

EVOLUCIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA Y ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN SUELO HIDROMÓRFICO CON DIFERENTES MANEJOS AGRÍCOLAS EN CAÑA DE AZÚCAR

Yoel Betancourt Rodríguez¹, Pedro Cairo Cairo² y Emma Pineda Ruiz³

¹ Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa Clara, Autopista Nacional km 246. Apartado 20, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba. Fax: 451 520, e-mail: bejmenendez@vc.azcuba.cu y secretaria@epica.vc.azcuba.cu.

² Centro de Investigaciones Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuaria, Universidad Central de las Villas. Carretera a Camajuaní Km 5 ½ Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

INTRODUCCIÓN

En la labranza de conservación, el manejo de los residuos vegetales desempeña un rol primordial por ser fuente de materia orgánica, de alimento a la micro y macro-fauna del suelo, de nutrientes a las plantas y de protección del suelo contra los agentes atmosféricos como la altas temperaturas, los fuertes vientos y las lluvias intensas (Primavesi, 1998).

En los suelos arcillosos pesados como los del norte de Villa Clara no se recomienda la cobertura de residuos vegetales sobre toda la superficie por favorecer al mal drenaje. En dichas condiciones, los residuos vegetales se pueden incorporar al suelo o simplemente desplazarlos hacia una parte del campo. La última opción se adecúa mejor al cultivo post-cosecha, al desplazar los residuos hacia el surco de caña mediante la labor denominada “Arrope al narigón” quedando el resto del área, los espacios entre hileras, dispuestos para la labranza (Betancourt *et al.*, 2009); la primera se ajusta mejor a la preparación de suelo, pero requiere de medios adecuados para realizar las operaciones tecnológicas.

En ese sentido, Betancourt *et al.* (2014) fundamentaron la labranza primaria y las alternativas de preparación de suelos arcillosos pesados con superficies acanterada sin quemar los residuos vegetales, basadas en el empleo y la combinación del escarificador de acción escalonada modificado (C 101M) con aperos de acción total como el M 250 y los arados y gradas de discos.

Por otra parte, el empleo de mejoradores orgánicos como la cachaza, la ceniza y el compost en dichos suelos, ya sean en aplicación total mezclándolo con el suelo en la preparación del lecho de siembra o localizada en el momento de la plantación, resultan muy eficaces no solamente por el aporte de nutrientes, sino por sus probados efectos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y por el incremento significativo del rendimiento agrícola (Cairo *et al.*, 2001; Pineda *et al.*, 2005).

La no quema de residuos vegetales en la reposición de los campos cañeros, de conjunto con la aplicación de algún mejorador orgánico y el manejo adecuado de los residuos en el mantenimiento de retoños puede mejorar significativamente las propiedades químicas y físicas del suelo, por lo que el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de diferentes prácticas de manejo agrícola sobre el contenido de materia orgánica del suelo (MOS) y las propiedades físicas vinculadas a la estabilidad estructural en un suelo Hidromórfico dedicado al cultivo de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en áreas del Bloque Experimental de la Caña “Jesús Menéndez”, sobre un suelo Hidromórfico, del tipo Gley Vértico típico (Hernández *et al.*, 1999). El área se

mantuvo con caña de azúcar plantada en cantero de forma continua por más 20 años, y en los últimos dos años sin practicar la quema de los residuos vegetales.

Se utilizó el diseño experimental Zade con cuatro tratamientos y cuatro réplicas, y un tamaño de parcela de 64 m². Se plantó la variedad Ty70-17, a razón de 21 yemas por metro lineal. Las variantes evaluadas se presentan en la Cuadro 1.

Cuadro 1. Variantes evaluadas para determinar el efecto de diferentes prácticas de manejo sobre el contenido de MOS y algunas propiedades físicas.

Prácticas de manejo	Clave	Labores de preparación de suelo (implemento)
Preparación total del suelo con inversión del prisma y quema post-cosecha.	LTQ	Quema post cosecha, rotura y cruce con el arado de disco (ADA-4), mullido (Grada de 2000 kg), nivelación (Grada de 2000 kg y Alisador Mateo) y acanterado (Guía de agua).
Preparación total sin inversión del prisma y la no quema de residuos post-cosecha (Arrope).	LSI	Rotura y cruce (M 250), mullido (Grada de 2000 kg), nivelación (Grada de 2000 kg y Alisador Mateo) y acanterado (Guía de agua).
Preparación semilocalizada del suelo sin quema de residuos post-cosecha (Arrope).	LL	Descorone (Grada de 2000 kg), rotura y profundización (C 101M), mullido (Grada de 2000 kg) y acanterado (Grada múltiple regulada para el acanteramiento).
Preparación semilocalizada sin quema de residuos post-cosecha (Arrope) y aplicación de compost (5 tha ⁻¹).	LLC	Rotura y profundización (C 101M), mullido (Grada de 2000 kg) y acanterado (Grada múltiple regulada para el acanteramiento).

