

ARTÍCULO ORIGINAL

# Fragmentación del suelo para la plantación de la caña de azúcar en cantero

## *Soil fragmentation for the sugar cane mound plantation*

Yoel Betancourt Rodríguez<sup>1</sup>, Arnaldo Gutiérrez Morales<sup>2</sup>, Inoel García Ruíz<sup>2</sup> y Jorge Luís Ponce Salazar<sup>3</sup>

**RESUMEN.** Con el objetivo de determinar el grado de fragmentación del suelo para la plantación de la caña de azúcar en cantero se realizó un experimento sobre un suelo Gley Vértico típico, ubicado en áreas de la Estación Experimental “Jesús Menéndez”. La diferencia en la fragmentación del suelo de los tratamientos se logró variando los pases de grada fina al final de la preparación. Una vez definido la distribución de los agregados de suelo se caracterizó el cantero antes y después del tape en cuanto a sus dimensiones, además se evaluó el espesor del tape y el porcentaje de brotación. Los resultados indicaron que la fragmentación del suelo con el 70% de agregados menores de 50 mm cumple con los requisitos establecidos para la siembra en cantero, logrando altura del banco antes y después de la plantación de 0,20 m, profundidad del surco de 0,11 m y espesor del tape de 0,05 m, así como, porcentaje de brotación de yemas de caña del 49%, acorde a lo reportado para las condiciones de Cuba.

**Palabras clave:** cantero, plantación de caña, distribución de agregados.

**ABSTRACT.** With the objective of determining the degree of soil fragmentation for sugarcane mound plantation, an experiment on a Vertic Gley typical soil, located in areas of the Sugarcane Experimental Station “Jesús Menéndez” was carried out. The difference in the soil fragmentation of the treatments was achieved varying the passes of fine harrow at the end of the soil preparation. Once the aggregate distribution was defined, the mound was characterized as for its dimensions before and after the cane pieces were covers, as it is settled down in the technical handbook for this crop, the cover thickness and bud sprouting percentages were also evaluated. The results showed that the soil fragmentation with 70% of aggregates smaller than 50 mm fulfills the established requirements for mound plantation, achieving a mound height before and after the plantation of 0,20 m, a depth of the furrow of 0,11 m and a cover thickness of 0,05 m, as well as, 49% percentage of bud sprouting, according to what is stated for Cuban conditions.

**Keywords:** mound, Sugar cane plantation, aggregate distribution.

## INTRODUCCIÓN

La preparación de suelo para la plantación de la caña de azúcar en Cuba, a finales del pasado siglo, se encontró inmersa en profundos cambios que van desde el empleo de nuevos métodos hasta la introducción, diseño y modificación de aperos de labranza para atenuar las desventajas encontrada con la aplicación del método tradicional (Santana *et al.*, 1999; Cuellar *et al.*, 2003; Betancourt *et al.*, 2007; INICA, 2009; Leyva, 2009). En ellos se debe destacar la reducción entre 4

y 5 labores desde la rotura hasta el momento en que se deja el área lista para la plantación.

El empleo de la labranza mínima reduce la fragmentación del suelo, y por ende, la calidad del surque y tape de la semilla, por lo que las investigaciones en esta dirección deben prestar especial interés a este aspecto para lograr, de conjunto con otras medidas, alta población de los campos cañeros.

La vía agámica de reproducción de la caña de azúcar en condiciones de producción, desde el punto de vista del grado de mullisión del suelo, le confiere cierta tolerancia en cuanto

**Recibido** 19/03/11, aprobado 19/05/12, trabajo 38/12, artículo original.

<sup>1</sup> Dr. C., Investigador, Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Villa Clara-Cienfuegos (ETICA Villa Clara-Cienfuegos), Autopista Nacional km 246. Apartado 20, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba. Fax: 451 520, E-✉: [bejmenendez@vc.minaz.cu](mailto:bejmenendez@vc.minaz.cu) y [secretaria@epica.vc.minaz.cu](mailto:secretaria@epica.vc.minaz.cu)

<sup>2</sup> Ing., Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Villa Clara-Cienfuegos (ETICA Villa Clara-Cienfuegos), Ranchuelo, Villa Clara, Cuba.

<sup>3</sup> Ing., Sede Universitaria de Sagua la Grande, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.

