

**ESTABILIDAD ESTRUCTURAL Y CONTENIDO DE GOMAS MICROBIANAS,
BAJO DISTINTOS TIPOS DE MANEJO, EN UN SUELO DE LA SERIE RAMALLO
(ARGIUDOL VERTICO) ***

Oscar J. Santanatoglia y Norberto Fernández (1)

Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, Facultad de Agronomía, U.B.A., Av. San Martín 4453
(1417) Buenos Aires

RESUMEN

Los microorganismos del suelo a través de compuestos que sintetizan, poliuronidos y polisacáridos, favorecen la formación y estabilidad de la estructura del suelo.

Una marcada relación se halló en la experiencia presente, entre el contenido de gomas microbianas, la estabilidad estructural y los tratamientos analizados. El análisis estadístico del contenido de gomas microbianas arrojó diferencias significativas entre los tratamientos: debajo del alambrado versus cultivos continuos, debajo del alambrado versus pradera degradada y pradera degradada versus cultivo continuo. No se presentó significancia en las diferencias para el caso del análisis de la estabilidad estructural, entre los tratamientos, debajo del alambrado versus pradera degradada.

Cuando se observó un aumento en la estabilidad estructural fue acompañado por un incremento en el contenido de gomas microbianas.

El análisis del contenido de gomas microbianas, permite abrir una nueva perspectiva de aspectos biológicos, que muestren los efectos de la degradación de los suelos.

Palabras clave: estabilidad estructural, gomas microbianas, manejos distintos.

**STRUCTURAL STABILITY AND CONTENT OF MICROBIAL GUMS UNDER DIFFERENT
TYPES OF MANAGEMENT, WERE DETERMINED IN A SOIL BELONGING TO THE
RAMALLO SERIES (VERTIC ARGIUDOL)**

ABSTRACTS

It is well known the fact that soil microorganisms, through compounds that they synthesize, poliuronides and polysaccharides, favour the formation and stability of soil structure.

A marked relationship between the content of microbial gums, the structural stability, and the analyzed treatments, was found in the present experiment.

The statistical analysis of the microbial gums content, showed significant differences between the following treatments: below the wire-fence versus degraded prairie, degraded prairie versus continuous crop and below the wire-fence versus continuous crop. No significant difference appeared in the case of structural stability analysis between the treatments below the wire-fence versus degraded prairie.

In all the cases, when an increase of the structural stability existed, it was accompanied by an increment in the content of microbial gums.

The analysis of the microbial gums content, permits to open a new perspective of biological aspects that show the soil degradation effects.

Key words: structural stability, microbial gums, different management.

(1) Becario del CONICET

* Trabajo subvencionado por la Comisión Administradora de Campos U.B.A. y presentado en el X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, 1983.

INTRODUCCION

En el suelo bajo condiciones naturales se forman agregados con determinada estabilidad, debido a la acción de factores fisicoquímicos y biológicos.

Los microorganismos que sintetizan sustancias tales como poliurónidos o polisacáridos, contribuyen a la formación de un buen estado estructural del suelo, caso comprobado de *Cytophaga* y *Sporocytophaga* con su producción de poliurónidos en aerobiosis y *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Deixia*, etc. que al producir cápsulas ricas en polisacáridos favorecen la producción de sustancias parahúmicas, (Acton et al., 1963; Hardisson et al., 1966; Decau, 1968; Molina, 1968; Lopez y Becking, 1968; Oades, 1972).

También es conocido el hecho que en la formación de dichos agregados intervienen coloides minerales (arcillas) y óxidos de hierro y aluminio que en algunos suelos pueden tener mayor incidencia que los compuestos orgánicos, (Ruehrwin y Ward, 1952; Chesters et al, 1957; Arca y Weed, 1966).