El compost se aplicó de forma localizada, en el momento de la plantación y sobre la hilera de caña a dosis de 5 tha⁻¹, formado por cachaza (90 %) y ceniza (10 %). La riqueza de nutrientes en el contenido fue de: NT (%bs): 1,23; P₂O₅ (%bs): 0,79 y K₂O (%bs): 0,62.

Las variantes recibieron fertilizante químico a una dosis de nitrógeno, 100 kgha⁻¹; fósforo, 25 kg de P₂O₅ha⁻¹ y potasio, 100 kg de K₂Oha⁻¹ (SERFE, 2008). Los portadores empleados fueron: Urea, Superfosfato triple y Cloruro de potasio, respectivamente.

Las variantes LSI, LL y LLC se mantuvieron sin quema de la cobertura vegetal durante todo el período de investigación, 3 años, y el desplazamiento de los residuos hacia la hilera (arrope) fue la alternativa de manejo de los restos vegetales utilizada en la atención a los retoños. En LTQ se quemaron los residuos de cosecha en todo el tiempo señalado. El cultivo post-cosecha en todos los casos se realizó mecanizadamente a 0,90 m y 1,10 m, finalizando con un pase de Guía de agua para mantener la superficie acanterada.

El muestreo de suelo para todos los análisis se efectuó a los 12, 24 y 36 meses de plantado el experimento. Se tomó una muestra por réplica, de 0 a 10 cm de profundidad, utilizando el método de muestreo *Sobre cerrado*. Las determinaciones de laboratorio realizadas fueron:

- *Porcentaje de materia orgánica del suelo (% MOS)*: por el método de Walkley-Black (INICA, 1990).
- *Propiedades Físicas*: Factor de estructura (FE), por el método de Vageler y Alten (1931); Estabilidad de los agregados (AE) e Índice de permeabilidad (K), método de Henin *et al.* (1958) y Límite inferior de plasticidad, por el método de Atterberg (1968); citados por Cairo *et al.*(2001).

Los datos obtenidos se procesaron estadísticamente mediante el software *STATGRAPHICS Plus 5.1*, empleándose el modelo ANOVA de clasificación simple y la prueba de Duncan para determinar diferencias significativas entre las medias con un 95% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido MOS se incrementó significativamente en la alternativa LLC, aún 36 meses después de haberse plantado el experimento (Gráfico 1).

La no quema de los residuos de cosecha de la caña de azúcar en un período de cinco años, tres de experimento y dos anteriores sin quema, variantes LL y LSI, mostró diferencias significativas en el contenido de MOS en los primeros 10 cm de profundidad, incrementándose en 0,13% respecto a aquella donde se realizó la quema continuada post-cosecha (LTQ).

Lo logrado con la aplicación de compost concuerda con lo reportado por otros investigadores en esos suelos, ya sea con el empleo de este tipo de abono orgánico (Pineda *et al.*, 2005), o con la aplicación de otros mejoradores orgánicos (Cairo *et al.*, 2001).

Por otra parte, según Arzola (2004), la evaluación de diferentes manejos agrícolas en un suelo pardo sin carbonato durante tres años (suelo desnudo sin laboreo, suelo desnudo con laboreo, suelo bajo caña de azúcar y desnudo con aplicación de cachaza) dio como resultado que solo el cultivo de la caña de azúcar, sin quemar, incrementó el contenido de carbono orgánico total del suelo de forma sostenida, atribuido al aporte de paja, raíces y otros restos orgánicos que forman compuestos estables en el suelo, coincidiendo con lo obtenido en esta investigación.

