de Santa Cruz, presentan escasa fertilidad, lo que exige prácticas especiales de manejo.

Una alternativa que emplean algunos productores, para reponer en parte, los nutrientes extraídos es la irrigación de los cañaverales con vinaza, que es un residuo líquido que se produce durante la producción de bioetanol a partir de caña de azúcar; por cada litro de alcohol se generan 10 a 13 litros de vinaza, que posee un pH promedio de 5,1 (Fadda y Morandini, 2007 citado por Galván et al., 2017).

La vinaza es considerada como fuente de fertilizante potásico y como mejorador de las propiedades químicas y físicas del suelo por su aporte de materia orgánica (Galván et al., 2017). Sin embargo, autores como Subirós y Molina (1992) citado por Villatoro (2015), reportan que, durante el primer año de aplicación de la vinaza, no hubo ninguna variación significativa de los atributos químicos evaluados (pH, MO, N, Al, Ca, Mg, K, P, Zn, Mn, Cu y Fe) en el suelo; en el segundo año hubo aumento en el contenido de K⁺, a los dos y cuatro meses después de aplicado el producto; los demás elementos no variaron. En relación a la producción de caña de azúcar y variables industriales, no hubo ningún efecto; tampoco ejercieron desequilibrio en las bases ni demás elementos.

El agregado de compuestos orgánicos como la vinaza al suelo produce aumentos temporales en la actividad de la población microbiana, incrementando el proceso de mineralización del carbono. Con la mineralización se produce la liberación de CO₂ y agua, quedando también disponibles bioelementos para ser absorbidos por las plantas (da Silva, 2012).

Según Camargo (1954) citado por dos Santos et al., (2009), la aplicación vinaza, promueve el aumento notable de la población microbiana, en las primeras capas del suelo, principalmente de los hongos. La adición de vinaza al suelo, que contiene en promedio 0,9% de carbono, estimula el crecimiento de los microorganismos que generalmente están limitados por material energético (da Silva, 2012).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de la vinaza en el cultivo de caña de azúcar sobre el contenido de potasio, materia orgánica, biomasa y población microbiana del suelo frente a la no aplicación de este residuo industrial.

MATERIALES Y MÉTODOS

RECOLECCIÓN DE SUELOS

De la propiedad Flamboyán, geográficamente ubicada a 17°16'34.0" de latitud sur y 63°15'43.6" de longitud oeste, a 80 km al norte de la ciudad de Santa Cruz, se recolectaron las muestras de suelo sembradas con caña de azúcar variedad RBB caña hoja de tercera e irrigadas con vinaza y sin vinaza.

De cada suelo (con y sin vinaza), se colectó 1,0 kg y fue enviado al Laboratorio de Suelo, Agua y Planta del CIAT, para su análisis químico y físico, se determinó pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y textura (Tabla 1).

Tabla 1. Características químicas de los suelos en estudio

Suelo	pH	CE, μScm^{-1}	MO, %	N, %	K, %
Sin Vinaza	6,4	122	0,7	0,06	0,021
Con Vinaza	6,2	133	1,2	0,08	0,390

Fuente: Laboratorio de Suelo, Agua y Planta - CIAT.

Los resultados indican que la aplicación de vinaza (por lo menos 3 ciclos de aplicación) presenta valores más elevados en todas las características químicas en relación con el suelo que no ha recibido vinaza.

CARACTERIZACIÓN DE LA VINAZA

El análisis de las características químicas de la vinaza aplicada en campos sembrados con caña de azúcar fue realizado en el Laboratorio de Suelo, Agua y Planta del CIAT. Los resultados se muestran en el Tabla 2.

Tabla 2. Características químicas de la vinaza

Muestra	pH	CE, μScm^{-1}	MO, %	N, %	K, %
Vinaza	48	118	1,4	0,04	0,82

Fuente: Laboratorio de Suelo, Agua y Planta, CIAT.