El hombre, mediante los distintos manejos, promueve la modificación del ecosistema donde se sintetizan los compuestos orgánicos que actúan como agregante, modificando el tipo de estructura y estabilidad de las mismas, (Benoit et al., 1962; Miller y Kemper, 1962; Floyd y Ohrogge, 1970; Tallarico, 1969-1973; Bui Huu Tri y Monnier, 1973).

A su vez hay numerosos trabajos enfocados en evaluar la importancia que tienen las gomas microbianas como agente agregante y la incidencia en el aumento de la estabilidad estructural del suelo, (Rennie et al., 1962; Harris et al., 1963, 1964; Dommergues y Mangenot, 1970; Aspiras, 1971; Griffiths y Burns, 1972).

Este trabajo se emprendió para comparar la estabili-

dad estructural y el contenido de gomas microbianas, en un suelo de la Serie Ramallo (*Argiudol vértico*), fase por erosión hídrica, con tres manejos distintos.

MATERIALES Y METODOS

Se analizaron muestras correspondientes a suelos de la Serie Ramallo (*Argiudol vértico*), fase por erosión, (INTA, 1973), tomadas del lote 12 del campo Los Patricios de la Universidad de Buenos Aires, localidad San Pedro, Provincia de Buenos Aires.

Las parcelas poseen un tamaño de 30 m x 60 m, o sea 1800 m², para los tratamientos pradera degradada y cultivos continuos. Para la condición de suelo virgen, se tomó una faja no alterada hasta una distancia de 1,50 m debajo del alambrado, dentro de dicha Serie, en el lote 12, hasta cubrir los 1800 m²; las muestras se extrajeron con pala.

Se tomaron 5 muestras compuesta de 3 submuestras, del horizonte superficial, (Santanatoglia y Brandinelli de Sardi, 1982), desechándose los primeros centímetros, donde hay una variación de agregación muy acentuada, debido a las diferentes masas radiculares, (Bui Huutri y Monnier G., 1973), pero siempre dentro del horizonte A.

Los tratamientos considerados fueron los siguientes:

- Cultivo continuo en una rotación arveja-girasol-maíz, con más de 12 años de dicho manejo.
- Pastura degradada de 12 años: cebadilla, pasto ovillo, trébol blanco y festuca, pastoreada y actualmente enmalezada, dominando el gramón (*Cynodon dactylon* L.).

TABLA 1: Valores analíticos promedio.

Horizontes: A11 y A12				Profundidad total = 20 cm				
Humedad equiv. %	Sesquióxidos %	CaCO ₃ %	pH H ₂ O (1: 2,5)	pH KC1 1N (1: 2,5)	C %	N %	C/N	M.O. %
30,02	2,39	0	5,96	4,71	2,02	0,17	14,03	3,48
Textura (%)								
<2 µm	2-50 µm	50-100 µm	100-250 µm	250-500 µm	500-1.000 µm	1.000-2.000 µm		
28,41	62,94	8,13	0,41	0,0	0,0	0,0		
Denominación: Franco arcillo limosa.								

- Suelo virgen, debajo del alambrado, bajo vegetación predominante de gramíneas.

Se realizaron tres extracciones, que correspondieron a los meses de marzo, abril y mayo. Las muestras luego del transporte fueron extendidas en bandejas, secadas al aire, para luego ser pasadas por un tamiz de malla de 10 mm y luego fraccionadas de acuerdo al método utilizado.

Método utilizado en la determinación física:

- Medida de la estabilidad dada por la diferencia entre el peso menos diámetro medio de los agregados secados al aire y después de humedecido, incubado y tamizado en agua, (De Boodt y De Leenheer, 1958-1967).

Extracción de gomas microbianas:

- El método utilizado es una modificación desarrollada por Rennie et al. (1954). La técnica aplicada es la dispersión del suelo en medio alcalino, posterior floculación y precipitación de ácidos húmicos en medio ácido y sobre el líquido sobrenadante la precipitación de gomas microbianas con acetona.

Caracterización del suelo en el cual se realizó el ensayo.

