

# EFFECTO DE NIVELES CRECIENTES DE VINAZA EN EL RENDIMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN UN SUELO ULTISOL DEL DEPARTAMENTO DE CAAZAPÁ, PARAGUAY. <sup>1</sup>

VILLALBA CABALLERO, J. <sup>2</sup>

DUARTE ÁLVAREZ, O. J. <sup>3</sup>

## Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de la vinaza en el rendimiento agroindustrial de la caña de azúcar variedad SP 81-3250, se condujo un experimento en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Filial Caazapá, ubicado en la localidad 20 de Julio, en un suelo "Rhodic Palodult" del orden Ultisol del distrito de Caazapá. El mismo se ejecutó durante la campaña agrícola 2007/8. El diseño experimental adoptado fue en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por cuatro hileras de seis metros de longitud y separadas entre sí por una distancia de 1,40 m. Los tratamientos estudiados fueron niveles crecientes de vinaza: 0, 50, 100 y 150 m<sup>3</sup>/ha. Las variables evaluadas en el momento de la cosecha a los 12 meses de cultivo, fueron: rendimiento agrícola, número de cañas por metro lineal, longitud de caña, diámetro de caña, contenido de sólidos solubles totales expresados en °Brix y pureza. Los resultados indican que la aplicación de niveles crecientes de vinaza en el cultivo de la caña de azúcar, ha sido eficaz en el mejoramiento del rendimiento agrícola, induciendo incrementos en la productividad que va del 23 al 42%. Por otro lado, la vinaza no afectó los parámetros de calidad industrial de la caña de azúcar, expresados en % de brix y pureza.

**PALABRAS-CLAVE:** *Saccharum officinarum* L., rendimiento agroindustrial, niveles crecientes, vinaza.

## Abstract

In order to evaluate the effect of vinasse on the agroindustrial yield of sugar cane, variety SP 81-3250, an experiment was conducted on the campus of the Faculty of Agricultural Sciences, National University of Asunción, Caazapá subsidiary, located in the town of 20 de Julio, in a "Rhodic Palodult" soil, order Ultisol of the district of Caazapá. The experiment was executed during the crop year 2007/8. The adopted experimental design was randomized complete block with four treatments and four replications. Each experimental unit consisted of four rows of six meters in length and separated by a distance of 1,40 m. The treatments were increased levels of vinasse: 0, 50, 100 and 150 m<sup>3</sup>/ha. The variables assessed at the time of harvest and at 12 months of culture were: crop yield, number of cane per meter length of reed, cane diameter, brix and purity. The results indicate that the application of increasing levels of vinasse in the cultivation of sugar cane, has been effective in improving crop yields, leading to productivity increases ranging from 23 to 42%. On the other hand, the vinasse did not affect industrial quality of sugar cane, expressed as percentage of brix and purity.

**KEY-WORDS:** *Saccharum officinarum* L., agroindustrial yield, increased levels, vinasse.

## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar, *Saccharum officinarum* L, es cultivada en forma comercial en el Paraguay a partir de la primera década del siglo pasado, donde se instalaron los principales ingenios azucareros. En la actualidad, se cultiva comercialmente en casi todos los departamentos de la región Oriental, constituyéndose en un importante rubro tanto en lo social como en lo económico. Sin embargo, la productividad de la caña de azúcar en el país es aún baja, comparada con otros países de la región, con una media de apenas 50 t /ha (MAG-DCEA, 2008), debido a diversos factores, entre ellos la baja fertilidad de los suelos más representativos de las áreas cañeras del país. En este aspecto, se conoce que la aplicación de fuentes orgánicas de nutrientes es una de las prácticas más importantes para mantener y mejorar la fertilidad de los suelos.

La agroindustria de la caña de azúcar se caracteriza por la generación de grandes volúmenes de residuos agrícolas como la torta de filtro y la vinaza. La torta de filtro es el principal residuo, produciéndose de 30 a 50 kg por tonelada de materia prima cosechada, lo cual

representa entre 3 y 5 % de la caña molida. En tanto, la vinaza es un residuo resultante de la producción de alcohol, obteniéndose de 10 a 18 litros, por cada litro de alcohol producido. Estos residuos pueden ser incorporados al suelo como fuente de nutrientes y de materia orgánica y transformarse en importantes fuentes de reciclaje de fertilizantes.