La vinaza utilizada en el estudio proviene del ingenio azucarero Guabirá, ubicado en la localidad del mismo nombre. El residuo presentó una reacción extremadamente ácida, con altos contenidos de Potasio, Calcio y Magnesio. El mayor componente es el contenido de materia orgánica. La calidad depende del material que le dio origen.

CONTENIDO DE POTASIO EN EL SUELO

El contenido de potasio en el suelo fue determinado mediante fototómetro de llama, método utilizado por el Laboratorio de Suelo, Agua y Planta del CIAT.

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

La cuantificación de la materia orgánica fue por vía seca en mufla por incineración.

El contenido de materia orgánica es cuantificado por la diferencia entre la masa del suelo seco en estufa y la masa del residuo obtenido después de la incineración en mufla.

DETERMINACIÓN DE LA BIOMASA MICROBIANA

De cada suelo se tomaron 400 g, los que fueron irradiados con luz ultravioleta por 5 minutos para eliminar la microbiota del suelo, el mismo fue transferido a un frasco transparente de boca ancha posteriormente se añadió agua hasta obtener aproximadamente el 60% de la capacidad de campo, en cada sistema se realizó la inoculación con 1,0 g de suelo sin irradiar.

En cada sistema de incubación, se colocó un vaso de precipitado con 40 ml de agua destilada, para mantener húmedo el ambiente interno; en otro recipiente se colocaron 20 ml de NaOH (0,5 N), para la captura del CO₂, desprendido de la respiración. Cada sistema de incubación fue sellado herméticamente y colocado en un espacio oscuro a temperatura ambiente, se preparó un blanco con el recipiente conteniendo NaOH sin suelo.

La lectura se realizó después de 6 días, en el recipiente con NaOH se agregó 1,0 ml de BaCl₂ y tres gotas fenolftaleína (punto de cambio pH 8,3). Con la aplicación de BaCl₂ se precipita el CO₂ absorbido como BaCO₃. Se procedió a la titulación con HCl 0,5 N, hasta el viraje de color.

CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN DE MICROORGANISMOS TOTALES

La determinación de la población de la microbiota del suelo, se realizó en el Laboratorio de Rhizobiología del CIAT, las dos muestras de suelo, con y sin vinaza, fueron secadas durante 24 horas a 70°C, de cada suelo fue tomada una submuestra de 10 g, que fue suspendida en 90 ml de solución salina esterilizada, después de la agitación fueron realizadas diluciones en serie. De cada una de las diluciones fue pipeteada una alícuota de 0,1 ml que fue depositada en placas de Petri, conteniendo medio selectivo para el crecimiento de cada grupo de microorganismo (bacterias, hongos y actinomicetes), fueron utilizadas las diluciones 10⁻⁴, 10⁻⁵ y 10⁻⁶ para bacterias, y 10⁻², 10⁻³ y 10⁻⁴ para hongos y actinomicetes.

Las placas fueron incubadas a temperatura ambiente por 5 días para hongos y bacterias y 8 días para actinomicetes. El número de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) fueron contadas y calculada la población de microorganismos por gramo de suelo.

Todas las variables en estudio contaron con cinco repeticiones y fueron sometidas a una prueba de T de Student a 5% de probabilidad.

RESULTADOS

CONTENIDO DE POTASIO EN EL SUELO

El potasio en el suelo, después de tres ciclos de aplicación, se incrementó en 85,7%, en relación al suelo sin aplicación de vinaza (Figura 1). El potasio es uno de los nutrientes requerido en mayor cantidad por la caña de azúcar, absorbe 1,7 kg t⁻¹ de caña de azúcar, por lo tanto, suelos explotados por muchos años por este cultivo, presentan bajos contenido de potasio.