Nota: La mención de marcas comerciales de los equipos e instrumentos obedece únicamente a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con sus fabricantes.

al tamaño y distribución de los agregados, no obstante, existen determinados límites que si se sobrepasar pueden afectar la brotación.

Por otra parte, la plantación en cantero presenta mayor exigencia respecto al sistema tradicional en cuanto a la fragmentación del suelo, al ser necesaria la formación de un montículo de tierra con las características adecuadas para depositar la semilla por encima del nivel de los espacios entre hileras, sin embargo, el instructivo para la plantación y cultivo de la Caña de Azúcar en Cuba (INICA, 2007) no establece diferencias en cuanto a ello, y a su vez delimita un nivel de fragmentación del suelo que coincide con el propuesto por la norma ramal del antiguo Ministerio del Azúcar (MINAZ) en 1974 (NRAG 047:1978), cuando aún se aplicaba el sistema tradicional de preparación de suelo.

Considerando lo anterior se hace necesario definir el grado de fragmentación del suelo que garantiza los requerimientos

para la plantación de la caña de azúcar en cantero, siendo este el objetivo de la investigación.

## MÉTODOS

La investigación se realizó en áreas del Bloque Experimental de la Caña “Jesús Menéndez”, sobre un suelo en barbecho clasificado como Gley Vértico típico, según Hernández *et al.*, (1999). Se empleó el diseño experimental Zade con cinco variantes, de cuatro surcos de 36 m de longitud y dos surcos de barreras en ambos laterales para un área neta experimental de 0,14 ha, y cuatro réplicas de 7,5 m de longitud.

La preparación de suelo realizada en cada variante se presenta en la Tabla 1, donde se puede apreciar la similitud en las labores realizadas y los medios empleados, a excepción de los pases de grada ligera en el mullido final que se incrementan en un pase por variante.

**TABLA 1. Variantes estudiadas en la investigación de la fragmentación del suelo para la plantación en cantero**

Nro	Clave	Descripción
1	M1G	Rotura (ADA-4), mullido (Grada de 4500 lbs), cruce (M 250), mullido (1 pase de grada ligera) y acanterado (Guía de agua).
2	M2G	Rotura (ADA-4), mullido (Grada de 4500 lbs), cruce (M 250), mullido (2 pase de grada ligera) y acanterado (Guía de agua).
3	M3G	Rotura (ADA-4), mullido (Grada de 4500 lbs), cruce (M 250), mullido (3pase de grada ligera) y acanterado (Guía de agua).
4	M4G	Rotura (ADA-4), mullido (Grada de 4500 lbs), cruce (M 250), mullido (4 pase de grada ligera) y acanterado (Guía de agua).
5	M5G (Testigo)	Rotura (ADA-4), mullido (Grada de 4500 lbs), cruce (M 250), mullido (5 pase de grada ligera) y acanterado (Guía de agua).

Se plantó la variedad C86-12 a 1,6 m de distancia de plantación y densidad de 21 yemas por metro lineal.

Las labores culturales realizadas al experimento hasta el cierre del campo fueron: Fertilización (80-25-100 kg.ha<sup>-1</sup>), riego de agua; herbicida [Diurext (4 L.ha<sup>-1</sup>)+ Ametrex (2 L.ha<sup>-1</sup>)+ Esterol (2 L.ha<sup>-1</sup>)], cultivo mecanizado (FC 12), limpia manual al hilo del surco, herbicida área total [Finale (2 L.ha<sup>-1</sup>)+ Ametrex (1 L.ha<sup>-1</sup>)], limpia manual al área total y desorillos.

Las evaluaciones efectuadas antes y después de plantado el experimento fueron:

Distribución de los agregados del suelo: se realizó antes del acanteramiento, según la metodología propuesta en la NC 34-51:1987. “Maquinarias e implementos agrícolas. Arados y Subsoladores. Metodología para la realización de las pruebas”, mediante el método de tamizado y pesaje (con balanza

digital de apreciación 0,1kg) se separan las fracciones de partículas del suelo de 0 a 10; 10 a 25; 25 a 50; 50 a 100 y mayores de 100 mm. Se tomaron 12 muestras por variante (tres muestras por réplica), en un área de 1 m<sup>2</sup> y profundidad igual a la alcanzada en la preparación de suelo. Finalmente el porcentaje de las partículas se agruparon en terrones mayores y menores de 50 mm, y se tomó este último para el análisis tal y como se consideran en la NRAG 047:1974 y el Instructivo propuesto por el Instituto Nacional de la Caña de Azúcar (INICA, 2007).