La vinaza es un residuo compuesto, constituido por cerca de 93 % de agua y 7 % de constituyentes sólidos. De estos últimos, cerca del 75 % son sustancias orgánicas y los 25 % restantes son minerales, en su mayoría potasio, calcio y magnesio. Los estudios realizados por numerosos autores mostraron que las equivalencias de fertilizantes minerales (urea, superfosfato triple y cloruro de potasio), contenidos en un metro cúbico de vinaza, de mosto de jugo de caña son: 0,89 kg de urea, 0,60 kg de superfosfato triple y 4,47 kg de cloruro de potasio (Ocampo, 2004).

Los efectos de la aplicación de la vinaza en la productividad de la caña de azúcar han sido estudiados por diversos autores. Así Gomes y Almeida, citados por Gloria & Orlando (1983) utilizaron hasta 1000 m<sup>3</sup> /ha con

<sup>1</sup> Parte de la Tesis de Graduación presentada a la orientación de Producción Agrícola de la FCA - UNA, Filial Caazapá.

<sup>2</sup> Ing. Agr. Egresado de la FCA-UNA, Filial Caazapá.

<sup>3</sup> Prof. Ing. Agr. (M. Sc.) Docente-Investigador de la FCA-UNA, Filial Caazapá.

buenos resultados. Según Stupello et al. (1977), la aplicación de dosis crecientes de vinaza aporta efectos benéficos sobre la productividad agrícola, con aumentos proporcionales a las dosis aplicadas. Otro estudio importante respecto a la aplicación de vinaza en caña de azúcar fue reportado por Gloria y Macro (1976), a través de resultados obtenidos en cuatro cortes y en suelos de baja fertilidad, en donde observaron incrementos en la productividad en toneladas por hectárea del orden del 5, 25, 54 y 67 % en cortes de caña planta y socas de primer, segundo y tercer corte, respectivamente.

Por otro lado, Arruda Leme (1988) menciona que el componente nutricional más importante de la vinaza es el potasio y que el mismo puede incrementar el tenor de cenizas en el caldo, debido a la absorción exagerada de dicho nutriente por las plantas.

En el Paraguay, no existe registro de investigación científica sobre el efecto de la aplicación de dosis de vinaza en la productividad agroindustrial de la caña de azúcar. Sin embargo, a partir de la década de 90 algunos ingenios del país han procurado dar un uso racional a sus residuos y comenzaron la fertirrigación de sus cañaverales con la vinaza. Hasta ese entonces la vinaza ocasionaba un grave problema a las industrias, principalmente por la dificultad para almacenar los grandes volúmenes que se producían en un período de tiempo relativamente corto; además por sus características poluentes con presencia de una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) muy elevada, que oscila entre 7,000 y 20,000 mg/litro.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de vinaza en el rendimiento agro industrial de la caña de azúcar en un suelo del orden Ultisol, representativo de las áreas cañeras del departamento de Caazapá.

## METODOLOGÍA

El experimento fue conducido en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Filial Caazapá, ubicado en la localidad 20 de Julio, en un suelo "Rhodic Palodult" perteneciente al orden Ultisol del distrito de Caazapá. El mismo tuvo una duración de un año y se ejecutó durante la campaña agrícola 2007/8. Los valores de las características físico químicas del suelo son representativos del área de producción cañera y revelan que el pH es ligeramente ácido, con niveles medio de potasio disponible y fósforo muy bajo, ubicado sobre un suelo de textura franco arenoso (Tabla 1).

**TABLA 1. Características físico químicas del suelo donde se instaló el experimento. Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Caazapá. Año 2007.**

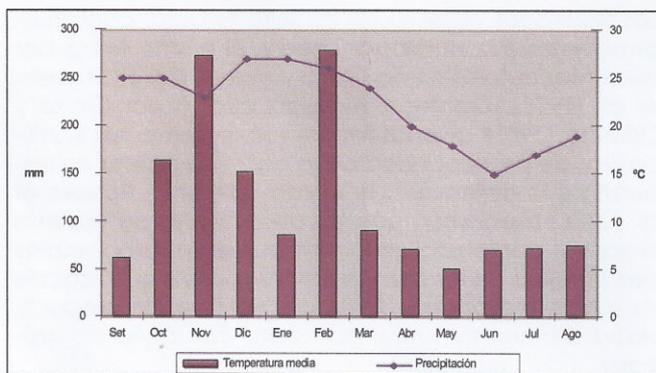
Clase textural	pH	M.O. %	P (ppm)	Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> (Cmolc/kg)	k <sup>+</sup> Cmolc/kg	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> (Cmolc/kg)
Franco arenoso	5,62	0,73	0,80	1,10	0,22	0,22

El clima del área experimental se caracteriza por ser

subhúmedo megatermal según la clasificación de Thornthwaite, con una precipitación media anual de 1600 mm, temperatura media anual de 21 °C y se encuentra entre las coordenadas geográficas de 26° 11' S y 56° 22' E, a una altura de 143 msnm. En la Figura 1 son presentados los datos meteorológicos registrados durante el ciclo de cultivo en la estación meteorológica de la FCA, Filial Caazapá.

