

INCIDENCIA DE LAS SECUENCIAS DE CULTIVOS, SISTEMAS DE LABRANZA Y FERTILIZACION SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS Y SU RELACION CON EL CARBONO

Nilda M. ARRIGO¹, Rosa M. PALMA¹, Marta E. CONTI¹ y D.J. COSENTINO¹

Recibido: 22-05-91

Aceptado: 05-07-91

RESUMEN

Se evaluó la alteración producida sobre la humedad equivalente, densidad aparente y estabilidad estructural, en suelos con diferentes manejos. La información obtenida corroboró que las distintas prácticas agrícolas efectuadas sobre el suelo afectan sensiblemente a las propiedades físicas estudiadas. Esta alteración se verificó en forma diferencial entre los distintos tratamientos, siendo máxima en estabilidad estructural y mínima en humedad equivalente.

La secuencia T/S-M, con labranza conservacionista, fue la que presentó el tenor más elevado de humedad equivalente y la mayor estabilidad estructural. El menor valor de densidad aparente correspondió a la secuencia T/S-M con labranza convencional y mínima. Los diferentes manejos alteraron la humedad equivalente, la densidad aparente y la estabilidad estructural con respecto al suelo virgen.

Se relacionaron las variables estudiadas con el contenido de carbono orgánico total de los tratamientos encontrándose distinto grado de asociación entre los mismos.

PALABRAS CLAVE: propiedades físicas, secuencias de cultivos sistemas de labranza, fertilización, Argiudol típico.

CROP SEQUENCE, TILLAGE SYSTEMS AND FERTILIZATION: THEIR INFLUENCE ON PHYSICAL PROPERTIES AND THEIR RELATION TO ORGANIC CARBON.

SUMMARY

Moisture retention capacities, bulk density and aggregate stability under different managements were evaluated in a Typic Argiudoll. Different agricultural practices affected the studied physical properties. This alteration was verified among treatments too, being maximum for structural stability and minimum for moisture retention capacities.

Rotation wheat-soybean-maize under conservation tillage had higher moisture retention and aggregate stability. Rotation wheat-soybean-maize with conventional and minimum tillage showed lesser values of bulk density. Physical properties analyzed under different managements were altered respect virgin soil. Variables under study were related to total organic carbon content with different degrees of association.

KEY WORDS: physical properties, crop sequences, tillage systems, nitrogen fertilization, Typic Argiudoll.

¹ Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 - 1417 - Buenos Aires

INTRODUCCION

Los suelos agrícolas están sujetos a modificaciones en sus características físicas debido al uso o al sistema de manejo al cual están sometidos. La preparación excesiva superficial del suelo para los cultivos anuales, realizada muchas veces en condiciones inadecuadas, causan la degradación de los mismos y favorecen la erosión (Marelli, 1989).

En el suelo no existen factores aislados sino interrelacionados que provocan uno la modificación del otro. La materia orgánica regula las modificaciones físicas del suelo, de allí el impacto que provoca el manejo de los residuos vegetales ya que de ellos depende en gran medida el balance de los mecanismos de agregación (Primavesi, 1982).

Una buena cobertura de los residuos en superficie puede favorecer la regulación de la temperatura del suelo, modificar el régimen de humedad del mismo y mejorar la actividad microbiológica (Sidiras y Pavan, 1986).

Los sistemas de labranza al causar un movimiento diferencial del terreno, afectan la cantidad de residuos que quedan en la superficie comprometiendo la mineralización de los mismos y por ende alterando las propiedades físicas (Vivas, 1984).

La fertilización nitrogenada al ser responsable de un mayor volumen de residuos de cosecha y al afectar directamente la relación C/N, debería tener una acción específica en los factores que se relacionan a las propiedades físicas de los suelos.

La idea generadora de este trabajo surge como consecuencia de la necesidad de ponderar la alteración, que en plazos relativamente prolongados, se producen en el recurso natural suelo debido al uso que el hombre realiza sobre el mismo. El objetivo específico fue determinar el efecto que sobre las propiedades físicas: humedad equivalente, densidad aparente y estabilidad estructural, ejercen las variables secuencias de cultivos, sistemas de labranza y fertilización nitrogenada y su comparación con un suelo

virgen y determinar la asociación entre estas alteraciones y el contenido de carbono orgánico total de los suelos.