Serie: RAMALLO, fase ligeramente erosionada.
Subgrupo: Argiudol vértico.
Material originario: Loess.
Geomorfología: loma aplanada.
Relieve: pendiente suave, normal.
Posición: alta.
Pendiente: 0,5 a 1%.
Permeabilidad: lenta en el horizonte B2 t.
Drenaje: moderadamente bien drenado.
Profundidad de la napa: profunda.
Ecurrimiento: medio.
Erosión: ligera, 26% de pérdida del horizonte A.

Descripción del perfil modal, Hoja Pérez Millán, (INTA, 1973).

Datos analíticos del suelo utilizado:

Se exponen los valores analíticos, promedio de nueve muestras, de los horizontes A11 y A12 del perfil correspondiente a la Serie Ramallo, descrita en el área en estudio. Los métodos utilizados fueron los descriptos por Black (1965) (Tabla 1).

TABLA 2: Valores medios, desviación standard y coeficiente de variación de cada método, fechas de extracción y tratamientos.

Tratamientos	Fecha de extracción	Estabilidad estructural De Boodt			Extracción de gomas microbianas		
		\bar{X}	S	C.V. %	\bar{X}	S	C.V. %
Debajo del alambrado	marzo	29,80	6,058	20,30	0,1538	0,0031	2,0
	abril	39,80	3,633	9,10	0,1536	0,00114	0,7
	mayo	40,80	5,848	14,30	0,1475	0,00050	0,3
Promedio \bar{x}^*		36,80			0,1516		
Pastura Degradada	marzo	33,60	9,289	27,60	0,1436	0,0041	2,8
	abril	36,60	8,173	22,30	0,1416	0,00114	0,8
	mayo	39,40	7,700	19,50	0,1386	0,00114	0,8
Promedio \bar{x}^*		36,53			0,1413		
Cultivo Continuo	marzo	16,40	0,894	5,40	0,1378	0,0014	1,0
	abril	16,20	0,836	5,10	0,1318	0,00148	1,1
	mayo	19,00	1,224	6,40	0,1288	0,00164	1,2
Promedio \bar{x}^*		17,20			0,1328		

\bar{x} = Promedio de cinco muestras compuestas de tres submuestras.
 \bar{x}^* = Promedio de las tres fechas de extracción para cada tratamiento y para cada método.
S = Desviación Standard.
C.V. % = Coeficiente de Variación en porcentaje.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis estadístico de los resultados obtenidos:

En la Tabla 2 se puede observar, para el método de estabilidad estructural y de extracción de gomas microbianas, los valores medios, la desviación standard y coeficiente de variación, para las distintas fechas de extracción y tratamientos.

El método de estabilidad estructural ha dado valores del coeficiente de variación más altos para los tratamientos en los cuales el suelo ha sido menos perturbado, debajo del alambrado y pastura degradada, que para el suelo con laboreo continuo.

Los valores del coeficiente de variación, para la extracción de gomas microbianas, son mucho más bajas que para la determinación física de estabilidad. Se observa diferencias de dicho coeficiente entre las distintas fechas de extracción y hay menor variación entre tratamientos.

Para los distintos tratamientos estudiados, el método de estabilidad estructural y el contenido de gomas microbianas, se muestran las diferencias significativas entre las medias utilizando el "t" de Student al 99%, en la Tabla 3.

Se puede observar, que para el método de estabilidad estructural, las diferencias entre las medias son significativas para los tratamientos más contrastantes:

Debajo del alambrado versus cultivo continuo.
Pradera degradada versus cultivo continuo.

En cuanto al contenido de gomas microbianas, mostró diferencias significativas entre las medias para todos los tratamientos analizados:

Debajo del alambrado versus cultivo continuo.
Debajo del alambrado versus pradera degradada.
Pradera degradada versus cultivo continuo.