Altura del cantero antes ( $H_c$ ) y después del tape ( $H_{ct}$ ) y profundidad del surco ( $p$ ), mediante el empleo del nivel de burbuja y el perfilómetro con divisiones en el plano horizontal cada 5 cm y precisión en la medición en el plano vertical de 1 mm (Figura 1).

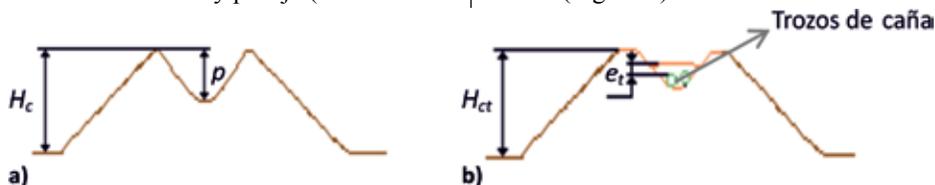


FIGURA 1. Dimensiones del cantero ante del tape (a) y después de plantada la caña (b).

Espeor del tape ( $e_t$ ): colocando una placa de plástico rectangular de 0,1 x 0,2m y 2 mm de espesor, longitudinal al surco y en línea con los trozos de caña, la tierra se removió en uno de sus extremos hasta descubrir la semilla, y por medio de una regla de precisión en la medición de 1 mm se midió el espesor del tape (Figura 1).

Brotación de yemas. Conociendo el total de yemas plantadas por metro lineal y las brotadas por réplica se determinó el porcentaje de brotación.

El procesamiento estadístico de los datos experimentales se realizó mediante el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5.0, empleándose el modelo ANOVA de clasificación simple para el cálculo de las medias por variante y la prueba de Duncan para determinar las diferencias significativas entre las medias con un 95 % de probabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aumento del número de pases de grada ligera, desde uno (M1G) hasta cinco (M5G), mostró diferencias significativas en los terrones menores de 50 mm de todas las variantes, obteniéndose los mejores resultados en M5G y M4G con 81% y 70%, respectivamente. Continuando en ese orden pero con menor grado de fragmentación, inferior al 66%, se encuentran las variantes M1G, M2G y M3G (Tabla 2).

**TABLA 2. Fragmentación del suelo, altura del cantero y profundidad del surco en las variantes estudiadas**

Variantes (estadígrafo)	Indicadores		
	Terr. < 50 mm, %	Hc, m	Ps, m
M1G	29,10 e	0,15 b	0,04 c
M2G	47,50 d	0,15 b	0,05 bc
M3G	65,08 c	0,17 b	0,07 b
M4G	70,56 b	0,20 a	0,11 a
M5G	81,15 a	0,21 a	0,11 a
(E.E.)	±1,020	± 0,007	±0,008

Leyenda: (a,b,c,d,e)- Medias con letras diferentes en una misma columna difieren por Duncan a P < 0,05. M1G, M2G, M3G, M4G, M5G- uno, dos, tres, cuatro y cinco pases de grada fina, respectivamente. Terr- Terrones, Hc- Altura del cantero, Ps- profundidad del surco, E.E- Error estándar.

A pesar de los resultados obtenidos en cuanto a la fragmentación del suelo de M5G y M4G, la altura del cantero y la del surco respecto al espacio entre hilera no mostraron diferencias significativas en esas variantes, siendo el primero mayor o igual a 0,20 m y el segundo de 0,11 m. Estas variantes si mostraron diferencias significativas respecto a las restantes (M1G, M2G y M3G) en ambos parámetros.

Entre M1G, M2G y M3G no se halló diferencias significativas en cuanto a la altura del cantero y sí en la profundidad del surco, donde M3G y M1G mostraron diferencias significativas, al tiempo que M2G no difiere entre ellas.

El Instructivo para la Plantación de la Caña de Azúcar en Banco (MINAZ, 1980), establece altura del cantero entre 0,20 y 0,30 m y profundidad del surco, donde se deposita la caña, de 0,10 a 0,15 m; a partir de eso, la fragmentación del suelo con el 70% o más de agregados menores de 50 mm cumplen con esos requisitos.

