

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE VINAZA SOBRE ALGUNOS INDICADORES QUÍMICOS Y FÍSICOS DE UN SUELO CULTIVADO CON TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM L*) VAR. AMALIA

Yosmel Lázaro Vázquez Brito ¹

1. Universidad Agraria de la Habana (UNAH)

Introducción

Los desechos de la industria azucarera y sus derivados pueden convertirse en subproductos con cierto valor económico y a la vez evitar el impacto al medio ambiente que ocasionaría su incorrecta disposición final (Díez-Rojo, 2010). En la actualidad la vinaza de caña de azúcar en Cuba se utiliza como fertilizante. Con respecto a su uso agrícola, hay que señalar que es un abono líquido de origen vegetal con un elevado contenido en materia seca, próxima al 50 % y alrededor del 40 % es materia orgánica (Urbano, 2008). El empleo de esta alternativa en países en vías de desarrollo tiene un bajo costo y facilidad de aplicación tanto para los productores como profesionales del sector, formando parte de la producción ecológica e incluso del manejo de cultivos, logrando incrementar las propiedades físicas, químico-físicas y microbiológicas de los suelos de una manera sostenible y mejorar también la eficacia de los tratamientos de biodesinfección según trabajos desarrollados por Robertson, *et al.*(2006) y Torres, *et al.*(2007).

Materiales y Métodos

La presente investigación se realizó en la Finca "San Francisco" perteneciente a la CCSF "Menelao Mora" ubicada en el municipio Santa Cruz del Norte, provincia Mayabeque. Los estudios se realizaron sobre un suelo Pardo Sialítico carbonatado, según la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (MINAGRI, 1999), las muestras se tomaron siguiendo el Método en Zigzag, el diseño utilizado fue de bloques al azar. Las mediciones del cultivo se realizaron a los 20, 50 y 90 días después de la siembra (DDS), las variables evaluadas fueron: Longitud del Tallo (LT), Longitud de la Raíz (LR), Número de Hojas (NH), Número de Flores (NF), Número de Frutos (N FRUTOS), Peso de los frutos y Diámetro de los frutos. Las muestras de suelo se tomaron a los 50 DDS. Se definieron 3 tratamientos con 5 repeticiones, el tratamiento uno fue el testigo que solo se le aplico agua, el tratamiento dos se le aplico materia orgánica, específicamente estiércol vacuno y al tratamiento tres se le aplico vinaza de caña de azúcar en proporción de cinco mililitros de vinaza por cada litro de agua. La caracterización de la vinaza, obtenida como subproducto de la industria azucarera, se realizó por los métodos y técnicas siguientes: Espectroscopia de absorción atómica con llama de aire-acetileno por gravimetría clásica y espectroscopia de emisión por plasma acoplado inducido (ICP).

Tabla 1. Métodos utilizados para la determinación de las propiedades químicas.

Indicador	Método
pH en H ₂ O	Potenciométrico- Relación 1:1
MO (%)	Walkley and Black
K (mg.Kg ⁻¹)	Fotometría de Llama
Na (mg.Kg ⁻¹)	Fotometría de Llama
Micronutrientes (mg.Kg ⁻¹)	Fotometría de Llama

Tabla 2. Métodos utilizados para la determinación de las propiedades físicas.

Indicador	Método
Humedad natural	Método gravimétrico.
Humedad higroscópica	Método gravimétrico.
Densidad volumétrica	Método del cilindro.
Densidad de la fase sólida.	Método de los picnómetros.
Porosidad total efectiva	Método de cálculo
Estructura del suelo (tamiz seco)	Método de los tamices
Estabilidad estructural (tamiz húmedo)	Método de los tamices
Potencial hídrico	Método del capilarímetro

Se utilizó el programa estadístico Statgraphics 5.1. Los datos cuantitativos de los indicadores se sometieron a un análisis de varianza de clasificación doble y los parámetros que presentaron diferencias significativas se le realizaron la Prueba de comparación de rangos múltiple de Duncan con una probabilidad de error ≤ 0.05 .

