

# Influencia de diferentes sistemas de manejo de la materia orgánica sobre el estado estructural y la consistencia del suelo

Bladimir Díaz Martín (1), Pedro Cairo Cairo (2), Mayelín Morales Sarmiento (1), Pedro Torres Artiles (1), Rafael Jiménez Carrazana (1) y Arnaldo Dávila Cruz (1)

(1) Centro de Investigaciones Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

(2) CITMA, Villa Clara.

---

**RESUMEN.** El presente trabajo se desarrolló en el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas sobre un suelo pardo con carbonatos (Inceptisol) con el objetivo de determinar la influencia de diferentes sistemas de manejo de la materia orgánica sobre la fertilidad del suelo. Se evaluaron tratamientos establecidos a largo plazo los cuales fueron: Bosque Natural (45 años); Pasto Natural (5 años); Sistema Silvopastoril (5 años); Sistema Silvopastoril (10 años); Agricultura Convencional (40 años); Caña (30 años). Se demostró que los sistemas de manejo de la materia orgánica estudiados provocan modificaciones sensibles en la fertilidad del suelo influyendo sobre la estabilidad de la estructura, se destaca el Sistema Silvopastoril. Con el aumento de la materia orgánica, aumenta el factor de estructura (%), la permeabilidad (Log 10K), agregados en general (%) y disminuye el índice de inestabilidad estructural (Log 10Is) y la arcilla + limo máxima (%). La consistencia del suelo se modifica con la materia orgánica y los cambios del estado estructural del suelo. A mayor contenido de materia orgánica, mayor estabilidad estructural y mayor rango de tempero del suelo.

Palabras clave: Suelos, manejo, materia orgánica, estado estructural.

**ABSTRACT.** The present work was developed in the Agricultural Research Institute of the Central University of Las Villas on an Inceptisol soil with the objective of determining the influence of different of organic matter management systems on the soil fertility. Long term established treatments were evaluated which they were: Natural forest (45 years); Natural Pasture (5 years); Silvopastoral system (5 years); Silvopastoral system (10 years); Conventional Agriculture (40 years); Sugar cane monoculture (30 years). It was demonstrated that the organic matter management systems studied cause sensitive modifications in the fertility of the soil influencing the stability of the structure, standing out the Silvopastoral system. With the increase of the organic matter, the structure factor increases (%), the permeability (Log 10K), attachés in general (%) and it diminishes the index of structural uncertainty (Log 10Is) and the clay + lime maxim (%). The consistency of the soil modifies with the organic matter and the changes of the structural state of the soil. With bigger content of matter organic, bigger stability structural and bigger range of temper of the soil.

Key words: Soils, managements, organic matter, structural state.

## INTRODUCCIÓN

Los suelos agrícolas cubanos están afectados por diferentes procesos de degradación que pueden limitar los rendimientos de los cultivos por debajo del 70 por ciento de su potencial agroproductivo. Los diferentes sistemas de producción empleados en la agricultura actual cubana ejercen influencia sobre la fertilidad de los suelos siendo de gran importancia para dicha fertilidad la materia orgánica que estos contienen. Los suelos pardos con carbonatos están bien representados en la agricultura a nivel de país y sufren diferentes procesos degradativos, por lo que nuestro objetivo estuvo

encaminado a determinar la influencia que ejercen diferentes sistemas de manejo de la materia orgánica sobre el estado estructural y la consistencia del suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones Agropecuarias perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Se muestrearon los tratamientos ya establecidos:

1. Bosque Natural (45 años)

2. Pasto Natural (5 años)
3. Sistema Silvopastoril (5 años)
4. Sistema Silvopastoril (10 años)
5. Agricultura Convencional (40 años)
6. Caña (30 años)

Para el análisis físico se determinó lo siguiente:

- Permeabilidad: se determinó según Henin *et al.* (1958) citado por Cairo y Fundora (1994).
- Factor de Estructura (FE): Vageler y Alten, citados por Cairo (2001).
- Índice de Inestabilidad Estructural (Log 10Is): método de Henin citado por Cairo y Fundora (1994).
- Límite Superior de Plasticidad: método del Cono de Balancín de Basiliev.
- Límite Inferior de Plasticidad: método de los rollitos de Atterberg.
- Índice de Plasticidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los métodos más integrales y prácticos para evaluar la acción de la materia orgánica sobre la estabilidad de la estructura de los suelos lo constituye el método de Henin. Los resultados de

las Tablas 1, 2 y 3 evidencian la influencia de los diferentes sistemas de manejo de la materia orgánica sobre la estabilidad estructural. El sistema de manejo que más se aproxima al Bosque Natural es el Sistema Silvopastoril de 10 años donde, para todas las profundidades estudiadas, mantiene valores muy elevados de factor de estructura entre 70-77 %, permeabilidad (Log 10K) entre 2,44-2,66 y agregados estables, en general, entre 66-73 %. Tanto la Agricultura Convencional como el Pasto Natural han demostrado tendencias en la disminución de la estructura en relación con el Bosque Natural. En el Pasto Natural a la profundidad de 0-10 cm el factor de estructura disminuye en un 11 %, los agregados estables en agua y alcohol en un 10 % y los agregados estables en benceno en un 11 %, en relación con el sistema de Bosque Natural.

