

# INFLUENCIA DEL RESIDUAL DE TORULA SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS DE UN SUELO OSCURO PLASTICO GLEYZOSO Y SU RELACION CON LOS RENDIMIENTOS AGRICOLAS DE LA CAÑA DE AZUCAR

D. Lara, V. M. Paneque y M. A. Martínez

**ABSTRACT.** An experiment was carried out at "Juan M. Márquez" agroindustrial enterprise, with the aim of evaluating the effect of torula effluent irrigation upon the physical properties from a Gleyed Plastic Obscure soil and its relationship with cane yields in the 4<sup>th</sup> ratooned- Ja60-5 cultivar. Two treatments were studied, they both consisting of applying a sprinkler irrigation pattern of 500 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> at three times between harvests since plantation in January, 1987; however, they were different because the first treatment was currently fertilized and irrigated whereas the second one was not fertilized but irrigated by torula effluents. Nine soil profiles were made per treatment, taking core samples at 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 and 40-50 cm deep, determining bulk density, real density, total porosity, field capacity, organic matter and estimating cane yields. A positive effect was recorded as a result of a bulk density decrement and the increment of total porosity, field capacity, organic matter and cane yields.

**Key words:** effluents, sprinkler irrigation, sugarcane, fertilizers, physico-chemical properties, soil

**RESUMEN.** En el Complejo Agroindustrial "Juan M. Márquez" se llevó a cabo un experimento, con el objetivo de evaluar el efecto del riego con residual de torula sobre las propiedades físicas de un suelo Oscuro Plástico Gleyzoso y su relación con los rendimientos agrícolas de la caña de azúcar, variedad Ja60-5 de cuarto retoño. Se estudiaron dos tratamientos que consistieron en la aplicación de una norma de riego por aspersión de 500 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> en tres ocasiones cada uno entre cosechas desde que fue plantado en enero de 1987, diferenciándose en que el primero fue fertilizado y regado normalmente y el segundo no fue fertilizado y como agua de riego fue aplicado el residual de torula. En cada tratamiento se realizaron nueve perfiles de suelos, donde se tomaron muestras a las profundidades de: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 y 40-50 cm. A las mismas se les determinó la densidad aparente, densidad real, porosidad total, capacidad de campo, materia orgánica y se cuantificaron los rendimientos agrícolas, encontrándose un efecto positivo al propiciar una disminución de la densidad aparente así como un aumento de la porosidad total, la capacidad de campo, la materia orgánica y en los rendimientos agrícolas.

**Palabras clave:** aguas residuales, riego por aspersión, caña de azúcar, fertilizantes, propiedades fisico-químicas, suelo

## INTRODUCCION

El vertimiento de los residuales líquidos de la industria azucarera y sus derivados en el mar, los ríos, las presas y las cuencas subterráneas, hace que sea considerado uno de los contaminantes más importantes del país.

La utilización de las aguas residuales de la industria azucarera en el riego y la fertilización de la caña de azúcar, ha sido objeto de estudio de varios investigadores, como Arzola, Reyes y González (1986), y Paneque (1989), quienes informan la posibilidad de su uso en la agricultura, al utilizar al suelo como un medio receptor y purificador, teniendo influencia en sus propiedades y en los cultivos.

D. Lara, Investigador, Dr. V. M. Paneque, Investigador Titular y M. A. Martínez, Investigador Auxiliar del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal No. 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

En nuestro país, los estudios de física de suelos que tienen en cuenta los diferentes tipos de residuales, suelos y cultivos han sido escasos y conociendo la importancia que tienen estas propiedades para el mejor desarrollo de los cultivos, se realizó el presente trabajo, con el objetivo de evaluar el efecto del riego con residual de torula sobre las propiedades físicas de un suelo Oscuro Plástico Gleyzoso y su relación con los rendimientos agrícolas.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en el Complejo Agroindustrial "Juan M. Márquez", en un suelo Oscuro Plástico Gleyzoso cultivado con caña de azúcar variedad Ja60-5 cuarto retoño. El estudio se realizó posterior a la cosecha (febrero de 1992), en un experimento de dos tratamientos ordenados en franjas con distribución sistemática contando con seis réplicas; cada tratamien-

to con un área de 3000 m<sup>2</sup> recibió como norma de riego por aspersión 500 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> en tres ocasiones entre cosecha desde que fue plantado en enero de 1987, diferenciándose en que el primero fue fertilizado y regado con agua de crudo que posee en su composición química, características muy semejantes a las aguas de pozo y el segundo no fue fertilizado y como agua de riego fue aplicado el residual de torula.