Dicho instructivo no se refiere a la distribución adecuada de los agregados del suelo para el acanteramiento, tampoco la norma NRAG-047:1978 de preparación de suelo, ni el Instructivo Técnico (INICA, 2007), ambos para la Producción y Cultivo de la Caña de Azúcar en Cuba, no obstante, el grado de mullición del 85% de los agregados menores de 50 mm para la plantación no se adecua a las tendencias actuales de labranza mínima de la agricultura cañera, coincidiendo con lo planteado por Leyva (2009).

El grado de mullición del suelo también ejerce notable influencia sobre el espesor del tape y la altura final del cantero después de la plantación como se aprecia en la Tabla 3. Las variantes con presencia de agregados menores de 50 mm inferiores al 70% no cumplen lo propuesto en el citado instructivo con relación al espesor del tape, de 3 a 5 cm, con alta desviación que provoca el exceso de suelo o trozos sin tapar. De igual forma sucede con la altura final del cantero al no alcanzar los 0,20 m.

**TABLA 3. Altura del cantero y espesor del tape de los trozos de caña con diferente grado de fragmentación del suelo**

Variantes	Espesor del tape		Altura final del cantero		
	Espesor, m	Desviación estándar, m	Altura, m	Error estándar	Significación
M1G	0,073	0,063	0,159 c		
M2G	0,070	0,042	0,174 bc		
M3G	0,062	0,040	0,179 b	±0,009	P<0,050
M4G	0,046	0,015	0,204 a		
M5G	0,047	0,012	0,223 a		

Leyenda: (a,b,c)- Medias con letras diferentes en una misma columna difieren por Duncan. M1G, M2G, M3G, M4G, M5G- uno, dos, tres, cuatro y cinco pases de grada fina.

Lo anterior influye negativamente sobre la brotación de yemas (Tabla 4), ya que solamente entre el 23 y 31% de las yemas brotaron en M1G, M2G y M3G. Entre las variantes M4G y M5G no se encontró diferencias significativas en este parámetro, siendo del 49%.

**TABLA 4. Brotación de yemas en diferentes estados de fragmentación del suelo**

Variantes	Brotación de yemas, %	Error estándar	Significación
M1G	23,30 c		
M2G	27,44 bc		
M3G	31,37 b	± 1,75	P<0,05
M4G	49,55 a		
M5G	49,80 a		

Leyenda: (a,b,c)- Medias con letras diferentes en una misma columna difieren por Duncan. M1G, M2G, M3G, M4G, M5G- uno, dos, tres, cuatro y cinco pases de grada fina.

El porcentaje de brotación de yemas en las variantes con el 70% o más de los agregados de suelo menores de 50 mm coincide con lo reportado por el INICA, entre 40 y 50%, para las condiciones de Cuba (INICA, 2007).

En la Figura 2 se muestra el cantero antes y después de la plantación de la caña en la variante con el 70 % de los agregados de suelo menores de 50 mm de diámetro (M4G).