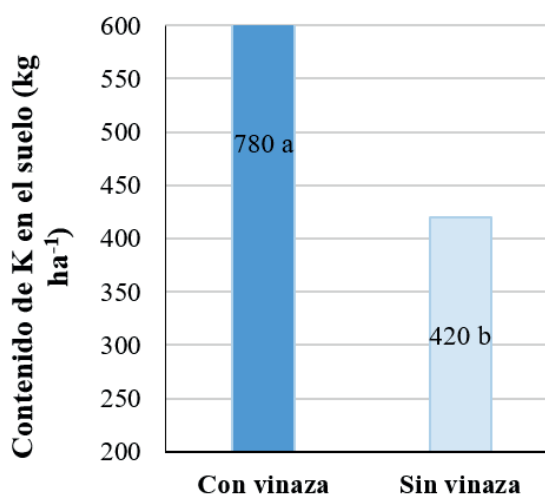


FIGURA 1. CONTENIDO DE POTASIO EN EL SUELO CON Y SIN APLICACIÓN DE VINAZA.

Según Henríquez y Bertsh (1997) citado por Villatoro (2015) el potasio tiene efecto directo positivo sobre el crecimiento y rendimiento de la caña de azúcar, favoreciendo también a una mayor producción de biomasa y una mejor absorción de Ca y Mg. Sin embargo, Chaves (2012) menciona que la adición de una alta concentración de K puede reducir la absorción de Ca y Mg.

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

La cantidad de materia orgánica adicionada en la vinaza no es elevada (Cuadro 2), sin embargo, su aporte al suelo se traduce en aumento de 1,71 veces en relación a la materia orgánica del suelo sin aplicación de vinaza (Figura 2). Considerando la textura del suelo (Franco Arenoso), el aporte de la vinaza, es importante.

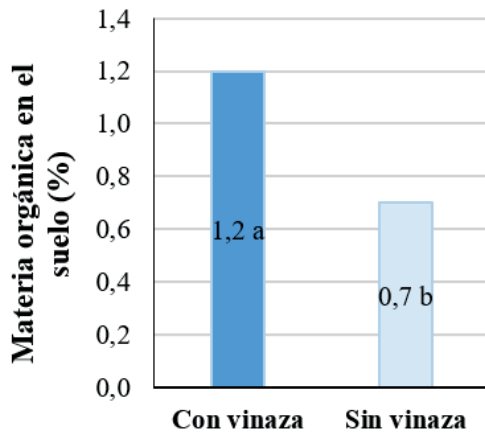


FIGURA 2. CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO CON Y SIN APLICACIÓN DE VINAZA.

DETERMINACIÓN DE LA BIOMASA MICROBIANA

En la Figura 3, se observa la dinámica de las comunidades heterotróficas el suelo, que oxidan inicialmente los compuestos más simples, habiendo una masiva liberación de CO₂ en el suelo regado con vinaza. Según Glória (1980) citado por Carvalho et al. (2009), la velocidad de descomposición de los residuos orgánicos varía de acuerdo con la resistencia que este ofrece al ataque microbiano, la vinaza es rica en compuestos de fácil descomposición.

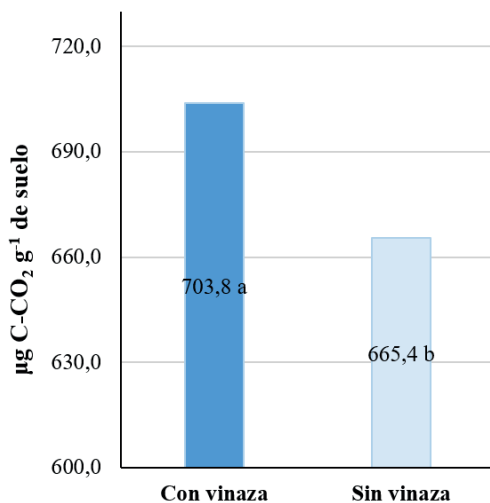


FIGURA 3. BIOMASA MICROBIANA POR GRAMO DE SUELO CON Y SIN APLICACIÓN DE VINAZA.