En los suelos cultivados es generalmente típico el decrecimiento de los contenidos de materia orgánica lo que conduce al proceso de deterioro de la estructura y la estabilidad de los agregados. Los cambios operados en la estabilidad de la estructura pueden ocurrir en respuesta a cambios debidos al uso y manejo de los suelos y como producto de variaciones significativas que se observan en el contenido total de materia orgánica del suelo (Besnard *et al.*, 1996; Le Bissonnais, 1996).

**Tabla 1. El manejo del suelo y su estado físico a la profundidad de 0-10 cm**

Tratamiento	FE* (%)	Log 10K*	Log 10Is	Agregados Estables (%)			a+lmax	LSP (% hbss)	LIP	Ind Plast
				(Alcohol)	(H <sub>2</sub> O)	(Benc)*				
1. Bosque Natural	69,48 b	2,35 bc	0,18 c	70,14 ab	73,48 a	66,23 ab	7,88 c	52,19 b	43,17 a	10,03 c
2. Pasto Natural	58,24 c	2,17 cd	0,41 a	60,99 cd	64,57 b	55,96 c	11,2 ab	54,17 b	33,86 c	20,31 a
3. Sist. Silvopastoril 5 Años	65,84 b	2,42 b	0,27 bc	50,0 d	54,85 c	52,58 c	9,96 bc	53,84 b	40,33 ab	13,38 bc
4. Sist. Silvopastoril 10 Años	77,85 a	2,66 a	0,19 c	72,89 a	73,62 a	71,98 a	10,64 ab	54,75 ab	39,61 ab	15,14 b
5. Agricultura Convencional	66,04 b	2,13 d	0,37 ab	56,92 cd	58,33 c	60,14 bc	12,9 a	58,13 a	37,62 b	20,04 a
6. Caña	60,37 c	2,26 bcd	0,23 c	63,82 bc	68,31 b	65,39 ab	11,32 ab	53,99 b	37,29 b	16,37 ab
EE (X) ±	1,766	0,091	0,053	3,141	2,329	4,965	1,152	1,714	1,380	2,241

\* Prueba realizada por Dunnett's C

(a, b, c, d), medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan a ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla 2. El manejo del suelo y su estado físico a la profundidad de 10-20 cm**

Tratamiento	FE (%)	Log 10K*	Log 10Is	Agregados Estables (%)			a+lmax*	LSP* (% hbss)	LIP	Ind Plast
				(Alcohol)	(H <sub>2</sub> O)*	(Benc.)				
1. Bosque Natural	70,58 b	2,23 bc	0,30 b	67,45 a	68,56 a	62,77 ab	10,72 bc	58,40 b	39,02 a	19,39 a
2. Pasto Natural	62,07 c	2,17 c	0,77 a	64,30 a	62,81 a	59,79 bc	32,59 a	58,44 b	36,05 ab	22,39 a
3. Sist. Silvopastoril 5 Años	68,20 b	2,38 ab	0,38 b	53,21 b	53,98 b	54,85 c	11,46 bc	60,71 ab	34,28 b	26,43 a
4. Sist. Silvopastoril 10 Años	76,71 a	2,44 a	0,21 c	67,64 a	68,97 a	69,2 a	9,12 c	60,77 ab	39,48 a	23,07 a
5. Agricultura Convencional	60,67 c	2,12 cd	0,36 b	65,39 a	64,87 a	66,75 ab	14,76 b	60,31 ab	38,23 ab	22,09 a
6. Caña	61,27 c	1,94 d	0,34 b	66,43 a	62,84 a	61,37 bc	13,4 b	65,71 a	39,05 a	26,67 a
EE (X) ±	1,148	0,091	0,047	4,456	3,500	3,326	1,864	2,645	1,803	3,153

\* Prueba realizada por Dunnett's C

(a, b, c, d), medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan a ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 3. El manejo del suelo y su estado físico a la profundidad de 20-40 cm**

