

COMPARACION DE METODOS DE ESTABILIDAD ESTRUCTURAL Y VARIABILIDAD DE LOS RESULTADOS EN UN SUELO DE LA SERIE RAMALLO (ARGIUDOL VERTICO)

O. J. Santanatoglia (1) y María Esther Brandinelli de Sardi (2)

Recibido: 15/10/81

Aceptado: 16/7/82

RESUMEN

El estudio se realizó en un suelo perteneciente a la Serie Ramallo (Argiudol Vértico), donde se localizaron parcelas de 1.800 m², con tres manejos diferentes (pastura degradada, cultivo continuo y suelo virgen, o sea, debajo del alambrado) y tres fechas de muestreo (marzo, abril y mayo).

Los métodos de estabilidad que se aplicaron son: Yoder (1936) modificado (1951), De Boodt y De Leenheer (1958 - 1967), mezcla alcohol-agua Tallarico (1974) y el índice K de percolación de Hénin (1969).

De acuerdo a la variabilidad encontrada estadísticamente, para una precisión del 10% de la media y 95% de probabilidad, según "t" de Student, el número máximo a extraerse es de 28 muestras compuestas. Para una precisión del 20% de la media y 95% de probabilidad, el número máximo es de 7 muestras compuestas.

Se comprobó que en el caso de los tratamientos más contrastantes (pastura degradada versus, cultivo continuo y suelo virgen versus, cultivo continuo), tomando 5 muestras compuestas de 3 submuestras, las diferencias entre las medias son significativas al 99% de probabilidad, utilizando el "t" de Student.

A COMPARISON OF METHODS FOR THE DETERMINATION OF STRUCTURAL STABILITY. A STUDY OF THE VARIABILITY OF THE RESULTS IN A SOIL OF THE RAMALLO SERIES

SUMMARY

This study has been done on soils belong of the Ramallo Series (Vertic Argiudol), where parcels of 1.800 m² were settled, being used three different managements; degraded grassland, continues cultivation, and natural soil (that is to say beneath the wire cover), and three dates of collection of samples (March, April and May).

Methods of stability applied: Yoder (1936) modified (1951), De Boodt y De Leenheer (1958- 1967), alcohol-water mixture, Tallarico (1974) and K index of percolation by Hénin (1969).

According to the variability estadístically found, for a 10% cent precision of mean value and 95% of probability, just as "t" of Student, the maximum number to be drawn out is: 28 compound samples. Towards an accuracy of 20% of mean value and 95% of probability, the maximum number is: 7 compound samples.

It has been proved that, in the case of the most contrasting treatments (degraded grassland, vs, run-on till and natural soil, vs, run-on till), taking 5 compound samples from 3 sub-samples, the differences between the medium are quite significant at 99% of probability, using the "t" of Student.

-
- (1) Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.
 - (2) Unidad Edafología Agrícola del Departamento de Suelos. INTA. Cerveño 3101, (1425) Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCION

El estudio de la metodología para cuantificar el estado de agregación de un suelo y su estabilidad estructural, se ha venido desarrollando desde hace muchos años, Vilenski, 1934; Yoder, 1936; Van Bavel, 1949; Hénin, 1938 y 1964; Leenheer y De Boodt, 1959; Plotnikov, 1960; Miller y Kemper, 1962; Wikiert, 1962; Benoit, *et al.*, 1962.

Su aplicación en análisis de rutina se ha visto dificultado por la complejidad de los distintos métodos y es por ello, que en la Argentina varios autores, Tallarico (1964, 1969, 1973 y 1974); Garay y Suero (1978); Gutiérrez *et al.*, (1979) han tratado de comparar distintos métodos o modificarlos, para adoptar el más simple y que cuantifique esta propiedad física con una precisión aceptable.

El tipo de muestreo y tratamiento de la muestra, referido a grandes superficies, no ha sido muy analizado, encontrándose criterios dispares en cuanto al número de muestras a tomar por hectárea y el manipuleo de la misma desde su extracción hasta el secado al aire (Aljibury y Evans, 1961; Garay y Suero, 1978; Sardi, *et al.*, 1978).