MATERIALES Y METODOS.

Este trabajo fue realizado sobre parcelas experimentales pertenecientes a los ensayos generales implantados por los Ingenieros Marelli y Lattanzi en la Estación Experimental del INTA Marcos Juárez, Provincia de Córdoba.

Las parcelas seleccionadas fueron conducidas desde 1978 hasta la finalización de la campaña agrícola 1985-86, momento en el cual se extrajeron las muestras.

Los suelos de esta zona y del ensayo, clasificados como Argiudoles típicos (Carta de suelos INTA, 1978), se caracterizan por ser planos, bien drenados, de textura franco limosa en superficie, con una estructura fácilmente degradable por la labranza y la lluvia, con propensión a formar densificaciones en la base de la capa arable.

La temperatura y la precipitación media anual es de 17°C y 900 mm respectivamente (cálculo en base a un promedio de 10 años).

El ensayo fue diagramado como un diseño experimental en bloques aleatorizados con parcelas subdivididas y tres repeticiones donde coexisten: una parcela principal (secuencias de cultivos), con una superficie de 1320 m², una subparcela (métodos de labranza) 440 m²; y una subsubparcela (fertilización nitrogenada) 220 m².

Paralelamente se tomaron y analizaron muestras de un parque vecino a la zona del ensayo el cual se denominará de ahora en más suelo virgen (SV).

Las secuencias de cultivos fueron monocultivo de trigo (T-T), y trigo en combinación con soja (T/S) y maíz (T/S-M).

Los sistemas de labranza aplicados fueron labranza convencional, labranza mínima y siembra directa. La labranza convencional (LC) fue la que incluyó el empleo del arado de reja como labor principal y rastra doble de discos en 3 ó 4 oportunidades. En labranza

Incidencia de las secuencias de cultivos...

mínima (LM) se realizó sólo laboreo con rastra de discos y cultivadores y la siembra directa (SD) consistió en el implante del cultivo con el mínimo movimiento del terreno, las labores durante el barbecho fueron reemplazadas por el uso de herbicidas.

La fertilización (F) consistió en la aplicación de urea a la siembra en una dosis de 60 kg ha⁻¹.

El cultivo de trigo fue fertilizado días antes de la siembra la cual se realizó en la primer semana de agosto, igualmente fertilizado se sembró el maíz en la última semana de setiembre y la soja en la última semana de diciembre.

Las malezas en SD fueron controladas por herbicidas de contacto y de efecto residual: Paraquat, Linuron y Alaclor.

Selección de Muestras.

Las muestras de suelo fueron extraídas a una profundidad de 0-7 cm para las determinaciones de densidad aparente y estabilidad estructural y de 0-20 cm para humedad equivalente y carbono orgánico.

Para densidad aparente y estabilidad estructural fueron tomadas con un cilindro dos muestras en cada una de las sub-subparcelas. Para carbono orgánico y humedad equivalente se extrajeron en cada una de las sub-subparcelas dos muestras compuestas formadas por cinco submuestras cada una.

Idéntico procedimiento fue realizado para la obtención de diez muestras del suelo virgen (SV).

Todas las determinaciones fueron hechas por triplicado y los resultados fueron expresados sobre suelo seco a 105 °C.

Determinaciones analíticas.

La metodología empleada fue la siguiente:

- Humedad Equivalente (HE), (Mizuno, et al., 1978).
- Densidad Aparente (DA), (Forsythe, 1975).
- Estabilidad Estructural (EE), (De Leenheer y De Boodt, 1958).

- Carbono orgánico (CO), (Walkley y Black; Black, 1965).

Análisis Estadístico.

Fue realizado respetando el diseño experimental de parcelas subdivididas, el mismo es utilizado comunmente cuando se combinan en experiencias a campo tres factores.

Las diferencias entre medias de tratamientos fueron testeadas por el método de Tukey (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

De los tratamientos, la fertilización no presentó diferencias en ninguna de las variables estudiadas.

La variación porcentual entre el SV y los tratamientos señaló una disminución de la HE en un 12,88 %. En la Figura 1 se presentan las variaciones entre tratamientos.