Para hacer el estudio de física de suelos en cada tratamiento, se realizaron nueve perfiles de suelos distribuidos en tres réplicas de forma que fueran representativos de toda el área. Se tomaron muestras a las profundidades: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 y 40-50 cm. Para la determinación de propiedades físicas se realizaron las siguientes evaluaciones en el campo y en el laboratorio:

- capacidad de campo: método gravimétrico o de campo
- densidad aparente: método de los cilindros de Kachinski
- densidad real: método del pignómetro
- porosidad total: mediante cálculo  $PT = 1 - \frac{DA}{DR} \cdot 100$
- materia orgánica: método Walkley y Black

Se hicieron muestras de diez tallos por réplica en el momento de la cosecha para la determinación del pol en caña. Para la evaluación del rendimiento se cortó y pesó toda la caña de cada parcela.

Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza y a la prueba de rango múltiple de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Caracterización de las aguas residuales.** En la tabla I se presenta el análisis químico de las aguas residuales utilizadas para el riego en el experimento. El residual de producción de azúcar crudo presenta buena calidad para el riego, según lo establecido por Richards (1954). El residual procedente de la producción de torula no se puede evaluar con los criterios de Richards (1954), por tener altos contenidos de potasio, fósforo, nitrógeno y materia orgánica. Las sales solubles totales son altas pero sus contenidos de sodio, cloruros y la relación de absorción de sodio son bajos, cumpliendo con los índices establecidos por Panque (1959).

### Influencia de los tratamientos sobre:

**Contenido de materia orgánica.** En la tabla II se muestra la influencia del residual de torula sobre el comportamiento del contenido de materia orgánica en las diferentes profundidades estudiadas, observándose diferencias significativas hasta los 40 cm de profundidad. Este aumento se le atribuye al contenido de la materia orgánica que poseen estas aguas y a las cantidades aplicadas, teniendo una gran importancia para el mejor desarrollo del cultivo de la caña, al ser en esta profundidad aproximadamente donde se desarrolla el mayor por ciento de la masa de su sistema radical, actuando la materia orgánica no solo como un portador de nutrientes sino como un acondicionador de las propiedades físicas, coincidiendo con lo informado por Raj (1991).

**Tabla I. Análisis de las aguas residuales utilizadas en el riego del experimento**

Determinaciones	U	Agua residual de crudo (promedio de 6 muestras)	Agua residual de torula (promedio de 5 muestras)
Conduc. eléctrica	MMhos/cm	1.078	6.834
Sales solubles totales	ppm	689	4374
Calcio (Ca)	ppm	111	186
Magnesio (Mg)	ppm	42	214
Potasio (K)	ppm	49	1428
Sodio (Na)	ppm	271	301
Fósforo (P)	ppm	0.28	424
Nitrógeno (N)	ppm	10	216
Cloruro (Cl)	ppm	350	108
Materia Orgánica	g/l	0.53	2.4
pH		4.4	7.0
Relación Absorción Sodio (RAS)		4.48	3.74

**Tabla II. Influencia del residual de torula sobre el comportamiento de la materia orgánica (%)**

Tratamientos	Profundidades				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
1	2.33 a	2.04 a	1.46 a	0.86 a	0.80
2	2.74 b	2.41 b	1.81 b	1.29 b	0.92
$\bar{X}$	2.53	2.22	1.64	1.14	0.91
ES $\bar{X}$	0.035***	0.078***	0.107***	0.087***	0.040

**Densidad aparente.** Los residuales de torula produjeron una disminución en la densidad aparente (Tabla III), haciéndose significativas estas diferencias en los primeros 20 cm. Esta disminución es explicable por el aumento del contenido de materia orgánica en estas profundidades, correspondiéndose estos resultados con los presentados por Rawis (1983) y Cairo et al. (1986), cuando aplicando cachaza al suelo obtuvieron una disminución de la densidad aparente a través de los aportes de materia orgánica que realizó dicho material.

