EVALUACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN VERTISOLES DE ENTRE RIOS *

Norma M. Arias y Juan J. De Battista

E. E. A. Concepción del Uruguay. INTA, C.C. 6 - Ruta 131 - Concepción del Uruguay - Entre Rios

RESUMEN

Se comparan cuatro métodos de determinación de estabilidad estructural del horizonte superficial de Vertisoles del centro-este de la provincia de Entre Ríos, con el objeto de establecer la conveniencia de adopción de aquel que marque con precisión los cambios estructurales relacionados con el manejo del suelo. Los índices de estabilidad de agregados estudiados mostraron diferencias apreciables entre las situaciones de manejo consideradas: suelo virgen, suelo con pradera, suelo en rotacion de pradera y cultivos anuales y suelo con agricultura continuada por más de 10 años. Todos los métodos se correlacionaron significativamente entre sí ($P < 0,01$) y con el contenido de materia orgánica. El nivel de materia orgánica del suelo explica entre el 15 y 23 por ciento de la estabilidad de agregados, según los métodos comparados. Se eligió para análisis de rutina el método del Diámetro Medio Ponderado por ser el más sencillo, rápido y económico.

Palabras Clave: Estabilidad estructural, Materia orgánica, Vertisoles.

EVALUATION OF AGGREGATE STABILITY METHODS FOR VERTISOLS OF ENTRE RIOS PROVINCE

ABSTRACT

Four methods of aggregate stability of surface soil samples of Vertisols from the mid-east of Entre Ríos province were compared. Four soil management situations: virgin, permanent pasture, rotation permament pasture-annual crops and continuous cropping for more than 10 years were sampled.

The convenience of adoption of a method is discussed, based on the capability to show differences between management situations and on the precision and easeness of the procedure.

All the indexes studied showed significant differences ($P < 0,01$) among soil management situations.

The methods were highly correlated ($P < 0,01$) among them and with the organic matter content. The organic matter level accounted for 15 to 23 for cent of the aggregate stability differences.

The Mean Weight Diameter method was adopted for its simpler, more rapid and economic procedure.

Key Words: Aggregate stability, Organic matter, Vertisols.

---

* Trabajo presentado en el X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. 1983.

INTRODUCCION

La degradacion de la estructura del suelo depende de factores y condiciones diversas, de ello resulta que los métodos que se han propuesto para medir esta propiedad sean tan variados. Baver *et al.* (1972) expresaron que la estructura del suelo se evalúa determinando el grado de agregación, la estabilidad de los agregados y la naturaleza del espacio poroso, caracteres que cambian con el laboreo del suelo y los sistemas de cultivo.

En la mayoría de los trabajos la estabilidad de los agregados se determina en medios líquidos; hay tres factores a tener en cuenta en esta determinación: a) mojado de la muestra previo al análisis; b) técnica de tamizado en húmedo y c) modo de expresar los resultados.

Con respecto al primer factor, Yoder (1936) no propuso el mojado previo de la muestra. De Leenheer y De Boodt (1958) tuvieron en cuenta el efecto del humedecimiento previo del suelo, realizándolo por simulacion de lluvia sobre los agregados secos y posterior incubación a 20°C y 98 por ciento de humedad. Kemper (1965) introdujo en la determinación de estabilidad de agregados el mojado previo por adición de agua bajo vacío.

En cuanto a la técnica de tamizado y forma de expresión de los resultados, en 1949 Van Bavel introdujo el concepto de Diámetro Medio Ponderado (MWD) de los agregados del suelo como índice de agregación. En base a esto, De Leenheer y De Boodt establecieron que tomando la diferencia entre el Diámetro Medio Ponderado de la distribución de agregados en seco y la distribución de los agregados estables al agua, se obtiene una buena medida de la estabilidad del suelo. El concepto de Diámetro Medio Ponderado de Van Bavel ha sido muy usado; Youker y Mc Guinness (1956) sugirieron que en lugar de su cálculo en forma integral incluyendo la determinación gráfica, se puede usar el cálculo de sumatoria.

Dado que la estructura del suelo es una característica física muy dinámica y compleja sobre la cual influyen en forma conjunta la naturaleza constitutiva del suelo, los cultivos, el tipo de rotación y de laboreo, etc resultan insuficientes las observaciones visuales y las caracterizaciones cualitativas para su correcta evaluación. Para lograr esto es preciso utilizar métodos exactos de medición, los que deben satisfacer dos requerimientos fundamentales: 1) poseer suficiente sensibilidad como para apreciar cualquier cambio estructural inducido; 2) proporcionar datos que se correlacionen bien con los antecedentes culturales del suelo y el rendimiento de los cultivos.