La respiración edáfica indica una diferencia entre el suelo con aplicación de vinaza con 703,8 gC-CO₂ g⁻¹ de suelo, frente a los 665,4 gC-CO₂ g⁻¹ de suelo. La respiración cuantifica las pérdidas de carbono del suelo a través de la emisión de CO₂, producto de la actividad de los microorganismos. La materia orgánica fácilmente degradable que presenta la vinaza actúa como sustrato o fuente de carbono, acelerando la actividad microbiana (da Silva, 2012).

CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN DE MICROORGANISMOS TOTALES

POBLACIÓN DE HONGOS

La población de hongos (Figura 4) es 2,4 veces mayor en el suelo que recibió la vinaza que sin la aplicación de este residuo. Según Almedia (1953) citado por dos Santos et al., (2009), indica que la acción de los hongos es activada por el aumento del pH del suelo que recibió vinaza.

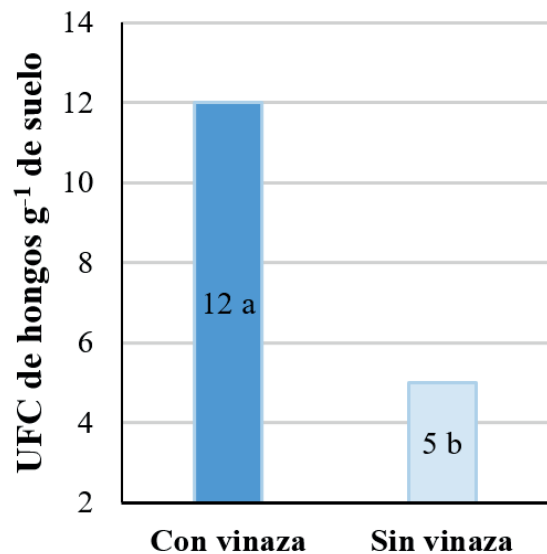


Figura 4. Número de Unidades Formadoras de colonias de hongos por gramo de suelo con y sin aplicación de vinaza.

POBLACIÓN DE BACTERIAS

Las poblaciones de bacteria en ambos suelos en estudio están muy próximas (Figura 5), este efecto puede ser atribuido entre otros, al bajo contenido de nitrógeno que se encuentra en ambos sustratos. Según Waksman, 1932 citado por dos Santos et al., (2009), cuando el nitrógeno no es limitante, la aplicación de vinaza al suelo tiene efecto estimulador para la proliferación de bacterias.

POBLACIÓN DE ACTINOMICETES

El número de actinomicetes en suelo con vinaza es 50% mayor al suelo sin vinaza (Figura 6). Según Neves et al. (1983) citado por da Silva (2012) al disminuir los sustratos más simples y con ello el estrés competitivo entre los microorganismos la población de actinomicetes aumenta.

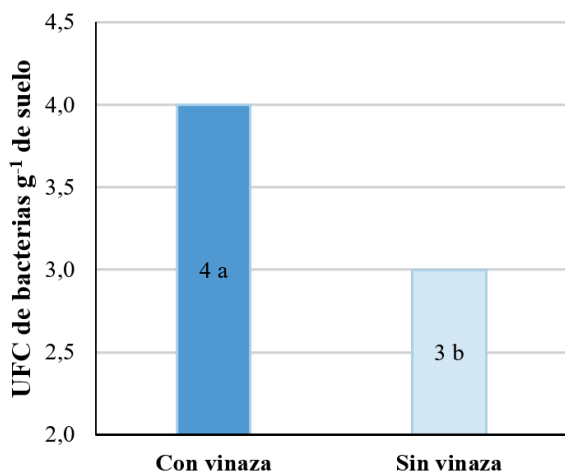


Figura 5. Número de Unidades Formadoras de colonias de bacterias por gramo de suelo con y sin aplicación de vinaza.