Resultados y Discusión

Características de la vinaza de caña de azúcar utilizada

La composición química de la vinaza de caña de azúcar utilizada en el ensayo (tabla 3), muestra un alto contenido de humedad, materia orgánica, potasio, calcio, magnesio, sodio. El pH se considera muy ácido y el contenido de fósforo bajo. Ello demuestra la riqueza nutricional de este enmendante y los resultados obtenidos coinciden con Gnecco (2007) y Montenegro (2008) quienes afirman que los estudios realizados a la vinaza de caña de azúcar han mostrado que presenta altos contenidos de estos elementos que son esenciales en el metabolismo de las plantas y por tanto para el desarrollo de estas.

Tabla 3. Composición química de la vinaza de caña de azúcar utilizada en el ensayo.

Elementos	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Na	Pb	Zn	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Humedad	Materia Orgánica	Ph
	C mol/l ⁻¹									%		
Vinaza de caña	0.8	126.5	40	32.2	6.6	0.5	0.003	2.53	3.70	95	4.47	4.7

Evaluaciones de las propiedades químicas del suelo

La Tabla 4 muestra los resultados de los indicadores químicos evaluados. Los resultados de pH obtenidos en las tres variantes evaluadas indican que con la aplicación de 5 ml de vinaza/l de agua en el suelo, se logra disminuir el pH en H₂O, hasta los intervalos óptimos para la asimilación de los nutrientes indispensables para la nutrición de este vegetal (6.3), obteniéndose diferencias significativas con y entre los tratamientos restantes. En el tratamiento testigo, se obtiene el pH en H₂O más elevado (califica como neutro), resultados similares obtuvieron (Álvarez et al., 2008), pues cuando aplicaron la vinaza en suelos con pH en agua, que oscilaban entre 7.0 y 8.2, lograron disminuir esta propiedad químico – física a intervalos entre 5.0 y 6.4.

Tabla 4. Indicadores químicos evaluados.

Indicador	Testigo	Materia Orgánica	5,0 ml vinaza
pH en H ₂ O	7,0 ^a	6,7 ^b	6,3 ^b
MO (%)	2,1 ^b	2,6 ^b	3,3 ^a
K (mg.Kg ⁻¹)	8,6 ^c	9,4 ^b	11,4 ^a
Na(mg.Kg ⁻¹)	46,6 ^b	46,6 ^b	54,6 ^a
Cd(mg.Kg ⁻¹)	19,5 ^a	16,8 ^c	18,2 ^b
Cu(mg.Kg ⁻¹)	0,9 ^a	0,9 ^a	0,9 ^a
Ni(mg.Kg ⁻¹)	26,3 ^c	30,2 ^a	28,5 ^b
Pb(mg.Kg ⁻¹)	11,7 ^a	9,9 ^b	11,9 ^a
Esx	7,48	9,65	8,09
Cv (%)	15,66	11,56	12,56

Se observa un incremento notable de la materia orgánica del suelo, con valores que difieren significativamente del testigo de producción. Estos resultados, coinciden con los obtenidos por (Álvarez, 2006), dicho autor, logró incrementar el porcentaje de materia orgánica en el suelo, constatando de esta forma las potencialidades del subproducto como fertilizante orgánico. Los resultados obtenidos del análisis del contenido de potasio en las tres variantes evaluadas indican que existen diferencias significativas entre los tres tratamientos, aportando la vinaza de caña de azúcar los tenores más elevados. Estos criterios, se reafirman con lo planteado por (Quiroz y Pérez, 2013), referido a los beneficios de la aplicación de la vinaza en el suelo, entre los cuales pueden citarse: el aporte de un gran cantidad de potasio y materia orgánica, el mejoramiento de la infiltración del agua, el incremento de la actividad microbiológica y el intercambio gaseoso en el suelo, además de la estimulación del crecimiento en profundidad del sistema radical en los cultivos que se establezcan en el mismo.

Evaluación de las propiedades físicas del suelo

Densidad, humedad y porosidad del suelo evaluado

De forma general, el suelo estudiado y sus tratamientos, mostraron propiedades físicas favorables para el desarrollo de los cultivos. Los valores de porosidad total fueron elevados en todos los tratamientos, superiores al 60 % y ello coincide con los resultados obtenidos por (Montenegro, 2008) cuando estudió la influencia de la vinaza de caña de azúcar, sobre la biomasa microbiana del suelo y demostró que el aporte de materia orgánica de vinaza bajaba en valores significativos la humedad y la porosidad del suelo.