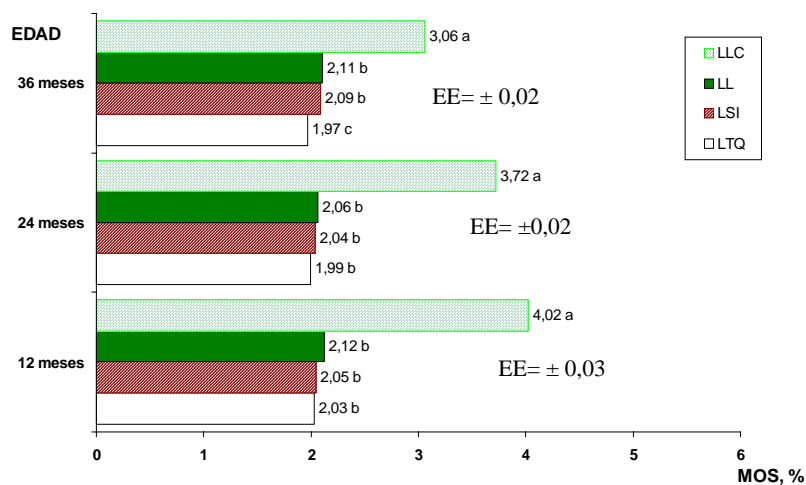


Gráfico 1. Contenido de MOS (%) en las diferentes prácticas de manejo estudiadas. [Medias con letras diferentes en cada fecha de evaluación difieren por Duncan a $P < 0,05$].

La ceniza producida por la quema de los residuos, y su incorporación al suelo durante la preparación en LTQ puede ser la causa que en el primer año se obtuviera un valor de MOS por encima del 2%, coincidiendo con lo planteado por Crovetto (1999). El tipo de labranza aplicada y las quemas sucesivas redujeron hasta 1,97% este indicador en dicha variante.

En cuanto a los indicadores físicos evaluados, la tecnología LLC también mostró los mejores resultados al lograr diferencias significativas en las tres fechas de muestreo respecto a las demás variantes estudiadas (LL, LSI y LTQ) (Cuadro 2).

Los parámetros físicos investigados en las tecnologías sin quema de residuos agrícolas post cosecha (LL y LSI) difieren significativamente a los 36 meses de plantado el experimento respecto al laboreo total con quema de los residuos post-cosecha (LTQ), el factor de estructura y los agregados estables al agua se incrementan en 3 y 5% respectivamente, igualmente la permeabilidad en 0,11 unidades y se amplía ligeramente hasta 36 %hbss el límite inferior de plasticidad.

Cuadro 2. Propiedades físicas en las diferentes prácticas de manejo estudiadas.

Prop. físicas (Unid. expresión)	Prácticas de manejo (Indic. Estadístico)	Fecha de muestreo		
		12 meses	24 meses	36 meses
Factor de estructura (%)	LTQ	51,05 b	52,03 b	52,41c
	LSI	51,86 b	53,39 b	55,00 b
	LL	52,60 b	53,58 b	55,94 b
	LLC	71,72 a	69,12 a	67,49 a
	(Error estándar)	±0,61	±0,52	±0,43
Agregados Estables (%)	LTQ	59,09 b	60,10 b	59,36 c
	LSI	59,92 b	61,02 b	64,24 b
	LL	60,34 b	61,81 b	64,52 b
	LLC	74,39 a	70,64 a	68,35 a
	(Error estándar)	±0,56	±0,63	±0,57
Permeabilidad (log 10K)	LTQ	1,63 b	1,67 b	1,67 c
	LSI	1,66 b	1,71 b	1,77 b
	LL	1,69 b	1,72 b	1,79 b
	LLC	2,34 a	2,24 a	2,09 a
	(Error estándar)	±0,02	±0,01	±0,01
Límite inferior de plasticidad (% hbss)	LTQ	31,34 b	32,95 b	33,85 c
	LSI	31,80 b	33,5 b	34,93 b
	LL	32,86 b	34,16 b	35,58 b
	LLC	41,70 a	39,56 a	38,72 a
	(Error estándar)	±0,53	±0,43	±0,34

Leyenda: (a,b,c)- Medias con letras no comunes en una misma columna por fecha de muestreo difieren por Duncan a $P < 0,05$.

Los valores de los cuatro parámetros físicos se encuentran dentro del rango reportado en esos suelo (Cairo y Fundora, 2007), excepto en la variante que se le aplicó compost (LLC), donde fueron mejoradas considerablemente. En esas condiciones Cairo *et al.* (2001) y Pineda *et al.* (2005) encontraron resultados similares con la aplicación de mejoradores orgánicos.

La permeabilidad es un indicador del estado estructural del suelo y del régimen hídrico, por tanto, los resultados indican que con el manejo de los residuos se mejora la relación agua-aire de las variantes LL y LSI en los primeros 10 cm, aspecto muy esencial a considerar por ser el mal drenaje el principal factor limitante para la producción de caña de azúcar en los suelos bajo estudio (Gutiérrez *et al.*, 2001).