Tratamiento	FE (%)	Log 10K	Log 10Is	Agregados Estables (%)			a+lmax	LSP (% hbss)	LIP	Ind Plast
				(Alcohol)	(H <sub>2</sub> O)	(Benc.)				
1. Bosque Natural	68,15 b	2,09 b	0,52 b	63,90 a	60,07 a	61,19 a	14,0 bc	57,60 b	35,95 bc	21,64 c
2. Pasto Natural	62,0 d	2,08 b	0,78 a	62,87 a	60,99 a	59,84 a	26,96 a	64,08 b	34,44 c	23,78 ab
3. Sist. Silvopastoril 5 Años	65,06 c	2,52 a	0,44 c	63,26 a	62,45 a	61,99 a	15,94 b	63,14 b	36,61 abc	26,54 abc
4. Sist. Silvopastoril 10 Años	70,07 a	2,49 a	0,31 d	65,02 a	66,16 a	59,72 a	11,98 c	61,17 b	37,39 abc	29,64 bc
5. Agricultura Convencional	59,17 e	1,99 bc	0,34 d	66,17 a	64,50 a	61,98 a	13,88 bc	71,25 a	38,82 ab	30,97 a
6. Caña	60,71 de	1,90 c	0,45 c	59,29 a	61,17 a	59,37 a	15,82 b	70,82 a	39,85 a	32,43 a
EE (X) ±	0,825	0,049	0,028	2,979	2,805	3,086	1,681	2,959	1,432	2,906

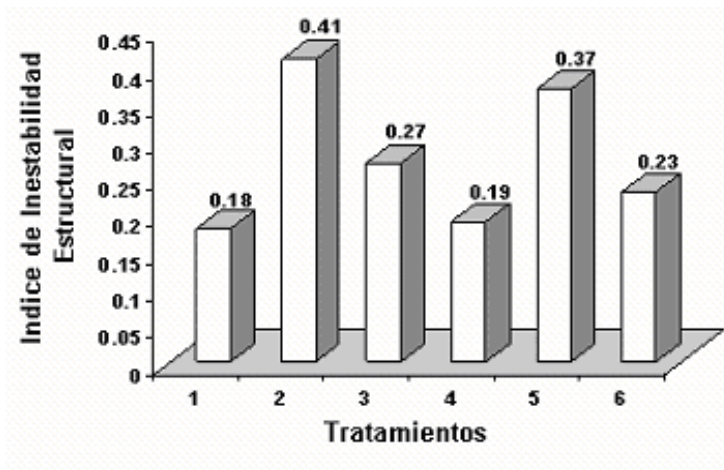
(a, b, c, d, e), medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan a ( $p < 0,05$ ).

Por otra parte, en suelos cultivados, la protección física de los compuestos orgánicos es menos efectiva que en los no cultivados debido a que la labranza periódicamente rompe los agregados del suelo y expone la materia orgánica previamente protegida (Gallardo, 1994; Arruays y Pelissier, 1994; Besnard *et al.*, 1996; Gregorich *et al.*, 1996).

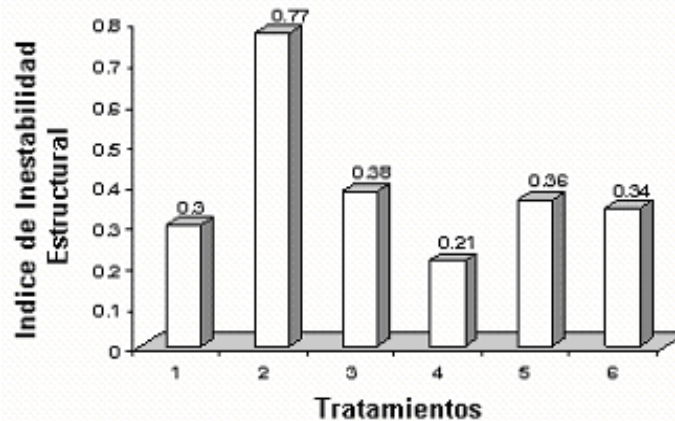
Debe destacarse en este análisis que los mayores valores de dispersión (a+l máx %) se alcanzan en las profundidades 10-20 y 20-40 cm en el

Pasto Natural la cual guarda correspondencia con los indicadores de estabilidad analizados.

La evaluación de la inestabilidad estructural resume la influencia de los diferentes sistemas de manejo sobre el estado estructural; las Figuras 1 y 2 así lo demuestran. Los sistemas que constituyen métodos tradicionales de manejo a gran escala muestran los valores más altos de inestabilidad estructural en las tres profundidades estudiadas (Pasto Natural, Agricultura Convencional).