Análisis de estructura (tamiz seco y tamiz húmedo)

De forma general, para el suelo estudiado bajo diferentes tratamientos, se pudo apreciar un predominio de agregados de 1 mm a 5mm, con valores superiores al 60 %. Ello indica que este suelo refleja un estado estructural satisfactorio en cada variante estudiada. El coeficiente de estructura del suelo (Ke) permite conocer el estado de la estructuración del suelo. Para el presente estudio se consideró como estructura agrónomicamente valiosa, la distribución de los agregados comprendidos entre 7 mm y 0,25 mm, por lo que el coeficiente de estructuración fue determinado mediante la relación entre la suma de los agregados considerados agrónomicamente valiosos (<7 - > 0,25 mm), y la suma de los valores no agronómicos (>7 y < 0,25). Se obtuvo un coeficiente de estructuración evaluado de excelente en el suelo muestreado bajo los diferentes tratamientos estudiados, con valores mayores que la unidad. Mientras más alto sea el valor del coeficiente, mucho mejor es la estructura del suelo. Nótese que los mejores Ke se encontraron en el suelo con las combinaciones de materia orgánica y 5 ml de vinaza, lo

que pudiera estar en consonancia con la rica actividad microbiana y el incremento relativo de materia orgánica en el suelo.

Sin embargo, esto no significa que los suelos puedan ser valorados como de “buena estructura”, si no se tiene en cuenta la estabilidad que presentan ante la acción del agua. Se observa que una gran parte de los agregados mayores de 1 mm se destruyeron hasta la fracción < 0,25 mm en el suelo estudiado bajo las diferentes combinaciones evaluadas, lo que facilita la ocurrencia del proceso de degradación física manifestada en erosión, compactación, mal drenaje, baja permeabilidad hídrica, hidromorfía, asfixia del sistema radicular de las plantaciones etc., si no se toman medidas. El suelo testigo presentó el valor más alto de agregados menores de 0,25 mm (> 50%), lo que tiene efecto negativo para el cultivo de vegetales. Sin embargo, la hidroestabilidad fue mayor (agregados mayores de 0,25 mm) en el suelo+ materia orgánica y el 5 ml de vinaza. La intensa actividad biológica del suelo en ambas combinaciones, hace que las partículas y los microagregados se enlacen entre sí, trayendo como consecuencia una mejor resistencia hídrica del suelo ante la acción destructora del agua.

Curvas de retención de humedad del suelo

El suelo estudiado mostró valores máximos de humedad de saturación superiores al 75 % de humedad volumétrica para los diferentes tratamientos empleados. Los valores más elevados se encontraron en la combinación de 5 ml de vinaza de caña de azúcar/ l de agua en el suelo con valores promedios de 89,69 %. Este comportamiento pudiera estar relacionado con la baja densidad y alta porosidad determinada durante la investigación para todas las variantes estudiadas. Valores superiores al 40 % de porosidad total en los suelos favorecen la aireación, el movimiento del agua en los mismos y el desarrollo del sistema radicular de las plantaciones. Durante el proceso de secado los suelos de los diferentes tratamientos pierden agua rápidamente, a tensiones de 160 cm de la columna de agua retienen menos de la mitad del agua total. Para el suelo estudiado y sus diferentes tratamientos, en dependencia de su comportamiento hidrofísico, el volumen de agua disminuye hasta tensiones de 100 cm de la columna de agua (PF =2), lo que le confiere al suelo estudiado una elevada macroporosidad que no garantiza un flujo capilar continuo del agua en el suelo. En resumen, la aplicación de vinaza al suelo como residuo orgánico supone un aumento de los agregados estables y del número y tamaño de macroporos con el consiguiente mejoramiento de las propiedades físicas. Ello permite afirmar que definitivamente este subproducto de la industria azucarera, es un mejorador de suelos, tanto en la parte física como química, lo que hace factible su uso como un fertilizante orgánico.

Evaluación del cultivo

Mediciones a los 20 DDS

La longitud del tallo mostro diferencias significativas la aplicación de vinaza con respecto a los tratamientos testigo y materia orgánica. La longitud de la raíz mostro diferencias significativas, los tratamientos vinaza y materia orgánica, con respecto al testigo. El número de hojas mostro diferencias significativas entre los 3 tratamiento. Resultados similares obtuvo (Bello, 2008) cuando comparo el efecto de subproductos de la industria azucarera en el crecimiento del tomate.