**Tabla III. Influencia del residual de torula sobre el comportamiento de la densidad aparente (g cm<sup>-3</sup>)**

Tratamientos	Profundidades				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
1	1.36 a	1.32 a	1.27	1.26	1.29
2	1.25 b	1.24 b	1.26	1.25	1.25
$\bar{X}$	1.30	1.28	1.26	1.26	1.27
ES $\bar{X}$	0.027*	0.019**	0.022NS	0.026NS	0.022NS

**Densidad real.** En el comportamiento de la densidad real mostrado en la tabla IV, no se produjeron modificaciones por las aguas residuales aplicadas hasta el momento.

**Tabla IV. Influencia del residual de torula sobre el comportamiento de la densidad real ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )**

Tratamientos	Profundidades				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
1	2.40	2.40	2.41	2.44	2.44
2	2.39	2.39	2.40	2.43	2.43
$\bar{X}$	2.39	2.39	2.40	2.43	2.43
ES $\bar{X}$	0.012NS	0.010NS	0.007NS	0.009NS	0.013NS

Kaurichev *et al.* (1984) y Ledia Benítez (1989) señalaron que la densidad real es una propiedad del suelo que se mantiene prácticamente inalterable, al depender del peso específico promedio de su contenido mineralógico y del contenido de sustancias orgánicas, por lo que al parecer los aumentos de materia orgánica obtenidos en el suelo e informados en este trabajo, no son suficientes para producir variaciones en esta propiedad.

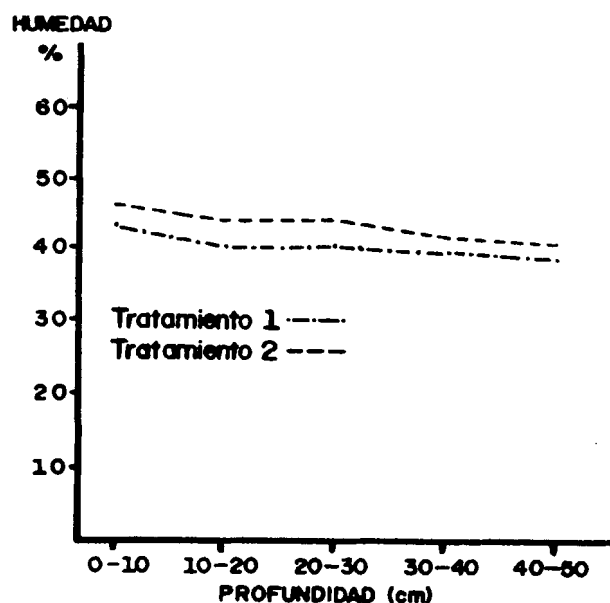
**Porosidad total.** En la tabla V se presenta la influencia del residual de torula sobre la porosidad total del suelo, observándose un incremento significativo en las dos primeras profundidades estudiadas (0-10 y 10-20 cm), como resultado de la disminución de la densidad aparente producida en estas mismas profundidades. Estos resultados corroboran lo explicado por Cairo *et al.* (1986).

**Tabla V. Influencia del residual de torula sobre la porosidad total (%)**

Tratamientos	Profundidades				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
1	43.57 a	44.88 a	47.18	47.56	47.18
2	47.69 b	48.21 b	47.44	48.89	48.81
$\bar{X}$	45.61	46.54	47.31	48.12	47.89
ES $\bar{X}$	1.182*	0.943*	0.915NS	1.149NS	0.952NS

**Capacidad de campo.** En la figura 1 se observa la influencia que tuvo el residual de torula sobre la capacidad de campo, provocando un aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo fundamentalmente en los primeros 30 cm de profundidad, al parecer por el aumento del contenido de materia orgánica y la disminución de la densidad aparente obtenidos en estas profundidades. Estos resultados coinciden con lo presentado por Cairo, López y Cabrera (1985), y Novoa, Martínez y Letelier (1991). Se presume que este aumento obtenido en la capacidad de campo unido a la disminución de la densidad aparente, no produzca un aumento de la capacidad de agua aprovechable, lo que no debe influir sobre la norma de riego.

**Rendimientos agrícolas.** En la tabla VI se presentan los rendimientos del cultivo a través de los valores de caña y pol. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, obteniéndose los mayores valores en el tratamiento número dos que recibió residual de torula, corroborando lo planteado por Paneque (1989). Estos



**Figura 1. Influencia del residual de torula sobre la capacidad de campo**

resultados se deben, entre otras causas, a los efectos beneficiosos producidos por este tipo de agua, en el aumento del contenido de materia orgánica en el suelo, lo que a su vez influyó positivamente en las propiedades físicas analizadas.