En sentido general todos los indicadores físicos evaluadas no son más que métodos que permiten determinar la estabilidad estructural del suelo (Cairo y Fundora, 2007), de manera que la no quema de residuos post-cosecha de conjunto con el empleo de la labranza conservacionista, como la de no inversión del prisma o la de preparación semilocalizada en el

fomento de los campos cañeros, mejoran la estabilidad estructural de los suelos arcillosos pesados, aplicándose o no el compost; evidentemente siempre que se pueda aplicar dicho mejorador orgánico se obtendrán resultados superiores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La preparación semilocalizada más la aplicación de compost a la dosis de 5 tha^{-1} y el arroje después del corte mostró los mejores resultados, con diferencias significativas en el contenido de materia orgánica y la estabilidad estructural del suelo respecto al resto de las tecnologías de manejo estudiadas.
2. La preparación de suelo tanto total sin inversión del prisma como semilocalizada sin quemar los residuos vegetales, de conjunto con el arroje en el retoño incrementó significativamente el contenido de MO y la estabilidad estructural del suelo en los primeros 10 cm de profundidad respecto a la variante donde se realizó la quema sucesiva post-cosecha.
3. Aplicar las tecnologías de labranza con manejo de los residuos vegetales y el compost a razón de 5 tha^{-1} en el cultivo de la caña de azúcar en las condiciones bajo estudio.
4. Continuar la investigación hasta completar un ciclo completo del cultivo de la caña.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARZOLA, N.: Influencia del cultivo de la caña de azúcar sobre el contenido de carbono orgánico del suelo, En: Memorias del 40 aniversario del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (CD), Santiago de Cuba, 2004.
2. BETANCOURT, Y., A. E. GARCÍA DE LA FIGAL; M. RODRÍGUEZ y J. R. GÓMEZ: "Empleo del arropador de disco para el manejo de residuos en los suelos arcillosos pesados del norte de Villa Clara", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 18(2): 12-15, 2009.
3. BETANCOURT, Y.; M. RODRÍGUEZ; C. IGLESIAS; J. R. GÓMEZ; I. GARCÍA; E. BECERRA DE ARMAS: "Calidad de la labor de tres aperos de labranza primaria en suelos arcillosos pesados con superficies acanteradas y cobertura de residuos vegetales", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 23 (1): 5-10, 2014.
4. CAIRO, P.; M. CARVAJAL; J. MACHADO y B. DÍAS: "Efecto de diferentes métodos de mejoramiento sobre la fertilidad de los suelos degradados dedicados al cultivo de la caña de azúcar", *Revista Centro Azúcar (CU)*, (2): 37-42, 2001.
5. CAIRO, P. y O. FUNDORA: *Edafología*. Primera Parte, 265 pp., Cuarta edición, Editorial Félix Varela, Cuba, 2007.
6. CROVETTO, C.: *Agricultura de Conservación. El Grano para el Hombre la Paja para el Suelo*, Colección Vida Rural, 306pp., 1999.
7. GUTIÉRREZ, A.; F. R. DÍAS; L. VIDAL; I. RODRÍGUEZ; I. GARCÍA; Y. BETANCOURT y J. R. GÓMEZ: *Tecnología integral para la producción de Caña de Azúcar en los suelos arcillosos pesados del norte de Villa Clara*, 47 pp., INICA-ETICA Villa Clara-Cienfuegos, Cuba, 2001.
8. HERNÁNDEZ, A.; M. O. ASCANIO; A. CABRERA; M. MORALES; N. MEDINA y L. B. RIVERO: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, 64 pp., Instituto de Suelo, Editora AGRINFOR, 1999.
9. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR: *Normas metodológicas del Departamento de Suelos y Agroquímica*, 108pp., INICA-MINAZ, Tomo II, La Habana, Cuba, 1990.
10. PINEDA, EMMA; N. ARZOLA; P. CAIRO; R. MÁS; C. HERNÁNDEZ y F. ACOSTA: Contribución al conocimiento y utilización del compost en caña de azúcar, En: Memorias del Evento Internacional Agrocentro 2005 (CD), Santa Clara, Cuba, 2005.
11. PRIMAVESI, A.: *Manejo Ecológico del Suelo*. 499 pp., Editorial el Ateneo, 1998.
12. SERFE: Servicio de Recomendación de Fertilizantes y Enmiendas, Unidad de Servicio Científico Técnico de Villa Clara, INICA-MINAZ, 2008.