Mediciones a los 50 DDS

La longitud del tallo muestra diferencias significativas entre los tratamientos vinaza y materia orgánica con respecto al testigo. La longitud de la raíz mostro diferencias significativas entre los 3 tratamiento. El número de hojas no difirió entre el testigo y la materia orgánica, no así, cuando se comparan ambos tratamientos con la aplicación de vinaza. El número de flores y el número de frutos mostro diferencias significativas entre los 3 tratamientos. Estos resultados coinciden

con los obtenidos por (González et al., 2006) cuando estudiaron el efecto de la aplicación de un bioproducto, biobras 16 en plántulas de tomate.

Mediciones a los 90 DDS

A esta edad de la planta, existen diferencias significativas en los indicadores número de hojas, número de flores, número de frutos y diámetro del fruto, cuando se comparan los 3 tratamientos. El indicador peso de diez frutos mostro diferencias significativas en el tratamiento vinaza, con respecto a la aplicación de materia orgánica y el testigo. Resultados similares obtuvo (Castro-Lizazo, 2010), cuando utilizó la vinaza de caña azúcar para la biodesinfección de suelos en relación con la diversidad en hortalizas y platanera. Es importante destacar que en el experimento se observó una tendencia al aumento del número de frutos que es un indicador condicionado por el aumento de las flores.

Referencias

- Álvarez, A; García, R; Casares, I; Jimenes, R. 2008. Posibilidades de aplicación de vinazas en suelos rojos de la mancha (España). Revista Pilquen, Sección Agronomía, Año VI II, N° 8. Universidad Autónoma de Madrid.
- Álvarez, R. 2006. Balance de carbono en los suelos. Información Técnica, INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Publicación Miscelánea N° 105. 36 p.
- Bello, A. 2008. La crisis del cultivo del tomate en Canarias. Alternativa desde la Agroecología. Agropalca 3, 16 p.
- Castro-Lizazo, I. 2010. Biodesinfección de suelos en relación con la diversidad en hortalizas y plataneras. Tesis Doctoral, ETSI Agrónomos, Univ. de Almería, 287 pp.
- Díez-Rojo, MA. 2010. Bases Agronómicas para la Utilización de Restos Agrarios en Biodesinfección de Suelos. Tesis Doctoral, ETSI Agrónomos, Univ. Polit., Madrid, 409 pp.
- Gnecco M.J. 2007. Composición de la Vinaza. Seminario Sobre el potasio y su importancia en el manejo de la caña de azúcar. Asocaña. Cali.
- González, FM; Casanova, A; Hernández, M; Méndez, Rita; Gonzáles, A; Delgado, E. 2006 Efecto de la aplicación de Biobras 16 en la producción de plántulas injertadas de tomate (*Lycopersicum esculentus* Mill). Vol 9 (30) 53-55. Revista de Ciencia y Tecnología.
- MINAGRI. 1999. Nueva versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Tomado de Instituto de Suelos. Ciudad de La Habana.
- Montenegro, S. 2008. Influencia de la aplicación de vinaza sobre la presencia, actividad y biomasa microbiana del suelo en el cultivo de maíz dulce (*Zea Mays*). Universidad Nacional de Colombia Palmira. www.digital.unal.edu.co/dspace/bitstream/10245/1/7005004.2008.pdf.
- Quiroz, I; Pérez, A. 2013. Vinaza y compost de cachaza: efecto en la calidad del suelo cultivado con caña de azúcar, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 5 16 de mayo - 29 de junio, 2013 p. 1069-1075.
- Robertson, L; López-Pérez, JA; Bello, A; Díez-Rojo, MA; Escuer, M; Piedra Buena, A, Ros, C; Martínez, C. 2006. Characterization of *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria* and *M. hapla* populations from Spain and Uruguay on resistant pepper (*Capsicum annum* L.) cultivars. Crop Protection 25, 440- 445.
- Torres, JM; Díez-Rojo, MA; Robertson, L; López-Pérez, JA; Cara M de; Tello J; Bello, A. 2007. Nematodos Fitoparásitos del Género *Meloidogyne* Goeldi, 1892 y su Manejo Ecológico en Cultivos Enarenados de Almería. MAPA, Madrid, 203 pp.
- Urbano, P. 2008. Fitotecnia. Ingeniería de la Producción Vegetal. 2ª Edición. Edit. Mundi-Prensa, 528 pp.