El diseño experimental adoptado fue en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por cuatro hileras de seis metros de longitud y separadas a una distancia de 1,40 m. Los tratamientos estuvieron constituidos por diferentes dosis de vinaza: 0, 50, 100 y 150 m<sup>3</sup>/ha.

El sistema de plantación fue convencional, colocando doble caña en surco corrido y cortadas en esquejes de dos yemas, con una densidad uniforme de 16 yemas por metro lineal. La variedad utilizada para este experimento fue la SP 81-3250.



**FIGURA 1. Temperatura y precipitación media mensual en el local donde se ejecutó el experimento. Período agrícola 2007/2008.**

La aplicación de la vinaza se realizó en cobertura, directamente sobre las hileras de caña, fraccionando la cantidad a ser aplicada según tratamiento y en dos aplicaciones. La primera se realizó tres meses después de la plantación y la segunda, un mes después de la primera aplicación.

Las variables evaluadas en el momento de la cosecha y a los 12 meses de cultivo, fueron: rendimiento agrícola (t/ha), número de cañas, longitud de caña (m), diámetro de caña (cm), contenido de sólidos solubles totales expresados en porcentaje de grado brix y pureza (%).

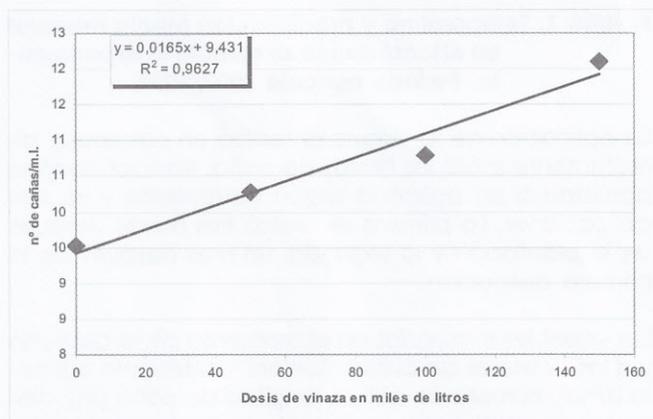
Para la determinación del rendimiento agrícola fueron pesadas todas las cañas de la parcela útil (hileras centrales); el número de cañas se cuantificó mediante el conteo de todas las cañas cosechables de la parcela útil y el resultado expresado en número de cañas por metro lineal; por último, de la parcela útil, de cada unidad experimental, se extrajo en forma aleatoria una muestra de 10 cañas, que fueron medidas para determinar el promedio de longitud y diámetro; posteriormente la misma muestra fue procesada para la extracción de jugo y determinación del contenido de °Brix y la pureza de la caña.

Para el análisis estadístico, los datos del experimento fueron sometidos a análisis de varianza, al 5% de probabilidad de error; en las variables en la que hubo diferencias significativas entre tratamientos se hizo análisis de regresión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos de la aplicación de dosis crecientes de vinaza en el rendimiento agrícola se presentan en Figura 1. Al efectuar el análisis de varianza de los datos obtenidos para dicha variable se detectó diferencias estadísticas significativas y al realizar el análisis de regresión se encontró alta correlación positiva lineal con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,7885$ . Estos resultados indican además, que la caña de azúcar tiene alta respuesta positiva en el rendimiento agrícola a la aplicación de vinaza hasta la dosis de 150 m<sup>3</sup>/ha, observándose incrementos en la productividad en toneladas de caña por hectárea equivalentes al 29, 23 y 42 %, en comparación al testigo, con la aplicación de 50, 100 y 150 m<sup>3</sup>/ha de vinaza, respectivamente.

Los resultados observados en este estudio, confirman otros anteriores publicados sobre el mismo tema por diferentes autores como Gloria y Macro (1976); Stupello et al. (1977); Gomes y Almeida citado por Gloria y Orlando (1983) quienes reportaron incrementos significativos de productividad de la caña de azúcar en respuesta a la aplicación de vinaza. Asimismo, Rosseto et al. (2008) reportaron que los altos niveles de materia orgánica contenida en la vinaza fueron responsables de la mejora de las características físicas y químicas de los suelos, elevando su fertilidad y el nivel de productividad de muchos suelos cultivados con caña de azúcar.