Se detectaron diferencias significativas ($P \leq 5\%$) sólo en cultivos y sistemas de labranza y en las interacciones de los tres factores estudiados.

En las parcelas con labranza conservacionista (LM y SD) y donde la soja interviene en la secuencia de cultivos es donde se presentan los mayores valores de retención de agua en el suelo.

La diferencia entre el SV y las distintas prácticas agrícolas para la variable DA, indicaron incrementos del 16,78 %. En la Figura 2 se representan las variaciones porcentuales.

El monocultivo de trigo presentó el mayor valor, sucediéndole T/S y por último T/S-M ($P \leq 1\%$). En cuanto a los sistemas de labranza se hallaron los valores medios más elevados en SD y LC ($P \leq 1\%$).

En la Figura 3 se presentan los valores medios de EE, expresados en mm² correspondiente al área que encierran las curvas de tamizado en seco y húmedo. La variación porcentual entre el SV y los distintos tratamientos indicaron una disminución de la EE en estos últimos de 190,46 %.

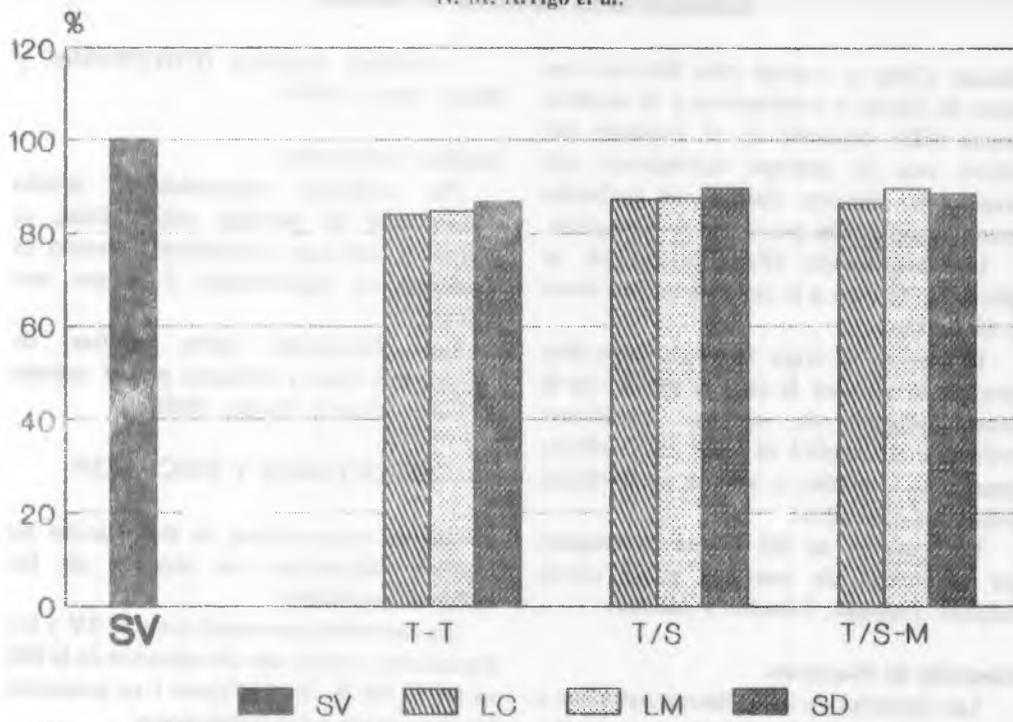


Figura 1: Humedad equivalente (%). Relación % entre SV y Tratamientos.