Es por ello que se ha comenzado con una serie de trabajos tendientes a dilucidar como inciden cada uno de estos factores en la cuantificación del parámetro aludido. El objetivo de este primer trabajo consistió:

- a) Para una Serie caracterizada, tomar el número práctico de muestras compuestas. Se tomaron cinco para una superficie de parcela de 1.800 m². Calcular el número de muestras compuestas que deberán tomarse, de acuerdo a la variabilidad encontrada y a la precisión deseada.
- b) Analizar la influencia de los distintos tipos de manejo sobre la estabilidad de los agregados.
- c) Significación estadística entre las distintas fechas de extracción, para cada método utilizado en las determinaciones físicas y tratamientos.

MATERIALES Y METODOS

Suelo, muestreo y tratamientos

Se analizaron muestras de suelos correspondientes a la Serie Ramallo típica (Argiudol Vértico, INTA, 1973) tomadas del lote N° 12 del campo Los Patricios de la Universidad de Buenos Aires, localidad de San Pedro, donde se encontraban las parcelas en estudio.

Las parcelas poseen un tamaño de 30 m x 60 m, para los tratamientos praderas degradada y cultivos continuos. Para la condición de suelo virgen, se tomó una faja no alterada debajo del alambrado, dentro de dicha Serie, en el lote N° 12, hasta cubrir los 1.800 m².

Se tomaron muestras compuestas de 3 submuestras, del horizonte superficial, desechando los primeros centímetros, donde hay una variación de agregación muy acentuada, debido a las diferentes masas radiculares, (Bui y Monnier, 1973), pero siempre dentro del mismo horizonte A.

Cada muestra, está constituida por tres submuestras que equidistan entre ellas aproximadamente 3 metros y entre grupos de submuestras 10 metros. La cantidad total de muestra que se lleva al laboratorio es de aproximadamente 2 kilos.

Las muestras fueron sacadas siempre con una humedad menor a la capacidad de campo, suelo húmedo (Etchevehere, 1976).

Se tuvo en cuenta de no muestrear luego de una lluvia, sino que se dejaba pasar por lo menos cinco días hasta llegar a la condición de humedad mencionada anteriormente. Para el suelo que está bajo cultivo, se tiene la precaución de no extraer la muestra enseguida de cualquiera de las labores comunes, se debe dejar pasar por lo menos 20 días de dichas operaciones, para que se restablezca nuevamente el equilibrio biológico, ya que el mismo está íntimamente relacionado con el grado de estabilidad.

En cuanto al manejo que poseía dicha

Serie en el lote considerado, se tomaron los siguientes tratamientos:

- Cultivos continuo en una rotación arveja-girasol-maíz, con más de 12 años de dicho manejo.
- Pastura degradada de 12 años; cebadilla, pasto ovilla, trebol blanco y festuca, pastoreada y actualmente enmalezada, dominando el gramón (*Cynodon dactylon*).
- Suelo vírgen, debajo del alambrado, bajo vegetación predominante de gramíneas.

Se realizaron tres extracciones, que correspondieron a los meses de marzo, abril y mayo. Las muestras fueron transportadas en bolsas de polietileno de una capacidad de 2 kilos (Santanatoglia, 1980).

Las muestras luego del transporte fueron extendidas en bandejas, sin desterronar a mano, secadas al aire, para luego ser pasadas por un tamiz de malla de 10 mm y luego fraccionada por tamaño de acuerdo al método que se utilice.

Métodos utilizados en las determinaciones físicas

Las determinaciones fueron las siguientes:

- Distribución de los agregados estables en agua por el método de Yoder, modificado Soil Science Society of America, 1951. Yoder (1936).
- Medida de la estabilidad dada por la diferencia entre el peso-diámetro medio de los agregados secados al aire y el mismo después de humedecido, incubado y tamizado en agua (De Boodt y De Leenheer, 1958 y 1967).
- Índice K de percolación de Hénin (1969).
- Método rápido de la mezcla alcohol-agua,

difundido en la Argentina por Tallaricó (1974).

Método de análisis estadístico *

El análisis estadístico se efectuó de la siguiente manera:

- Cálculo del número de muestras que hay que sacar; según la variabilidad hallada, para lo cual se usó la fórmula de Snedecor, citada por Aljbury y Evans (1961).

$$n = \frac{(100)^2 \cdot t^2 \cdot s^2}{p^2 \cdot x^2}$$

- n = Número de muestras a sacar.
- s = Desviación estándar del área a muestrear.
- p = Desviación en porcentaje de la media.
- x = Promedio del área a muestrear.
- t = Valor "t" de Student, con una determinada probabilidad.