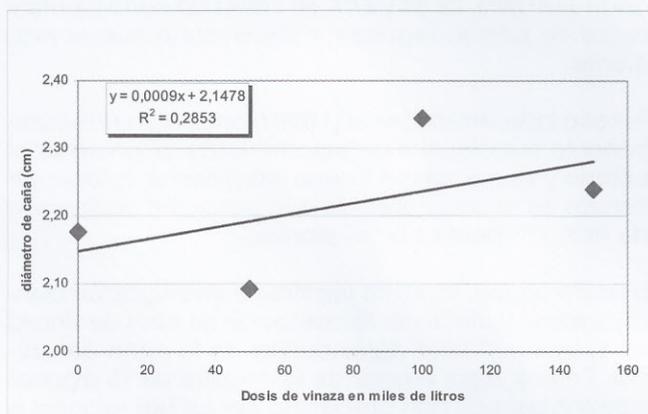
**FIGURA 2- Efecto de niveles crecientes de vinaza en el nº de cañas/ml. Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Caazapá. Año 2008.**

La Figura 2 muestra los resultados de efecto de dosis de vinaza en la población de caña, expresada en número de cañas cosechadas por metro lineal, observándose un aumento significativo en esta variable en respuesta a la aplicación de dosis crecientes de vinaza, con un coeficiente de determinación superior al 96 % ( $R^2 = 0,9627$ ). Se aprecia que con la dosis más alta, el incremento promedio fue de 2,59 cañas por metro lineal, lo que equivale a más de 18 mil cañas por hectárea.

Otro componente de rendimiento que reveló respues-

ta significativa a la aplicación de vinaza fue el diámetro de caña, constatándose aumento de 2,18 a 2,35 cm en dicha variable, en función a la aplicación de vinaza (Figura 3).

Es importante señalar que tanto el número de caña por metro, como el diámetro de caña son componentes del rendimiento que afectan grandemente el rendimiento final del cultivo de la caña de azúcar.



**FIGURA 3- Efecto de niveles crecientes de vinaza en el diámetro de caña. Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Caazapá. Año 2008.**

En cuanto a las otras variables estudiadas como longitud de caña y peso de caña, aunque se observan tendencia de aumento con la aplicación de vinaza, sin embargo estos incrementos no fueron significativos estadísticamente (Tabla 2).

**TABLA 2- Efecto de niveles crecientes de vinaza en algunos componentes de rendimiento industrial y agrícola en caña de azúcar. Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Caazapá. Año 2008.**

Tratamientos	Componentes de Rendimiento Agrícola		Componentes de Rendimiento Industrial	
	Peso de caña (g)	Longitud de caña (m)	Brix (%)	Pureza (%)
T1. Testigo	732,8	1,61	19,95	88,84
T2. 50 m <sup>3</sup> /ha de vinaza	715,9	1,73	20,85	84,60
T3. 100 m <sup>3</sup> /ha de vinaza	834,1	1,64	20,85	85,39
T4. 150 m <sup>3</sup> /ha de vinaza	772,2	1,78	21,10	90,21
CV%	9,54	7,25	5,28	4,27

Por otro lado, se observó que la aplicación de vinaza en las dosis estudiadas (50, 100 y 150 m<sup>3</sup>/ha), no afecta los parámetros de calidad industrial de la caña de azúcar, expresados en brix y pureza (Tabla 2). Este resultado es interesante, atendiendo que al aumentar el rendimiento agrícola y al mantenerse sin variación los parámetros de calidad industrial, la cantidad de productos, azúcar o alcohol extraíble en la industria, también aumenta por unidad de superficie. Estos resultados indican que la dosis máxima aplicada de vinaza, equivalente a 400 kg/ha potasio no afecta la calidad industrial de la caña de azúcar.

Los resultados de esta investigación coinciden con

Arruda Leme (1988), quien señala que la vinaza aplicada en dosis equivalentes hasta 600 kg/ha de potasio no afecta la calidad industrial de la caña, en términos de contenido de sólidos solubles totales expresados en grados brix y pureza, debido al incremento de la presencia de cenizas en el caldo.

## CONCLUSIÓN

- La aplicación de vinaza en el cultivo de la caña de azúcar, en las dosis estudiadas, ha sido eficaz en el mejoramiento del rendimiento agrícola, induciendo incrementos en la productividad que va del 23 al 42%.

- La población de caña, expresada en número de cañas cosechables por metro lineal, aumentó significativamente con la aplicación de dosis crecientes de vinaza.