En el presente trabajo se realiza un estudio comparativo de diferentes métodos de determinación de la estabilidad estructural del suelo, a fin de establecer la conveniencia de adopción de aquel que manifieste precisa y ampliamente los cambios o diferencias estructurales producidos, en los Vertisoles del centro-este de Entre Ríos, por diferentes sistemas de manejo,

Cabe señalar que se registra solo un trabajo sobre estabilidad estructural de vertisoles de nuestro país (Tallarico y Ferreiro, 1965).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó sobre muestras de horizontes superficiales (0-12 cm) de Vertisoles. Fueron extraídas en la Estación Experimental Agropecuaria Concepción del Uruguay y de establecimientos ubicados en su zona de influencia (Departamentos de Colón, Uruguay y Villaguay, Provincia de Entre Ríos), en lotes afectados por diferentes tratamientos en relación con su manejo, haciendo un total de 107 muestras.

Cada muestra se compuso de tres submuestras extraídas con pala de punta y cuchillo. El muestreo se realizó cuando el suelo tuvo un contenido de humedad cercano a capacidad de campo (2 a 3 días después de una lluvia).

Cada muestra se demenuzó manualmente hasta obtener agregados menores de 8 mm de diámetro y se extendieron para su secado al aire. Luego se tamizó por mallas de 8 y 2 mm de abertura obteniéndose agregados de 2 a 8 mm de diámetro, que compusieron las muestras utilizadas en las distintas determinaciones de estabilidad.

Situaciones de uso muestreadas

- Suelo virgen: campo natural virgen o estabilizado, con vegetación predominante de gramíneas y sin roturar en los últimos 50 años.
- Suelo con pradera: lotes sin roturar o en secuencia de praderas en los últimos 20 años.
- Suelo en rotación: con secuencia de cultivos anuales y praderas.
- Suelo bajo cultivo: con secuencia de cultivos anuales durante los últimos 10 años (suelo chacareado).

Evaluación de los parámetros de suelo.

1) Estabilidad estructural; se evaluó mediante cuatro métodos:

- Cambio en el Diámetro Medio Ponderado (CMWD) según el método original de De Leenheer y De Boodt, con una modificación en el tiempo de tami-

TABLA 1: Valores medios de los Indices de Estabilidad de agregados; contenido de materia orgánica y distribución de agregados en seco de 107 muestras de Vertisoles.

		CMWD mm	MWD mm	PAE %	DAE mm	M.O. %	MWD seco mm
Suelo virgen	$\bar{x}$	0,665	3,637	90,52	0,380	5,41	4,438
	S	0,21	0,18	3,3	0,13	0,53	0,39
	n	6	2	2	2	6	6
Suelo con pradera	$\bar{x}$	1,081 a	2,662 a	61,08 a	1,695 a	5,29 a	4,376 a
	S	0,39	0,68	15,3	0,66	0,35	0,22
	n	23	20	20	20	20	25
Suelo en rotación	$\bar{x}$	1,557 b	2,207 b	50,28 b	2,168 b	4,19 b	4,390 a
	S	0,39	0,67	14,6	0,62	0,42	0,25
	n	36	28	28	28	27	36
Suelo bajo cultivo	$\bar{x}$	2,679 c	0,734 c	17,61 c	3,440 c	3,53 c	4,193 a
	S	0,33	0,09	2,15	0,19	0,26	0,16
	n	23	19	19	19	22	23

Nota: Valores seguidos de letras distintas difieren significativamente. ($P < 0,05$). Los valores de la situación "Suelos virgen" no se analizaron en la prueba estadística de "t" por su bajo número de repeticiones.

zado en húmedo, el cual se extiende a 20 minutos.

- Diámetro Medio Ponderado (MWD) según Van Bavel, utilizando para el cálculo de resultados la modificación introducida por Youker y Mc Guinness que consiste en la expresión de los resultados por calculo de sumatoria. En esta determinación se utiliza el método de tamizado en húmedo de Yoder.
- Porcentaje de Agregados Estables (PAE). Se realiza la distribución de agregados en seco obteniendo tres fracciones: 8-4, 84 mm; 4,84-3,36 mm y 3,36-2 mm; con el peso de estas fracciones se determina el Diámetro Medio Ponderado en seco (MWD en seco). Se tamiza en húmedo según el método de Yoder con mojado previo de los agregados durante 10 minutos; con el peso de las fracciones estables se determina el Diámetro Medio Ponderado en Húmedo. El PAE establece una comparación entre el estado inicial (MWD en seco) y final (MWD en húmedo) de la distribución del tamaño de los agregados, expresada en porcentaje.
- Diferencia de Agregados Estables (DAE). Involucra el mismo procedimiento que el método anterior y varía en la expresión de los resultados, siendo que se expresa el DAE como la diferencia entre el MWD en seco y el MWD en húmedo.