La estabilidad estructural varía según las distintas estaciones climáticas (Tallarico et al., 1964), y aún dentro de cada una de ellas; como se puede observar para los distintos meses del otoño (marzo, abril y mayo).

En el presente trabajo se ha observado la misma tendencia para una sucesión de muestras extraídas durante tres meses correspondientes al otoño. Dicho efecto también se ve reflejado en los procesos biológicos y en nuestro caso lo hemos visto en el contenido de gomas microbianas. (Tabla 4).

TABLA 3: Diferencias significativas entre las medias utilizando el "t" de Student al 99%, entre tratamientos y para cada método.

Momento del muestreo	Tratamientos	Estabilidad estructural De Boodt	Extracción de gomas microbianas
marzo	D. a.	29,8	0,1538
	P. d.	33,6	0,1436 a
	C. c.	16,4 a b	0,1378 a b
abril	D. a.	39,8	0,1536
	P. d.	36,6	0,1416 a'
	C. c.	16,2 a' b'	0,1318 a' b'
mayo	D. a.	40,8	0,1475
	P. d.	39,4	0,1386 a''
	C. c.	19,0 a'' b''	0,1288 a'' b''

D. a. = Debajo del alambrado.
P. d. = Pastura degradada.
C. c. = Cultivo continuo.

a - a' - a'' = Diferencia significativa al 99%, para un mismo método, entre D. a. y demás tratamientos, para los meses de marzo, abril y mayo.

b - b' - b'' = Diferencia significativa al 99%, para un mismo método, entre P. d. y demás tratamientos, para los meses de marzo, abril y mayo.

Hay una tendencia en el aumento de la estabilidad estructural a fines del otoño. Se han encontrado valores estadísticamente significativos en el tratamiento debajo del alambrado, para las extracciones del mes de marzo con respecto al mes de abril y marzo con res-

TABLA 4: Diferencias significativas entre las medias utilizando el "t" de Student al 99%, para las distintas fechas de extracción, en cada tratamiento y de acuerdo al método utilizado.

Tratamientos	Fecha de extracción	Estabilidad estructural De Boodt	Extracción de gomas microbianas
Debajo del alambrado	marzo	29,80	0,1538
	abril	39,80 a	0,1536
	mayo	40,80 a	0,1475 b
Pastura degradada	marzo	33,60	0,1436
	abril	36,60	0,1416
	mayo	39,40	0,1386 b'
Cultivo continuo	marzo	14,40	0,1378
	abril	16,20	0,1318 a''
	mayo	19,00 a'' b''	0,1288 a'' b''

pecto a mayo. Para el tratamiento cultivo continuo, también se encuentran valores significativos, para las extracciones del mes de marzo con respecto a los meses de abril y mayo y entre las efectuadas en el mes de abril con respecto a mayo. Para el tratamiento pastura degradada, no se encontró variaciones estadísticamente significativas, entre los meses muestreados.

En el caso de las gomas microbianas, se encontró diferencias estadísticamente significativas, en todos los tratamientos para las muestras extraídas en el mes de abril con respecto a las del mes de mayo, y en el tratamiento cultivo continuo también hay diferencias entre el mes de marzo y abril. La tendencia del contenido de gomas microbianas en cada tratamiento, es el de disminuir al final del otoño.

CONCLUSIONES

A través de la estabilidad estructural o del contenido de gomas microbianas, quedan bien diferenciados los tratamientos más contrastantes:

Pradera degradada y debajo del alambrado versus cultivo continuo, que es el tratamiento más degradante del suelo, (Figuras 1, 2 y 3).

Se observa una relación bien marcada entre el contenido de gomas microbianas y estabilidad estructural, ya que los valores más altos y más bajos, para ambos métodos, se corresponden con los mismos tratamientos.

Con el método de estabilidad estructural propuesto de De Boodt y De Leenher (1958; 1967), no se ha diferenciado estadísticamente los tratamientos, debajo del alambrado versus pradera degradada.