Se determinó el número de muestras para una precisión del 10% y 20% de la media y se uso un valor "t" de Student, con una probabilidad del 95 por ciento.

Para analizar si existen diferencias significativas entre los tratamientos se uso:

El estadístico "t" de Student, con una probabilidad del 99 por ciento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización del suelo en el cual se realizó el ensayo:

Serie: Ramallo.

Subgrupo: Argiudol Vértico.

Ubicación: Campo Los Patricios U.B.A., lote

* El análisis estadístico fue realizado por el Ing. Agr. Norberto Fernández, Técnico del Departamento de Suelos Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, a quien los autores agradecen su colaboración.

Nº 12 ángulo norte, límite con lote Nº 10 y vecino, San Pedro, Pcia. de Buenos Aires.

Material Original: Loes

Geomorfología: Lomas aplanada.

Relieve: Pendiente suave, normal.

Posición: Alta.

Pendiente: Menor al 1 por ciento.

Permeabilidad: Lenta en el horizonte B_{2t}.

Drenaje: Moderadamente bien drenado.

Profundidad de la napa: Profunda.

Escurrimiento: Medio.

La descripción del perfil modal se puede ver en la Hoja Pérez Millán (INTA, 1973).

Datos analíticos del suelo utilizado

No habiéndose encontrado valores significativamente distintos entre las muestras extraídas de cada parcela, se exponen los valores analíticos, promedio de nueve muestras, de los 24 cm de profundidad, que corresponden a los horizontes A₁₁ y A₁₂ del perfil descrito anteriormente.

Análisis estadístico de los resultados estadísticos

En el Cuadro 1, se puede observar para cada método, los valores medios de los índices, la desviación estándar y el coeficiente de variación a través de las distintas fechas de

extracción y tratamientos. En el mismo, se muestra que el método de Yoder dio los mayores valores de coeficiente de variación más altos, para los tratamientos en los cuales el suelo ha sido menos disturbado, que para el suelo con laborío continuo. El valor más alto de coeficiente de variación encontrado, correspondió al método de percolación de Hénin, con 40,7% para el tratamiento pastura degradada y muestreo en el mes de mayo. Los valores más bajos de dicho coeficiente se encontraron para el método alcohol-agua. Todos los valores mostraron una gran heterogeneidad, para un mismo método, en las distintas fechas de extracción, entre tratamientos y técnicas de determinación.

El número de muestras promedio que se deberá tomar, teniendo en cuenta los tres tratamientos y las tres fechas de extracción, dependerá del método a utilizar y de la precisión a la que uno quiere trabajar (Cuadro 2).

Para una precisión del 10% de la media y 95% de probabilidad, según "t" de Student, hay una variación de un máximo de 28 muestras compuestas para el método de Yoder, hasta un número mínimo de 6 muestras compuestas para el método de alcohol-agua. Si se considera una precisión del 20% de la media y la misma probabilidad, la cantidad de muestras se reduce considerablemente. Se necesitan en este último caso, un máximo de 7 muestras compuestas para el método de Yoder y como mínimo 2 muestras compuestas para el método de alcohol-agua.

Horizontes: A ₁₁ y A ₁₂				Profundidad total: 24 cm				
Humedad Equivalente %	Sesquióxidos %	Ca CO ₃ %	pH H ₂ O (1: 2,5)	pH KCl 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 (%)

2μ	2 - 50μ	50 - 100μ	100 - 250μ	250 - 500μ	500 - 1.000μ	1.000 - 2.000μ
28,41	62,94	8,13	0,41	0,0	0,0	0,0

Denominación: franco arcillo limosa.

CUADRO 1: Valores medios, desviación estándar y coeficiente de variación de cada método, fecha de extracción y tratamientos.