2) Distribución del tamaño de agregados expresada por el Diámetro Medio Ponderado en base al tamizado de los agregados en seco.

3) Contenido de materia orgánica determinado por el método de Walkley y Black (Allison, 1965). Factor para convertir por ciento de carbono en por ciento de materia orgánica: 1,724.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la Tabla 1 indican que los suelos bajo cultivo presentan marcadamente una menor estabilidad de agregados determinada por cualquiera de los cuatro métodos con respecto a los suelos vírgenes o a suelos en situaciones de manejos intermedios.

TABLA 2: Coeficientes de correlación para los métodos de estabilidad estructural.

	CMWD	MWD	PAE	DAE
CMWD	1	−0,811 **	−0,852 **	−0,861 **
MWD		1	0,985 **	−0,946 **
PAE			1	−0,986 **
DAE				1

Nota: ** significativo para un nivel del 1 por ciento.

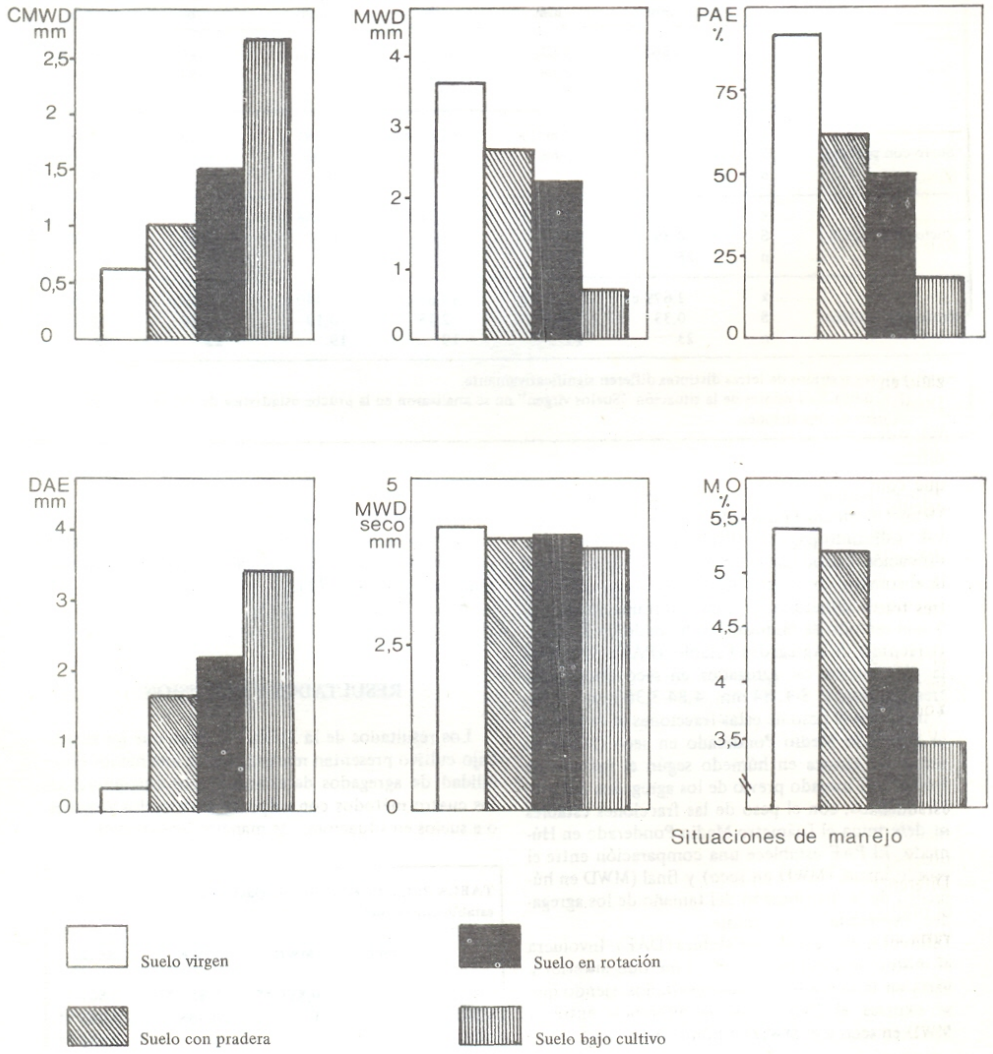

Fig. 1: Efecto del manejo del suelo sobre la estabilidad estructural, la distribución de agregados en seco y el contenido de materia orgánica en Vertisoles del centro-este de Entre Ríos.

La prueba estadística de "t" aplicada a los valores medios de los distintos índices de estabilidad y para cada manejo de suelo, fue significativa ($P < 0,05$) en todos los casos.

La distribución de agregados tamizados en seco expresada por el Diámetro Medio Ponderado en seco no presentó diferencias en las distintas situaciones de manejo.