A través del contenido de gomas microbianas, se ha encontrado diferencias significativas entre los tratamientos anteriormente mencionados. Ello explica que en este caso analizado, el método que toma un aspecto biológico; es más sensible para diferenciar tratamientos que tienen una estabilidad estructural casi semejante.

Los contenidos de gomas microbianas son más constantes en los tratamientos debajo del alambrado y pasturas degradadas, que en lo que ocurre en los cultivos continuos. Ello queda reflejado, pues, en los dos tratamientos mencionados primeramente, solo hay diferencias significativas en el tercer mes de muestreo. En los cultivos continuos hay diferencias significativas en los tres meses muestreados. Ello supondría una mayor estabilidad del sistema microbiano, en los suelos menos perturbados.

Se ha observado una disminución progresiva, hacia

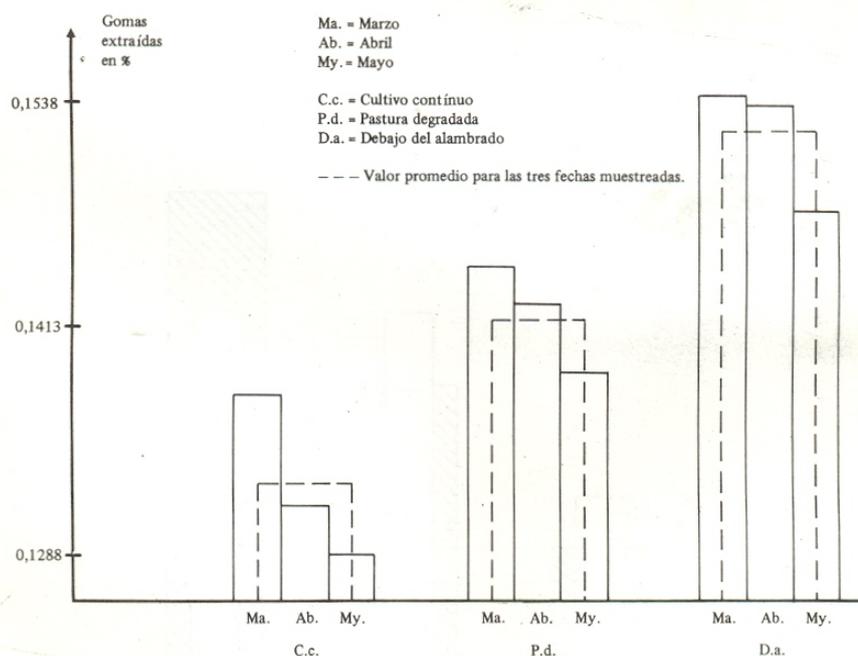


Figura 1: Contenido de gomas microbianas, para cada tratamiento y en las tres fechas de extracción.