Tratamientos	Fecha de extracción	Métodos											
		Yoder			De Boodt			Percolación			Alcohol - agua		
		x	S	C.V.%	x	S	C.V.%	x	S	C.V.%	x	S	C.V.%
Debajo del alambrado	Marzo	0,650	0,137	21,07	29,80	6,058	20,30	43,00	4,472	10,40	74	4,183	5,60
	Abril	0,928	0,222	23,90	39,80	3,633	9,10	26,60	2,302	8,60	95	0	0
	Mayo	0,692	0,182	26,30	40,80	5,848	14,30	45,80	14,272	31,10	92	2,738	2,90
Promedio x'		0,757		36,80		38,47					87		
Pastura degradada	Marzo	0,662	0,236	35,60	33,60	9,289	27,60	12,00	3,807	31,70	63	7,582	12,00
	Abril	0,806	0,206	25,50	36,60	8,173	22,30	23,00	1,581	6,80	94	2,236	2,30
	Mayo	0,880	0,149	16,90	39,40	7,700	19,50	22,00	8,972	40,70	93	2,738	2,90
Promedio x'		0,783		36,53		19,00					83		
Cultivo continuo	Marzo	0,098	0,027	27,50	16,40	0,894	5,40	14,40	0,547	4,40	17	4,472	26,30
	Abril	0,108	0,026	24,00	16,20	0,836	5,10	10,00	2,236	22,30	47	6,708	14,20
	Mayo	0,098	0,014	14,20	19,00	1,224	6,40	13,60	1,949	14,30	47	4,472	9,50
Promedio x'		0,101		17,20		12,70					37		

x = Promedio de cinco muestras compuestas de tres submuestras.

x' = Promedio de las tres fechas de extracción para cada tratamiento y para cada método.

S = Desviación estándar.

C.V.% = Coeficiente de variación en porcentaje.

CUADRO 2: Número de muestras necesarias, para una precisión del 10% ó 20% de la media, con un "t" de Student, con una probabilidad del 95 por ciento.

Tratamientos	Momento del muestreo	Métodos							
		Yoder		De Boodt		Percolación		Alc. - Agua	
		10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%
Debajo del alambrado	Marzo	20	5	19	5	5	1	1	1
	Abril	26	6	4	1	3	1	1	1
	Mayo	31	8	9	2	44	11	1	1
Pastura degradada	Marzo	58	14	35	9	46	11	7	2
	Abril	30	7	23	6	2	1	1	1
	Mayo	13	3	17	4	76	19	1	1
	x	34	8	25	7	41	10	3	1
Cultivo continuo	Marzo	34	9	1	1	1	1	31	8
	Abril	27	7	1	1	23	6	9	2
	Mayo	9	2	2	1	9	2	4	1
	x	23	6	1	1	11	3	15	4
Promedio total x'		28	7	12	4	23	6	6	2

x = Valores promedio, de 5 muestras compuestas de 3 submuestras, para todas las fechas de extracción y para cada tratamiento.

x' = Idem, para el total de tratamientos y métodos.

CUADRO 3: Valores promedios para los tratamientos realizados y para un mismo método.

Momento del muestreo	Tratamientos	Métodos			
		Yoder	De Boodt	Percolación	Alcohol - Agua
Marzo	D.A.	0,650	29,8	43,0	44
	P.d.	0,662	33,6	12,0 a	63
	C.c.	0,098 a b	16,4 a b	12,4 a	17 a b
Abril	D.a.	0,928	39,8	26,6	95
	P.d.	0,806	36,6	26,0 a'	94
	C.c.	0,108 a' b'	16,2 a' b'	10,0 a' b'	47 a' b'
Mayo	D.a.	0,692	40,8	45,8	92
	P.d.	0,880	39,4	22,0 a''	93
	C.c.	0,098 a'' b''	19,0 a'' b''	13,6 a''	47 a'' b''

D.a. = Debajo del alambrado.

P.d. = Pastura degradada.

C.c. = Cultivo continuo.

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

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

Para los distintos tratamientos estudiados y los métodos físicos utilizados, se muestran las diferencias significativas entre las medias utilizando el "t" de Student al 99% (Cuadro 3).

Se puede observar, que la diferencia entre las medias son significativas para todos los métodos utilizados en los tratamientos más contrastantes:

- Debajo del alambrado *versus*, cultivo continuo.
- Pradera degradada *versus*, cultivo continuo

El índice K de percolación de Hénin, sólo mostró significancia en el último caso mencionado para la extracción del mes de abril, pero se debe destacar que fue el único que mostró significancia para los tratamientos: debajo del alambrado *versus*, pradera degradada.