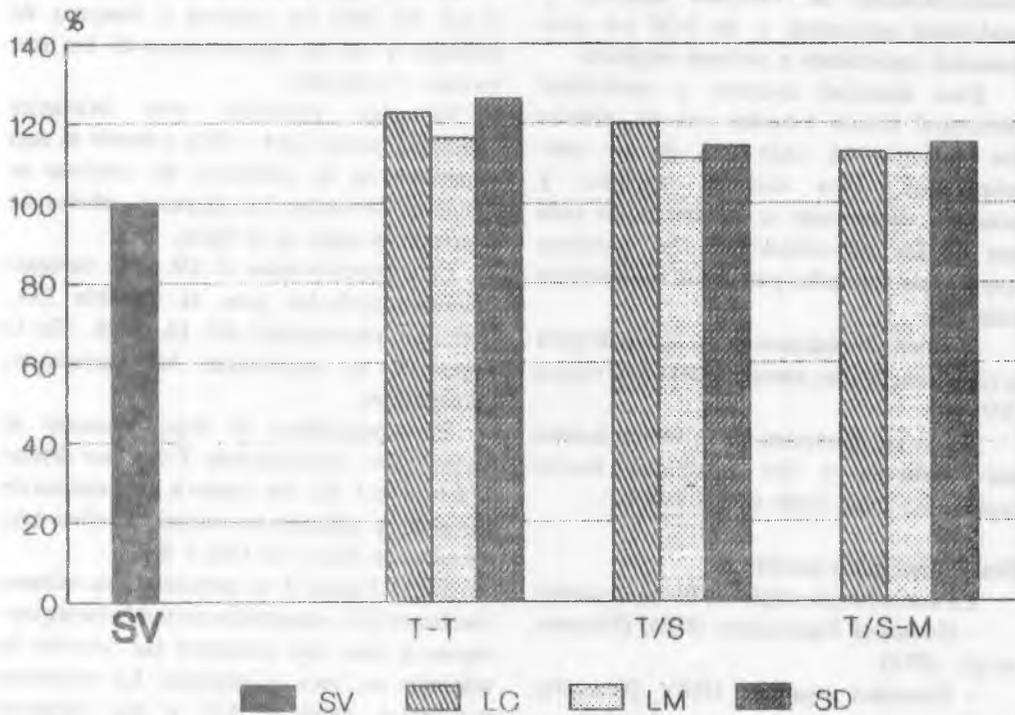


Figura 2: Densidad aparente (g cm⁻³). Relación % entre SV y Tratamientos.

Incidencia de las secuencias de cultivos...

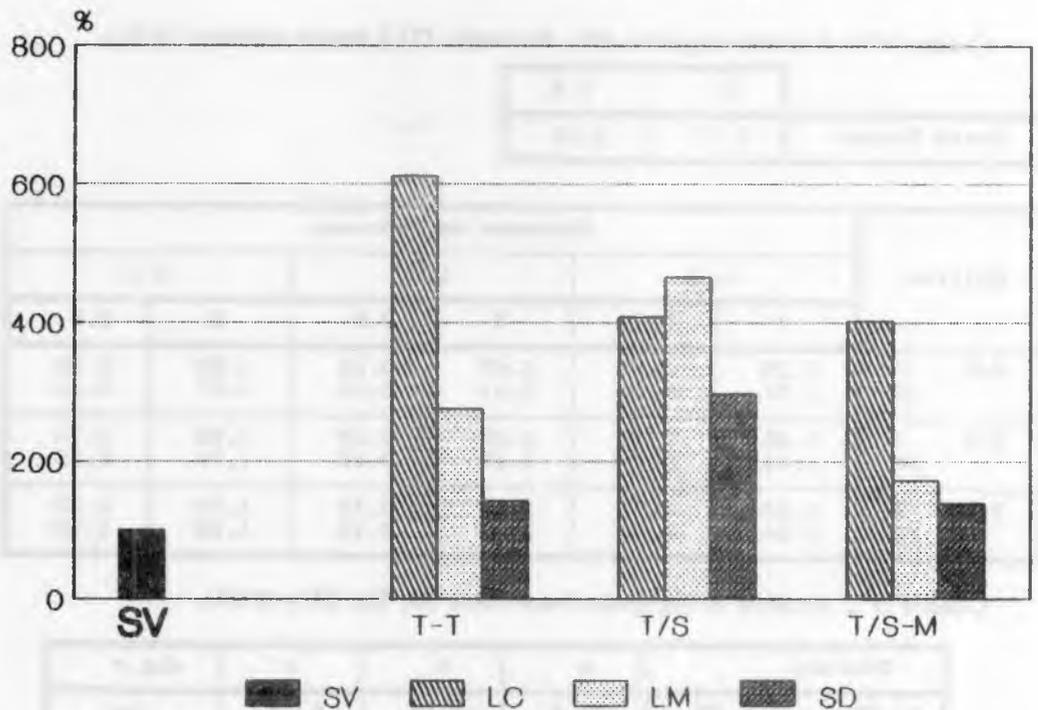


Figura 3: Estabilidad estructural (mm²). Relación % entre SV y Tratamientos.