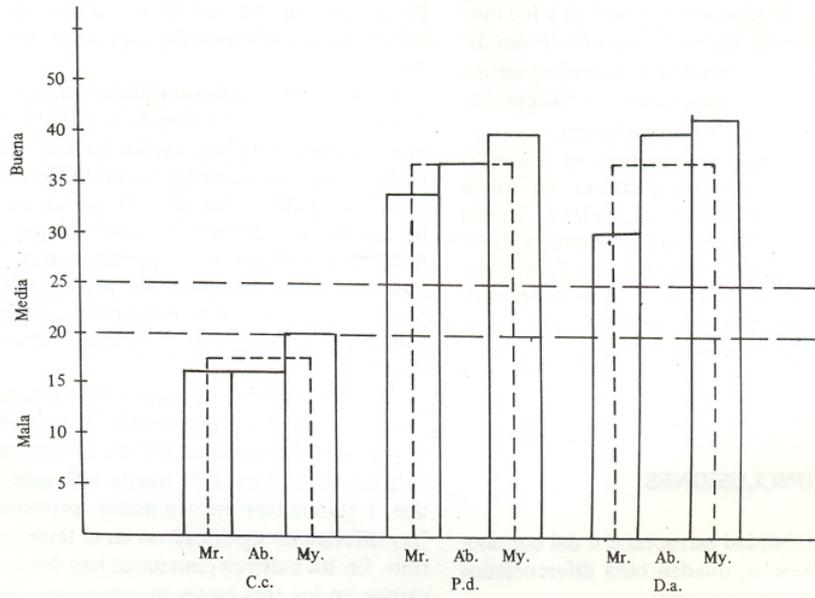
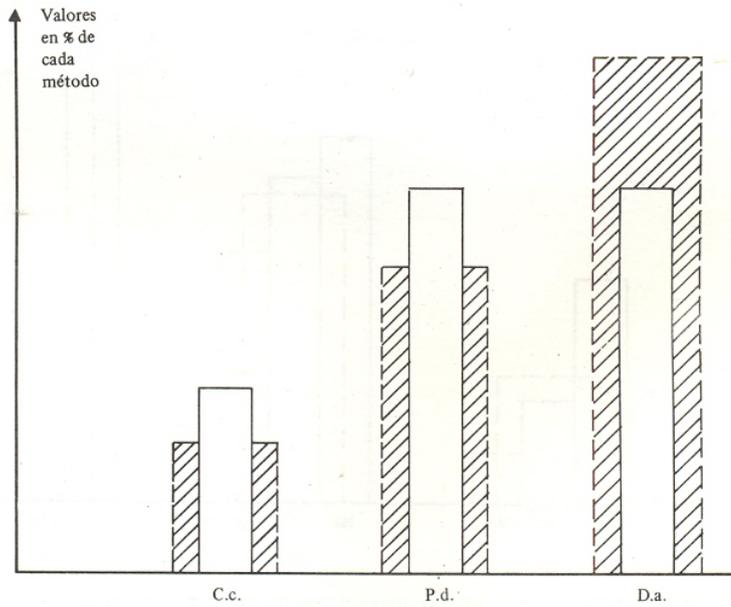


Figura 2: Valores del índice de estabilidad estructural de De Boedt y De Leenheer.

Valor promedio de la estabilidad estructural para las tres fechas muestreadas.
 Valor promedio del contenido de gomas microbianas para las tres fechas de extracción.



el final del otoño del contenido de gomas microbianas, lo cual tendría una explicación, en función de la disminución progresiva de la temperatura del suelo a fines de dicha estación, que incide en la menor actividad microbiana.

Como han observado otros autores citados, el conte-

nido de gomas microbianas es un método que puede llegar a reflejar, con precisión, el grado de deterioro que sufre un suelo. Es el grupo biológico el que se ve afectado inmediatamente, por cambios físicos que interactúan directamente sobre el contenido de agua y aire en el suelo y por lo tanto sobre dichos grupos funcionales.