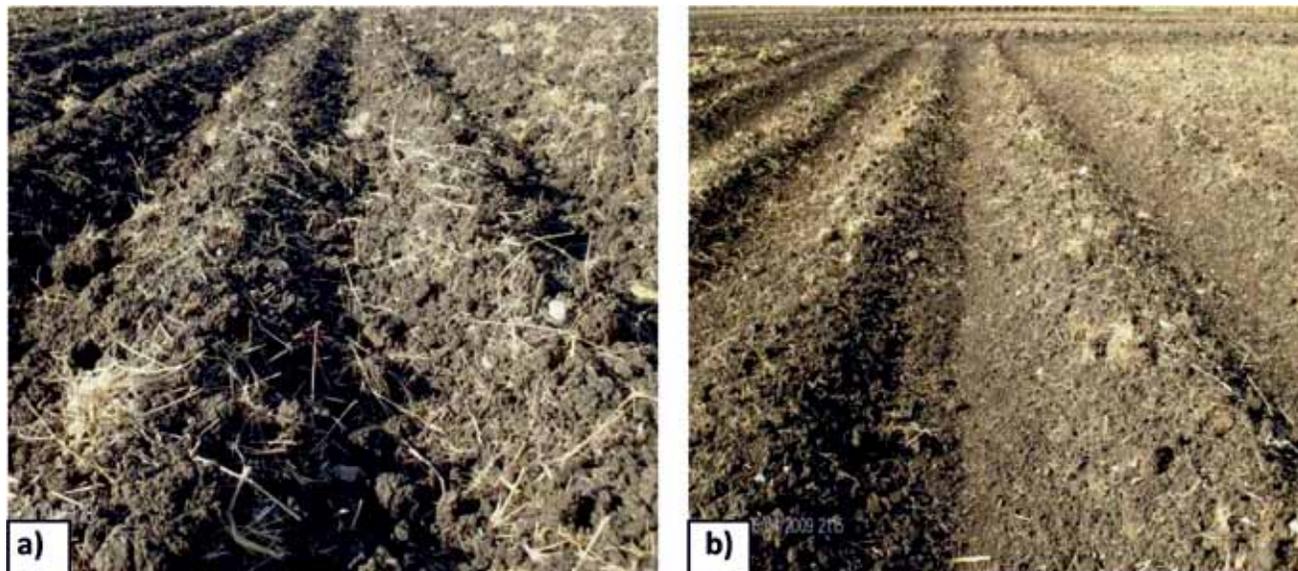


FIGURA 2. Cantero antes (a) y después del tape (b) en la variante con el 70% de los agregados menores de 50 mm. (variante M4G).

## CONCLUSIONES

- La fragmentación del suelo con el 70 % o más de agregados menores de 50 mm de diámetro garantiza:
- Los requisitos para la plantación en cantero, logando altura del banco antes y después del tape de 0,20 m y profundidad

- del surco respecto a los espacios entre hileras de 0,11 m;
- El tape adecuado de los trozos de caña, así como porcentaje de brotación de yemas del 49%.
- Establecer como índice de referencia para estas condiciones la fragmentación del suelo con el 70% de los agregados menores de 50 mm de diámetro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BETANCOURT, Y.; M. RODRÍGUEZ; L. LEÓN; A. GUTIÉRREZ e I. GARCÍA: “Variantes tecnológicas de laboreo mínimo para la plantación de Caña de Azúcar en los suelos de mal drenaje del Norte de Villa Clara”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 16(4): 53-57, 2007.
2. CUELLAR I. A.; M. E. DE LEÓN; A. GÓMEZ; D. PIÑÓN; R. VILLEGAS e I. SANTANA: *Caña de Azúcar. Paradigma de Sostenibilidad*, 175pp., Instituto Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar (INICA), La Habana, 2003.
3. HERNÁNDEZ, A.; M. O. ASCANIO; A. CABRERA; M. MORALES; N. MEDINA y L. B. RIBERO: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. 64pp., Instituto de Suelo. Editora AGRINFOR, 1999.
4. INICA: *Instructivo Técnico para la Producción y Cultivo de la Caña de Azúcar*, 166pp., Publicita, Instituto Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar (INICA), ISSN1028-6527, Primera Edición, La Habana, Cuba, 2007.
5. INICA: *Taller nacional con los directores de producción de caña de empresas y GEA*. 144pp., Instituto Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar (INICA), *Rev. Cuba & Caña*. Suplemento especial, (2), La Habana, 2009.
6. LEYVA, O.: *Fundamentación de una tecnología para laboreo mínimo de suelos vertisoles basada en la aplicación de una máquina compleja en caña de azúcar*, 145pp., **Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas)**, Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba, 2009.
7. MINAZ: *Instructivo para la programación y ejecución de la siembra en banco o cantero*, 9pp., Ministerio del Azúcar (MINAZ) Dirección de agrotécnia, Departamento de Agronomía, La Habana, diciembre, 1980.
8. NC 34-51:87: *Maquinarias e implementos agrícolas. Arados y Subsoladores. Metodología para la realización de las pruebas*, Vig. Agosto, 1987.
9. NRAG 047:78: *Preparación de suelos en caña de azúcar*. Ministerio de la Agricultura, Vig. julio, 1978.
10. SANTANA, M.; J. B. FUENTES; L. BENÍTEZ; J. COCA; R. CÓRDOBA; S. HERNÁNDEZ; J. ARCIA; J. HERNÁNDEZ; I. HERNÁNDEZ y D. SOCARRÁS.: *Principios Básicos para la aplicación de tecnologías de preparación de suelos en el marco de una agricultura conservacionista y sostenible*, 77pp., INICA-MINAZ- IIMA- CNCA, La Habana, Cuba, 1999.