Es conocido, que todos los factores fisicoquímicos que caracterizan a cada Serie de suelos, pueden variar dependiendo de las distintas fechas de extracción, ello quedó reflejado en el análisis que se muestra en el Cuadro 4.

Se puede observar, que hay métodos que presentan variaciones significativas entre las medias utilizando el "t" de Student al 99 por ciento, para las distintas fechas de ex-

tracción y dependiendo del tratamiento que se considere. El único método que no mostró diferencias significativas al 99%, fue el de Yoder.

Solamente para los métodos de Yoder y Percolación, se encontraron diferencias significativas entre las medias utilizando el "t" de Student al 95%, en los tratamientos:

- Debajo del alambrado (Yoder): hay significancia entre el mes de abril con respecto a los meses de marzo y mayo.
- Cultivo continuo (Percolación): hay significancia entre el mes de abril con respecto a los meses de marzo y mayo.
- Praderadegradada (Percolación): hay significancia entre el mes de marzo respecto a abril y mayo.

CONCLUSIONES

Todos los métodos mostraron una marcada diferencia, entre una tierra que se ha degradado a través del cultivo continuo y ambientes que se encuentran en un equilibrio biodinámico más estable, como son, las tierras de abajo del alambrado y aquellas con pasturas implantadas.

Para dichas situaciones bien contrastantes, se demostró que 5 muestras compuestas

CUADRO 4: Valores promedios de las determinaciones realizadas.

Momento del muestreo	Tratamientos	Métodos			
		Yoder	De Boodt	Percolación	Alcohol - Agua
Marzo	Debajo del alambrado	0,650	29,8	43,0	79
Abril		0,928	39,8 a	26,6 a	95 a
Mayo		0,692	40,8 a	45,9 b	92 a
Marzo	Pastura degradada	0,662	33,6	12,0	63
Abril		0,806	36,6	23,0 a'	94 a'
Mayo		0,880	39,4	22,0 a'	93 a'
Marzo	Cultivo continuo	0,098	14,4	12,4	18
Abril		0,108	16,2	10,0	47 a''
Mayo		0,098	19,0 a'' b''	13,6	47 a''