Se verificaron diferencias significativas ($P \leq 1\%$) en secuencias de cultivos y sistemas de labranza, y en las interacciones entre los factores de estudio.

Se comprobó que la secuencia que presentó menor EE resultó ser T-T, intermedia T/S y la mayor T/S-M. En cuanto a los sistemas de labranza el de mayor EE fue SD.

Las variaciones presentadas entre las distintas secuencias de cultivos pueden atribuirse a las modificaciones que cada una de ellas provocan de manera particular en el ambiente, ya sea por la selectividad en la sorción de nutrientes, por sus excreciones radiculares y toda la microvida característica de la rizósfera, por el efecto sobre el pH, por la absorción y transpiración diferencial del agua y por el retorno de los restos vegetales. Si a este tratamiento le sumamos el efecto de los sistemas de labranza que crean un medio oxidativo distinto y producen una incorporación diferencial de los residuos de cosecha,

estamos magnificando los cambios micro-ambientales incrementando el número y actividad de algunos grupos ecológicos como así también la actividad de algunas enzimas del suelo (Doran, 1980a; Sanchez, 1988). De las tres variables analizadas es la EE la que ha manifestado mayor sensibilidad a los tratamientos estudiados.

En este caso en particular el tratamiento sistemas de labranza es más definitorio sobre la EE que las secuencias de cultivos.

Habiéndose comprobado que la textura de los suelos no se alteró con las labores aplicadas al mismo, los cambios encontrados se podrían explicar asociándolos al contenido de materia orgánica. Para ello se analizaron las muestras provenientes de las distintas parcelas estudiadas resumiéndose sus valores en la Cuadro 1.

En la Cuadro 2, se encuentran las ecuaciones de regresión entre las variables estudiadas y el contenido orgánico de las parcelas.

Cuadro N°1: Carbono orgánico (%). Promedio (X) y desvío estándar (D.E.).

	X	D.E.
Suelo Virgen	1,77	0,16

Cultivo	Sistemas de labranza						
	L.C.		L.M.		S.D.		
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	
T/T	F	1,38	0,17	1,47	0,16	1,39	0,24
	NF	1,31	0,19	1,41	0,18	1,57	0,14
T/S	F	1,46	0,29	1,67	0,16	1,56	0,14
	NF	1,49	0,15	1,48	0,16	1,71	0,28
T/S-M	F	1,43	0,24	1,48	0,14	1,36	0,28
	NF	1,64	0,09	1,68	0,13	1,99	0,25

Cuadro N°2: Análisis de regresión lineal entre He, Da, EE y el CO.

Función	a	b	"r"	sig.*
1) HE = a + b.CO	18,8	3,18	0,74	++
2) DA = a + b.CO	1,32	-0,16	-0,51	+
3) EE = a + b.CO	-54,7	63,85	0,48	+

* = +, ++: significativo al 5 %, y al 1 %.

Los coeficientes muestran la asociación entre los datos, en el caso de HE el $r = 0,74$ indica el alto grado de influencia del CO en la máxima capacidad de retención hídrica, esta situación se hace menos evidente en DA y EE.

Siendo la EE la variable más sensible a los diferentes tratamientos fue la que manifestó menor dependencia con la materia orgánica ($r = 0,46$), demostrando que existen otras causas que estarían ligadas a la variación de la EE no evidenciadas a través del CO. En este experimento donde el rango de variación del mismo entre tratamientos resultó estrecho, las causas estarían vinculadas probablemente a un aumento de la actividad biológica, mayor cantidad de gomas microbianas y otros productos metabólicos

como es natural encontrar en los sistemas conservacionistas (Douglas et al., 1986). Otra de las causas estaría explicada por las diferencias encontradas en el tamaño de los agregados de los sistemas conservacionistas, producto de propiedades asociadas a fuerzas de agregación y desagregación producidas por el ordenamiento de las partículas inorgánicas y las películas de agua que los une (Fahad et al., 1982; Correa, 1985).