**Tabla VI. Comportamiento de los rendimientos ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )**

Tratamientos	Rendimientos ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	
	Pol	Caña
1	13.58 a	81.36 a
2	22.91 b	135.03 b
$\bar{X}$	18.24	108.19
ES $\bar{X}$	0.346***	2.64***

## CONCLUSIONES

- Las aguas residuales de producción de torula provocaron un aumento en el contenido de la materia orgánica en los primeros 40 cm aproximadamente de profundidad en el suelo.
- El residual de torula produjo en el suelo una disminución de la densidad aparente y un aumento de la porosidad total y la capacidad de campo actuando como un acondicionador de las propiedades físicas.
- El residual de torula aumentó los rendimientos de la caña, coincidiendo con las variaciones obtenidas en las propiedades físicas del suelo y el contenido de materia orgánica.

## BIBLIOGRAFIA

- Arzola, N., C. Reyes y S. González. Caracterización en la zafra 84-85 de las aguas residuales de varios centrales de la provincia de Cienfuegos. *Boletín INICA (La Habana)* 1:31-42, 1986.
- Benítez, Ledia. Conferencia Teórico-Práctica sobre feices de suelos y su relación con los suelos cañeros / Ledia Benítez.- La Habana . INCA, 1989.- 30 p.
- Cairo, P., J. F. López y R. Cabrera. Influencia del residual de la fábrica de glucosa de Cienfuegos sobre algunas propiedades físicas de un suelo pesado - Centro Agrícola (Villa Clara) 12(1):3-12, 1985.
- Cairo, P. / *et al.*. Influencia de la cachaza y la cal sobre la materia orgánica y algunas propiedades físicas de un suelo pesado. Centro Agrícola (Villa Clara) 13(1):14-23, 1986.
- Novoa, R., M. Martínez y E. Letelier. Comparación de un sistema de fertilización mineral con uno de fertilización orgánica en una rotación de trigo-frijol.- *Agricultura Técnica (Santiago de Chile)* 51(1):1-8, 1991.
- Paneque, V. M. Utilización de los residuales líquidos de la industria azucarera y sus derivados para el riego y fertilización de la caña como alternativa económica para disminuir la contaminación ambiental. Folleto Divulgativo para Productores / V. M. Paneque.- La Habana, INCA, 1989.- 50 p.
- Prácticas de Edafología / I. S. Kaurichev... / *et al.*.- Moscú : MIR, 1984.- 288 p.
- Rawls, W. J. Estimating Soil Bulk Density from Particle Size Analysis and Organic Matter Content.- *Soil Science (Maryland)* 135(2):123-124, 1963.
- Richard, L. A. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soil. / L. A. Richards.- Washington : United States Dpt. Agriculture, USA, 1964.- (Agriculture Handbook, 60).
- Van Raij, B. Fertilidade do solo e adubacao / B. Van Raij.- Sao Paulo : Ed. Agronômica, 1991.- 343 p.

Recibido: 25 de noviembre de 1993

Aceptado: 18 de marzo de 1994



## Reducción de la NORMA de RIEGO en TOMATE

En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) se ha probado, en condiciones experimentales, que el cultivo del tomate es capaz de desarrollarse y producir satisfactoriamente, con sólo aplicarse el riego hasta los 15 o 20 días después de trasplantadas las posturas. Una vez que las plantas se establecen en el campo y se le suspende el riego, estas logran adaptarse bien y alcanzar rendimientos buenos, manteniendo una buena calidad de la cosecha.

La aplicación correcta de este logro científico permite además, mejorar la calidad externa e interna de los frutos (disminuye la incidencia de plagas, enfermedades y de la vegetación espontánea, así como un considerable ahorro de agua, combustible y fuerza de trabajo que pueden ser utilizadas con otros fines en la agricultura).

Sin embargo, es oportuno señalar que para obtener resultados óptimos es necesario garantizar una buena preparación del suelo, posturas de alta calidad y sobre todo, desarrollar una correcta labor de trasplante.



**INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRICOLAS.**  
Subdirección de Desarrollo Técnico, Caseta Postal No. 1, Telef. 6-3773 y 6-3867.  
Télex: 066115 INCA CU, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.