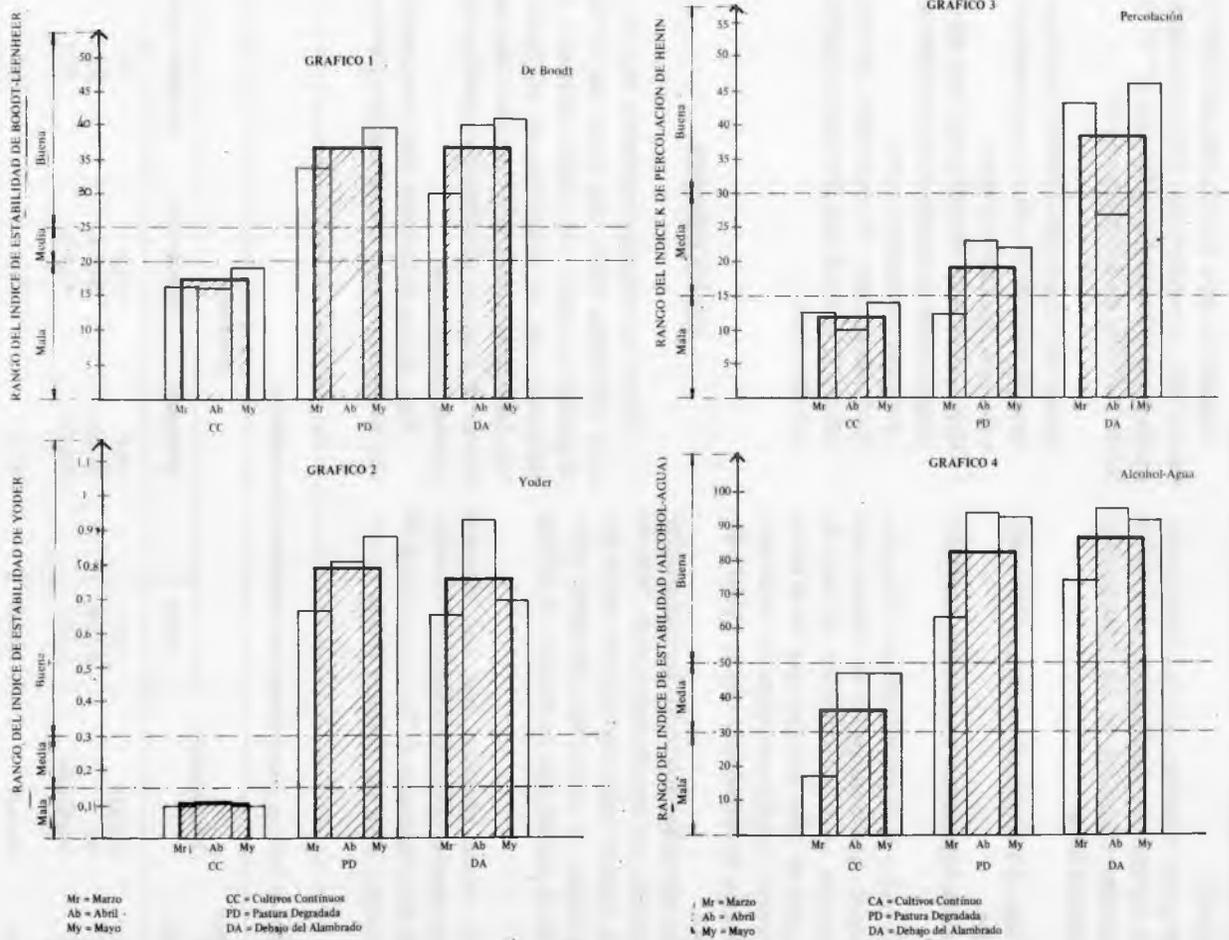


Figura 1: Variaciones de los tratamientos para distintas fechas de extracción, promedios y métodos utilizados con los rangos de los índices correspondientes.

de 3 submuestras alcanzan para diferenciarlas.

Si se quiere cuantificar el efecto benéfico que produce una pastura implantada a través del tiempo y compararla con una tierra que no ha sido alterada, como al que se encuentra debajo del alambrado, el número de muestras aumenta y las mismas dependerán fundamentalmente del método que se utilice y la precisión con que se quiera trabajar.

Para analizar dicho planteo y mantenimiento el esquema de este trabajo para la Serie Ramallo, se deben tomar como mínimo 28 muestras compuestas de 3 submuestras, para una precisión del 10% de la media y 95 por ciento de probabilidad, utilizando el "t" de Student. Si se trabaja con una precisión del 20% de la media y con la misma probabilidad, el número de muestras se reduce a 7 muestras compuestas de 3 submuestras.

Para realizar comparaciones en un mismo tratamiento, se debe tener en cuenta que las muestras deben ser tomadas en la misma fecha, pues como fue analizado, se encuentran variaciones estadísticamente significativas para cada método, entre distintas fechas de extracción.

Se observa una tendencia a aumentar la estabilidad de los agregados desde el mes de marzo al mes de mayo, detectado en casi todos los métodos y encontrándose en algunos casos diferencias estadísticamente significativas.