En general la aplicación de vinaza promueve el aumento de la población de la microbiota del suelo, esto es un indicativo del incremento de la fertilidad del suelo provocada por la aplicación de vinaza.

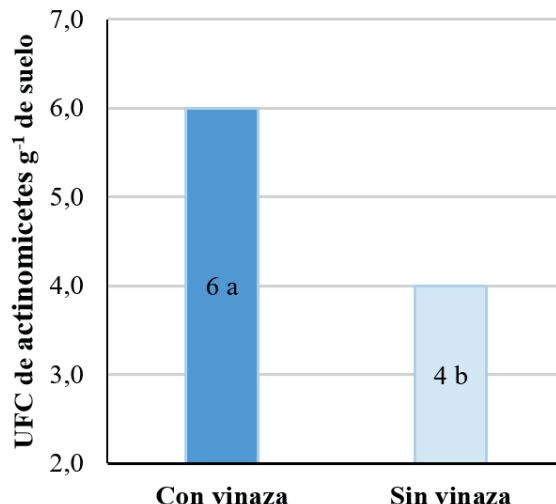


Figura 6. Número de Unidades Formadoras de colonias de actinomicetes gramo de suelo con y sin aplicación de vinaza.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que la cantidad de vinaza aplicada (60 m³ ha⁻¹) en el campo del que se extrajeron las muestras de suelo, contribuyen a incrementar el contenido de potasio en 85,7 % y materia orgánica, está última se relaciona con el aumento de la actividad microbiana mediante las cantidades de C-CO₂ registradas, así como el aumento de la población de microorganismos totales en los suelos en estudio.

Para que esta práctica se difunda con seguridad, se deben profundizar las investigaciones, para evitar que se desencadenen otros problemas como la salinización de los suelos.

REFERENCIAS

Acuña, O.; Peña, W.; Serrano, E.; Pocasangre, L.; Rosales, F.; Delgado, E.; Trejos, J.; Segura, A. (2006). La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos. XVII Reunión Internacional da Associação para a Cooperação nas Pesquisas sobre Banana no Caribe e na América Tropical. p. 222-234.

Atlas, R.; Bartha, R. (2002). Ecología microbiana y microbiología ambiental. 2^a ed. Trad. Español. Addison Wesley, Madrid. p. 250-261.

Carvalho, S. T. M.; Lins, S. M. A.; Gomes, S. C.; Santos, V. R. dos; Santos, P. D. dos (2009). Fertilização com vinhaça e seus efeitos sobre evolução e liberação do CO₂ no solo. Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, Brasil. Revista Caatinga. Vol 22, N°1, p. 141-145.

Chaves, M. (2012). Relaciones catiónicas y su importancia para la agricultura. Fertilización. Costa Rica, Vol. 18. N° 6, p. 10-20

Da Silva A. 2012. Vinhaça concentrada de cana-de-açúcar: monitoramento das propriedades químicas do solo e mineralização líquida de nitrogênio. Tesis para optar título de Doctor en Ciencias. Universidad de San Pablo.

Dos Santos, C. T. M.; dos Santos, L. M.; dos Santos, R. V.; Pacheco, S. D. (2009). Efeito da Fertilização com vinhaça nos microrganismos do solo. Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, Brasil. Revista Caatinga. Vol 22, N° 1, p. 155-160.

Galván, F. S.; Sopena, R. A.; Vallejo, J. I.; Gallac, M.; Portocarrero, R. (2017). Mineralización de vinaza en suelos cultivados con caña de azúcar. <https://www.researchgate.net/publication/319944264>

Ochoa, M. C. N. y Urroz, G. F. A. (2011). Determinación de la actividad microbiana como indicado biológico en suelos agrícolas del occidente de Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León. Facultad de Ciencia y Tecnología. 54 p.

Villatoro, V. R. B. (2015). Sostenibilidad en la aplicación de vinaza como fertirriego en la producción de caña de azúcar. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 30 p.