- Los parámetros de calidad industrial de la caña de azúcar, en términos de contenido de sólidos solubles totales expresados en porcentaje de grado brix y pureza, no fueron afectados por la aplicación de vinaza en las dosis estudiadas.

## LITERATURA CITADA

ARRUDA LEME, E. J. 1988. Uso e tratamento de Resíduo Agroindustriais No Solo 178 p.

GLORIA, N. A.; 1983. Adubaçãõ de soqueira de cana-de-açúcar com vinhaça. Brasil Açucareira, Rio de Janeiro; Br. 363 p.

GLORIA, N. A.; MACRO, J. A. 1976. Utilizacão agrícola

dos resíduos agrícola de usina de acucar e destileria na usina da Pedra. In: Seminario Copersucar da Agroindustria, Açucareira., 4, Aguas de Lindoia, Anais. Sao Paulo, Copersucar. 180 p.

GLÓRIA, N.A. da. & ORLANDO FILHO, J. 1983. Aplicação da vinhaça como fertilizante. Boletim Técnico Planalsucar, Piracicaba, 5 (1): 1-38 p.

GLORIA, N. A.; ORLANDO F. J. 1984. Aplicacão de vinhaca: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. Parte 2. Acucar & Alcool, Sao Paulo; Br. 31 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. DIRECCIÓN DE CENSO Y ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2008. Síntesis Estadísticas Producción Agropecuaria. Asunción, Py. 49 p.

OCAMPO, A.; 2004. Alcohol Carburante: actualidad tecnológica. Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia). Nº 1. p. 39-46

ROSSETTO, R.; VITTI, A.C.; DIAS, F.L. 2008. Manutenção da fertilidade e correção do solo no cultivo da cana-de-açúcar. Pólo Regional Centro Sul, Piracicaba - Programa Cana-de-açúcar do IAC p. 125-139.

STUPIELLO, J. P. 1977. Efeito da aplicacão da vinhaca como fertilizante na qualidade da cana de açúcar. Brasil Açucareiro, v.40, n.3. p. 41-50.

## EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO QUÍMICO PARA EL CONTROL DE LA PUDRICIÓN CARBONOSA DEL TALLO EN EL CULTIVO DE SÉSAMO (*Sésamum indicum*).<sup>1</sup>

AYALA R., N. I.<sup>2</sup>  
ORREGO F., A. L.<sup>3</sup>

### Resumen

Fue realizado un experimento en el Campo Experimental del Centro de Negocios de la Empresa Shiroswa Company, en el departamento de San Pedro - Paraguay, entre los meses de noviembre 2008 a marzo de 2009, con el objetivo de evaluar la eficiencia del control químico, en condiciones de campo, de la enfermedad Pudrición carbonosa del tallo en sésamo, causada por el hongo *Macrophomina phaseolina*. Para tal efecto, los productos químicos fueron aplicados a los 40 y 60 días después de la emergencia de las plantas (DDE), mediante el empleo de una mochila pulverizadora de 20 litros de capacidad, con pico tipo abanico y ángulo de 110°. El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar, con 7 tratamientos (Oxicloruro de cobre, Metalaxil + Mancozeb, Metil thiophanato, Carbendazín, Streptomycina, Tebuconazole, Testigo) y 4 repeticiones, totalizando 28 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 4 hileras de 7,2 m, separadas por 1 m entre sí. Fueron evaluadas el porcentaje de plantas enfermas (a los 39, 50, 59, 70 y 120 DDE) y la altura promedio de plantas a los 120 DDE. Los datos obtenidos de las diferentes variables fueron sometidos al análisis de varianza y las medias comparadas por el Test de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados indican que ninguno de los tratamientos fue eficiente en el control del patógeno, aunque se destaca que las plantas tratadas con Oxicloruro de cobre obtuvieron el menor promedio de plantas enfermas con 63,36 %, mientras que en el tratamiento Testigo el 100 % de las plantas estaban enfermas. El mejor promedio de altura de plantas obtuvieron las tratadas con Carbendazín presentando 1,60 m, en cambio, en el tratamiento Testigo el promedio fue sólo 0,61 m.

**PALABRAS-CLAVE:** Control químico, *Sésamum indicum*, *Macrophomina phaseolina*.

<sup>1</sup>Parte de la tesis presentada a la FCA - UNA para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo  
<sup>2</sup> Ing. Agr. egresado de la Orientación Protección Vegetal de la CIA de la FCA - UNA  
<sup>3</sup> Ing. Agr. M.Sc. Docente del Departamento de Protección Vegetal de la FCA - UNA