Para mostrar gráficamente las conclusiones analizadas, se presenta la Figura 1, donde se observan las variaciones que posee cada tratamiento de acuerdo a las distintas fechas de extracción, los promedios y los métodos utilizados con los rangos de los índices correspondientes.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Aljibury, E. y D. D. Evans, 1961. Soil sampling for moisture retention and bulk density measurements. *Soil Science of America, Proceedings*, 25 (3): 180-183.
- 2) Benoit, R. E., N. A. Willits and W. J. Hanna, 1962. Effect of rye winter and cover on soil structure. *Agronomy Journal*, 54: 415-420.
- 3) Brandinelli de Sardi, María Esther, A. Legasa, C. Puricelli y E. Weir, 1978. Propiedades físicas de un suelo Serie Marcos Juárez, bajo condiciones extremas de manejo. VIII Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.
- 4) Bui Huu Tri et 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 (4): 401-424.
- 5) De Boodt, M. and L. De Leenheer, 1958. Soil structure index and plant growth. *Proceeding of the International Symposium on Soil Structure*, Ghent, Bélgica : 234-244.
- 6) De Boodt, M. and L. De Leenheer, 1967. West European methods for soil structure determinations, VII. The State Faculty Agricultural Sciences Ghent. Bélgica : 60-62.
- 7) Etchevehere H., 1976. Normas de Reconocimiento de Suelos. INTA, Departamento de Suelos, *Publicación* 152: 91-92.
- 8) Garay, Ana F. y Elvira E. Suero, 1978. Estado estructural del horizonte superficial de suelos Argiudoles del Sudeste Bonaerense. I-Variabilidad del muestreo y del análisis. Comparación de dos métodos. VIII Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo.
- 9) Gutiérrez, Mercedes, J. Panigatti y O. Quaino, 1979. Estudio de métodos para la determinación de la estabilidad estructural en suelos del centro-oeste de Santa Fe. *Publicación Miscelánea* No 1 E.E.R.A. Rafaela.
- 10) Hénin, S., 1938. Etude physico-chimique de la stabilité structurale d'un sol de limon. *Ann. Agron.* : 301.
- 11) Hénin, S., O. Robochet et A. Iongerius, 1955. Principes pour l'évaluation de la stabilité structurale des sols. *Ann. Agron.* (4): 537-557.
- 12) Hénin, S., G. Monnier et A. Combecu, 1958. Méthode pour l'étude de la stabilité structurale des sols. *Ann. Agron.* (1): 73-92.
- 13) Hénin, S. et W. Hutter, 1964. Essai sur le gonflement comme mécanisme de la stabilité structurales des sols. *Sc. Sol.*, 2.
- 14) Hénin, S., R. Gras y G. Monnier, 1972. El Perfil Cultural. El estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas. Ediciones Mundiprensa, Castelló, 37 -Madrid-1 : 125-158.
- 15) INTA, 1973. Carta de Suelos de la República Argentina, 1973. Hoja 3.360-33 Pérez Millán. Publicación del INTA : 35-38.
- 16) Miller, D. A. and W. D. Kemper, 1962. Water stability of aggregates of two soils as influenced by incorporation of alfalfa. *Agronomy Journal* 54 : 494-496.

- 17) Plotnikov, A. A., 1960. Dynamics of the water-stable structure of soil under ley-rotation crops. *Pochvedenie* 10: 88-92.
- 18) Santanatoglia, 1980. Estabilidad estructural: Análisis de la variabilidad debida al transporte y acondicionamiento de las muestras para su análisis, de la Serie Ramallo (Argiudolvértigo). (Inédito).
- 19) Soto, 1977. Utilización del método mezcla Alcohol-agua para la evaluación rápida de la estructura en suelos de la Serie Roldan. Universidad Nacional de Rosario, Facultad Ciencias Agrarias. Publicación mimeográfica.
- 20) Tallarico, A., A. C. Ferreiro y F. S. Stillo, 1963. Algunas características de los agregados estables relacionadas con su diámetro en un suelo Pradera. *RIA*. 17, (3): 345-352.
- 21) Tallarico, A., 1974. Evaluación del mejoramiento que producen las pasturas permanentes sobre la estructura del suelo cultivado con especies anuales, principalmente maíz. *IDIA* 311 : 1-7.
- 22) Tallarico, A., 1974. El método rápido de la mezcla alcohol-agua para evaluar la estructura del suelo. *IDIA*. 313-314, enero-febrero 1974: 1-4 ed. 1977.
- 23) Van Bavel, C. H. M., 1950. The mean weight diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. *Soil Science Society of America, Proceedings*, 14, 20.
- 24) Vilensky, D., 1934. Influence de l'humidité du sol sur sa structure. *C.R.Ass. Inter. Science du Sol*. Versailles: 97-108.
- 25) Wikiert, P., 1962. Grasslands and soil structure. *Grundförbattring* 15, : 15-49.
- 26) Yoder, A., 1936. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of physical nature of erosion losses. *Journal Amer. Soc. Agronomy* 28: 338-351.
- 27) Zaffanella, J. R., 1977. Importancia del estado físico superficial del suelo en la agricultura pampeana de secano. Publicado por la Comisión Nacional para la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Agua, CONFAGUA/C8/6.