Resumiendo, las secuencias de cultivos y los sistemas de labranza resultaron ser los tratamientos que afectaron a todas las variables estudiadas. La EE resultó ser la variable más sensible a los tratamientos estudiados y la menos asociada al carbono orgánico.

Incidencia de las secuencias de cultivos...

CONCLUSIONES

- 1.- Comparativamente con el SV todos los tratamientos alteraron las propiedades físicas. Las labores conservacionistas y la secuencia T/S-M fueron las de menor incidencia en las modificaciones evaluadas.
- 2.- Entre tratamientos las secuencias de cultivos y los sistemas de labranza fueron los factores más importantes en cuanto a las alteraciones producidas, y la variable más sensible en ponderarla fue la EE.
- 3.- Los cultivos sembrados con labranzas conservacionistas y la secuencia T/S-M presentaron mayor HE y EE en el suelo. En

la rotación T/S-M con LM y LC se obtuvieron los menores valores de DA.

- 4.- Las variables estudiadas manifestaron diferente grado de asociación con el CO: HE ($r = 0,71$), DA ($r = -0,51$) y EE ($r = 0,46$).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Geógrafo H. Marelli y al Ing. Agr. A. R. Lattanzi por la información recibida y la posibilidad de acceder al ensayo por ellos conducido y al Ing. Agr. G. D. Maccarini por la realización del programa que facilitó los cálculos analíticos.

BIBLIOGRAFIA

- 1) BLACK, C.A., 1965. *Methods of soil analysis*. Am. Soc. Agron., Madison. Wisconsin.
- 2) CARTA DE SUELOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA, 1978. Hoja 3363, Marcos Juárez INTA pp: 29-30.
- 3) CORREA, J.C., 1985a. Efeito de método de cultivo em algumas propriedades físicas de um Latossolo Amarelo muito Argiloso do Estado do Amazonas. *Pesq. Agropec. bras.* Brasília 20: 1317-1322.
- 4) DE LEENHEER, L. y M. DE BOODT, 1958. Determination of aggregate stability by the change in mean weight diameter. *Intern. Symp. on Soil Structure*. Medeligen. Leandbouwhogeschool Gent. Belg. 24: 290-300.
- 5) DORAN, J.W., 1980a. Microbial changes associated with residue management with reduced tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:518-524.
- 6) DOUGLAS, J.T.; M.G. JARVIS; K.R. HOWSE y M.J. GOSS, 1986. Structure of a silty soil in relation to management. *Soil Sci. J.* 37: 137-151.
- 7) FAHAD, A.A.; L.N. MIELKE; A.D. FLOWERDAY y A.D. SWARTZENDRUBER, 1982. Soil physical properties as affected by soybean and other cropping sequences. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 377-381.
- 8) FORSYTHE, W., 1975. *Física de suelos. Manual de laboratorio*. San José de Costa Rica. IICA. 212pp.
- 9) MARELLI H., 1989. La erosión hídrica. *Publicación Técnica N1 EEA M. Juárez y EEA Manfredi* pp: 20.
- 10) MIZUNO, I.; N.M. ARRIGO y H. SVARTZ, 1978. Método de determinación rápida de humedad equivalente. *Actas IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo*, Buenos Aires.
- 11) PRIMAVESI A., 1982. *Manejo Ecológico del Suelo*. 5ta. ed. Ed. El Ateneo Bs. As. pp: 409.

- 12) SANCHEZ, C.P., 1988. Descomposición de residuos vegetales en un suelo cultivado de la Provincia de Buenos Aires. *Ciencia del Suelo* 6: 93-102.
- 13) SIDIRAS, N. y M.A. PAVAN, 1986. Influencia do sistema de manejo na temperatura do solo. *Rev. Bras. Ci. Solo* 10:181-184.
- 14) STEEL, R.G. y J.H. TORRIE, 1980. Principles and procedures of statistics. A Biometrical approach. Mc Graw Hill Book Company. Nueva York.
- 15) VIVAS, H.S., 1984. Las labranzas y su efecto sobre las propiedades físicas de la serie Wymore. *Ciencia del Suelo* 2: 179-186.