Los valores medios de contenido de materia orgánica marcan diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre los distintos manejos de suelo en la prueba de "t".

En la Figura 1 se observa cómo el manejo del suelo afecta la estabilidad estructural; se nota una gran pérdida de estabilidad en los suelos bajo agricultura contínua con respecto a los suelos bajo peadera o de campo natural. El contenido de materia orgánica también se ve afectado negativamente por efecto del laboreo y uso agrícola del suelo. En cambio, se observa que el manejo no afecta la distribución de los agregados en seco.

Se realizó la correlación entre los valores de estabilidad determinados por los cuatro métodos. La Tabla 2 presenta la matriz de correlación.

Todos los métodos se correlacionaron entre sí en forma significativa ($P < 0,01$).

Por otra parte, se determinó la correlación entre los valores de estabilidad obtenidos con los cuatro métodos, con los contenidos de materia orgánica para 84 muestras. La Tabla 3 muestra los coeficientes de correlación.

TABLA 3: Coeficientes de correlación entre los índices de estabilidad estructural y el contenido de materia orgánica para 84 muestras.

	CMWD	MWD	PAE	DAE
% de M.O.	0,397 **	0,479 **	0,485 **	0,459 **

Nota: ** significativo para un nivel del 1 por ciento.

Los valores de estabilidad obtenidos por los cuatro métodos mostraron una correlación positiva y altamente significativa ($P < 0,01$) con el contenido de materia orgánica. Esto confirma los resultados de numerosos trabajos que evaluaron el efecto de la materia orgánica sobre la estabilidad estructural (Baver, 1949; Monnier, 1965 y Tallarico y Caravello, 1964) y concluyeron que la materia orgánica actúa como agente granulador y estabilizante de la estructura de los suelos. De todos modos, con los valores de correlación obtenidos, el contenido de materia orgánica de los suelos Vertisoles considerados en este estudio explica entre el 15 y 23 por ciento de la estabilidad de agregados, según el método considerado.

CONCLUSIONES

Los Vertisoles sometidos a un uso agrícola continuado muestran una marcada degradación de la estructura expresada a través de la estabilidad de agregados.

Los índices de estabilidad estudiados (Cambio en el Diámetro Medio Ponderado; Diámetro Medio Ponderado; Porcentaje de Agregados Estables y Diferencia de Agregados Estables), así como el contenido de materia orgánica muestran diferencias apreciables entre las distintas situaciones de manejo.

La distribución de agregados tamizados en seco no presentó diferencias entre las categorías de manejo.

Los valores de estabilidad obtenidos por los cuatro métodos se correlacionan entre sí y con el contenido de materia orgánica.

Todas las técnicas resultaron confiables en la evaluación de la estabilidad estructural de los suelos analizados. En consecuencia, se adoptará el método del Diámetro Medio Ponderado como determinación de rutina por ser el más sencillo, rápido y económico.

REFERENCIAS

Allison, L. E., 1965. Organic Carbon. En: Methods of Soil Analysis. Part II. Black, C. A. (Ed.) Am. Soc. of Agr. 1372-1376.

Baver, L. D.; W. H. Gardner y W. R. Gardner, 1972. Física de Suelos. Ed. L. Wiley and Sons, Inc., N. York.

De Leenheer, L. y M. De Boodt, 1958. Determination of Aggregate Stability by the Change in Mean Weight Diameter. Inter. Symp. on Soil Structure. Medeligen. Landbouwchogeschool. Ghent (Belgium). 24: 290-300.

Kemper, W. D., 1965. Aggregate Stability. En: Methods of Soil Analysis. Par I. Black, C. A. (Ed.) Am. Soc. of Agr. 499-510.

Monnier, G., 1965. Action des Matières Organiques sur la Stabilité Structurale des Sols. Annales Agronomiques 16: 471-534.

Tallarico, L. A. y R. V. A. Caravello, 1964. Los índices de estructura de Henin y Yoder y su correlación con el contenido de materia orgánica y con la porosidad de los agregados de un suelo pradera. Rev. Inv. Agrop. 1: 55-63.

Tallarico, L. A. y A. C. Ferreiro, 1965. Propiedades de los agregados estables vinculadas con la posible productividad en suelos grumosol y planosol. Rev. Inv. Agrop. II: 1-10.

Van Bavel, C. H. M., 1949. Mean Weight-Diameter of Soil Aggregates as a statistical index of Aggregation. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 14: 20-23.

Yoder, R. E., 1936. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. J. Am. Soc. Agron. 28: 337-351.

Youker, R. E. y J. L. Mc Guinness, 1965. A short method of obtaining mean weight-diameter values of aggregate analysis of soils. Soil Sci. 83: 291-294.