BIBLIOGRAFIA

- Acton, C. J.; D. A. Rennie y E. A. Paul, 1963. The relationship of polysaccharides to soil aggregation. *Canadian Journal of Soil Science*, 43: 201-209.
- Arca, M. N. y S. B. Weed, 1966. Soil aggregation and porosity in relation to contents of free iron oxide and clay. *Soil Science*, 101: 164-170.
- Aspiras, R. B., 1971. Chemical and Physical stability of microbially stabilized aggregates. *Soil Science Society of America Proceedings*, 35: 283-285.
- Black, C. A. (editor) 1965. *Methods of Soil Analysis. Parts I and II.* American Society of Agronomy. Wis. -U.S.A.
- Benoit, R. E.; N. A. Willits y W. J. Hanna, 1962. Effects of rye Winter and cover on soil structure. *Agronomy Journal*, 54: 415-420.
- Bui Huu Tri y G. Monnier, 1973. Etude quantitative de la granulation des sols sous prairies de graminees. I - Parametres definissant la structure granulaire et leur relation avec la porosite du sol. *Ann. Agron.* 24: 401-424.
- Chester, G.; O. J. Attoe y O. N. Allen, 1957. Soil aggregation in relation to various soil constituents. *Soil Science Society of America Proceedings*, 21: 272-277.
- De Boodt, M. y L. De Leenheer, 1958. Soil structure index and plant growth. *Proceeding of the International Symposium on Soil Structure*, Ghent, Bélgica, pág. 234-244.
- De Boot, M. y L. De Leenheer, 1967. West European methods for soil structure determinations, VII. The State Faculty Agricultural Sciences Ghent, Bélgica, pág. 60-62.
- Decau, J. 1968. Les polysaccharides du sol, origine, evolution et role. *Ann. Agron.*, 19: 65-82.
- Dommergues, Y. y F. Manganot, 1970. *Ecologie microbienne du sol. Chapitre XIII. Role des micro-organismes dans la genèse et dégradation de la structure.* Masson et Cie., Editeurs, Paris, pág. 354-374.
- Floyd, A. R. y A. J. G. Ohrogge, 1970. Gel formation on nodal root surface of zea mays. *Plant and Soil*, 33: 331-343.
- Griffiths, E. y R. G. Burns, 1972. Interaction between phenolic substances and microbial polysaccharides in soil aggregation. *Plant and Soil*, 36: 599-612.
- Hardisson, C.; M. Robert-Gero y J. Pochon, 1966. Synthèse de substances para-humiques par *Azotobacter Chroococcum*. *Ann. Inst. Pasteur*, 111: 66-75 y 486-496.
- Harris, R. F.; O. N. Allen; G. Chesters y O. J. Attoe, 1963. Evaluation of microbial activity in soil aggregate stabilization and degradation by the use of artificial aggregates. *Soil Science Society of America Proceedings*, 27: 542-545.
- Harris, R. F.; O. N. Allen; G. Chesters y O. J. Attoe, 1964. Mechanisms involved in soil aggregate stabilization by fungi and bacteria. *Soil Science Society of America Proceeding*, 28: 529-532.
- INTA 1973 - Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3360-33 Pérez Millán, pág. 35-38.
- López, R. y J. H. Becking, 1968. Polysaccharide production by *Beijerinckia* and *Azotobacter*. *Microbiol. Espan.*, 21: 53-75.
- Miller, D. A. y W. D. Kemper, 1962. Water stability of aggregates of two soils as influenced by incorporation of alfalfa. *Agronomy Journal*, 54: 494-496.
- Molina, J. S., 1968. La décomposition aérobie de la cellulose et al structure active des sol. (Résumé de 20 ans de recherches, 1946-1967); *Ann. Inst. Pasteur*, 115: 604-609.
- Oades, J. M., 1972. Studies on soil polysaccharides. *Austr. J. Soil Res.*, 10: 113-126.
- Rennie, D. A.; E. Truog y O. N. Allen, 1954. Soil Aggregation as influenced by microbial gums, level of fertility and kind of crop. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 18: 399-403.
- Ruehrwein, R. A. y D. W. Ward, 1952. Mechanism of clay aggregation by polyelectrolytes. *Soil Science*, 73: 485-491.
- Santantoglia, O. J. y M. E. Brandinelli de Sardi, 1982. Comparación de métodos de estabilidad estructural y variabilidad de los resultados en un suelo de la Serie Ramallo (Argiudol vértico). *Rev. Facultad de Agronomía*, 3: 103-112.
- Tallarico, L. A., 1969. Influencia de distintos tratamientos culturales sobre la estructura del suelo Brunizem RIA, INTA, Serie 3, Clima y Suelo, Vol. VI: 1-11.
- Tallarico, L. A., 1973. Evaluación del mejoramiento que producen las pasturas permanentes sobre la estructura del suelo cultivado con especies anuales, principalmente maíz. *IDIA* 311: 1-7.