**Figura 1.** Sistema de manejo del suelo y estado estructural a la profundidad de 0-10 cm.



**Figura 2.** Sistema de manejo del suelo y estado estructural a la profundidad de 10-20 cm.

Para el indicador de agregados estables al agua, alcohol y benceno, los mayores porcentajes lo presentan el Sistema Silvopastoril 10 años y el Bosque Natural, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos. La Agricultura Convencional presenta valores muy por debajo de estos dos sistemas, coincidiendo con lo planteado por Delgado *et al.* (1994) y Preciado (1997), quienes demuestran que debido al efecto de las labores agrícolas se degrada la estructura, al mismo tiempo que los contenidos de materia orgánica decrecen significativamente, por lo que se origina una disminución de la estabilidad de los agregados al agua. Varios investigadores (Beare *et al.*, 1994; Besnard *et al.*, 1996) han demostrado que el nivel de protección física de la materia orgánica por el suelo varía con su manejo, en suelos no laborados la protección es mayor que en los laborados. La

capacidad de protección de los agregados está relacionada con su estabilidad al agua y otras tensiones mecánicas, por tanto, la materia orgánica contribuye indirectamente a su autoprotección contra la biodegradación.

La baja estabilidad de los agregados en la capa superficial es una de las causas fundamentales del sellamiento de los suelos de los trópicos (Amézquita, 1998) lo que condiciona, entre otros aspectos negativos, su erosionabilidad y encostramiento que en la actualidad transforma en improductivas miles de hectáreas de suelos agrícolas.

La consistencia del suelo indica que los valores más altos de límite inferior de plasticidad (% hbss) se obtienen bajo los Sistemas Silvopastoriles y el Bosque Natural debido a los cambios de estructura

y su estabilidad. En este caso se amplía la humedad para el laboreo de los suelos. Por el contrario, el Pasto Natural y la Agricultura Convencional presentan los valores más altos de índices de plasticidad con diferencias significativas en relación con los demás tratamientos.

Cuando la permeabilidad (Log 10K) es próxima a 2 los suelos tienden a manifestar un buen estado estructural, aumentando la humedad para el límite inferior de plasticidad, lo que tiende a igualar la capacidad de campo (Cairo y Fundora, 1994) por lo que existe mayor posibilidad de almacenamiento de agua y disponibilidad para las plantas. En sentido general los resultados muestran cómo la materia orgánica ha influido sobre la estructura y su estabilidad y sobre la consistencia del suelo.

## CONCLUSIONES

1. Los sistemas de manejo de la materia orgánica estudiados provocan modificaciones sensibles en la fertilidad del suelo influyendo sobre la estabilidad de la estructura, destacándose el Sistema Silvopastoril por 10 años.
2. Con el aumento de la materia orgánica, aumenta el factor de estructura (%), la permeabilidad (Log 10K), agregados en general (%) y disminuye el índice de inestabilidad estructural (Log 10Is) y la arcilla + limo máxima (%).
3. La consistencia del suelo se modifica con la materia orgánica y los cambios del estado estructural del suelo. A mayor contenido de materia orgánica, mayor estabilidad estructural, mayor rango de tempero del suelo y mejores condiciones de laboreo.

## BIBLIOGRAFÍA

Amézquita, E. (1998): Propiedades físicas de los suelos de los llanos Orientales y sus requerimientos de labranza, Encuentro Nacional de labranza, Villavicencio, Colombia, 29 pp.

Arrouays, D.; P. Pelissier (1994): "Changes in carbon storage in temperate humic loamy soils after clearing and continuous corn cropping in France", *Plant and Soil*, 160: 215-223.

Beare, M. H.; M. I. Cabrera; P. F. Hendrix; D. C. Coleman (1994): "Aggregate-protected and unprotected organic matter pools in conventional tillage and no-tillage soils", *Soil Science Society of America Journal*, 58: 787-795.

Besnard, C.; J. Chenu; P. Balesdent (1996): "Fate of particulate organic matter in soils aggregate during cultivation", *Eur. J. S. S.* 47: 495-503.

Cairo, P. (2001): *La fertilidad física y la agricultura orgánica en el trópico*, 138 pp.

Cairo, C. P. y O. Fundora (1994): *Edafología*, Ed Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, 475 pp.

Delgado, R.; H. Bouza; C. A. Alfonso; C. Ronzoni (1994): Soil tillage technologies and its consequences on soil physical conditions. 15<sup>th</sup>. World Congress of Soil Science, Acapulco, México, Transaction, V. I: 252-254.

Gallardo, L. J. F. (1994): Dinámica de la descomposición orgánica en sistemas conservacionistas. Memorias del VII Congreso de Ciencia del Suelo de Colombia, pp. 31-37.

Gregorich, E. G.; C. F. Drury; B. H. Ellert; B. C. Liang (1996): "Fertilization effects on physically-protected light fraction organic matter", *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60: 427-476.

Le Bissonnais, Y. (1996): "Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology", *European Journal of Soil Science*, 47, pp. 425-437.

Preciado, L. (1997): Influencia del tiempo de uso del suelo en las propiedades físicas, en la productividad y sostenibilidad del cultivo de arroz en Csanarse. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira.

