

MODIFICACIONES PRODUCIDAS EN EL SUELO POR PLANTAS FORRAJERAS

Miguel A. Pilatti, Lázaro J. J. Priano y Jorge A. de Orellana (1)
con la colaboración de
H. A. Pertusati, L. P. Porcel de Peralta y J. A. Viviani (2)

Cátedra de Edafología, Fac. de Agronomía y Veterinaria de la
Universidad Nacional del Litoral,
R.P.J. Kreder 1805, 3080 Esperanza - Santa Fé.

RESUMEN

Para evaluar las mejoras producidas en el suelo por forrajeras semipermanentes, dentro del espesor mayoritariamente útil e inmediatamente debajo de él, en los horizontes A1, B1, y B21 de un Argiudol ácido de Esperanza, se determinó: densidad aparente, macroporosidad, agua retenida a 6 kPa, pH, nitrógeno total y carbono orgánico. En A1 se evaluó, además, la estabilidad de agregados. Se cuantificaron las modificaciones inducidas en parcelas con las siguientes variantes experimentales: (1) Parcelas testigos: a) con vegetación y remoción anual; b) sin vegetación ni remoción. (2) Parcelas con forrajeras de raíces pivotantes: a) Alfalfa (*Medicago sativa*); B) Lotus perenne (*Lotus corniculatus*); c) Soja perenne (*Glicine javanica*). (3) Parcelas con forrajeras de raíces fasciculadas: a) Falaris (*Phalaris tuberosa*); b) Grama Rhodes (*Chloris gayana*); c) Cebadilla chaqueña (*Bromus auleticus*).

Los resultados mostraron efectos favorables en las parcelas con forrajeras respecto de las dos testigos (con vegetación y sin ella) para todas las variables, excepto pH, que no cambió significativamente.

En B1 y B21 mejoró la macroporosidad, pero no se solucionó el problema de inestabilidad de esos horizontes.

Las forrajeras con raíces fasciculadas superaron a las pivotantes en estabilidad de agregados, macroporosidad del B21 y densidad aparente en B1 y B21. En cambio, las leguminosas (pivotantes) superaron a las gramíneas en contenido de nitrógeno del A1. No hubo diferencias entre ambas para pH y retención hídrica a 6 kPa.

Palabras clave: Argiudol, efecto de forrajeras, cambios en el suelo, espesor útil.

MODIFICATIONS PRODUCED IN THE SOIL BY FORAGE CROPS

ABSTRACT

In an aquic Argiudoll of Esperanza (Santa Fe, Argentina), problems of low macroporosity, unstable horizons and undesirable structures in the horizons A1, B1 and B21, were detected using a method to calculate the "useful thickness".

- (1) Investigador del CONICET
(2) Alumnos de Edafología

To evaluate improvements produced in the soil by semipermanent forage crops, within and immediately below the "useful thickness", soil modifications produced under the following experimental situations were quantified: (1) Reference plots: a) with vegetation and annual soil cultivation, and b) without vegetation and cultivation; (2) Pivotal forage plots: a) *Medicago sativa*, b) *Lotus corniculatus*, and c) *Glycine javanica*; (3) fibrous forage plots: a) *Phalaris tuberosa*, b) *Chloris gayana* and c) *Bromus auleticus*.

Bulk density, macroporosity, water retention at 6 kPa, total nitrogen, organic carbon and pH were determined in the horizons A1, B1 and B21. In A1 horizon aggregate stability was also evaluated.

The results showed favorable effects of forage crops for all the tested variables, except pH.

In B1 and B21, the macroporosity improved, but the problems of instability was not solved in those horizons.

Fibrous roots surpassed pivotal forage crops in aggregated stability and macroporosity in the B21 horizons.

Pivotal forage crops surpassed fibrous roots in nitrogen contents of A1 horizon. There were no differences between fibrous and pivotal forage crops for pH and water retention at 6 kPa.

Key Words: Argiudoll, forage effects, soil changes, useful thickness.

INTRODUCCION

Aplicando los criterios elaborados por Norero (1984) para estimar la profundidad más accesible al sistema radical que ofrece un suelo, Piñeiro et al. (1981) y Pilatti y Antille (1985) detectaron que ese espesor —para Argiudoles del NE santafesino— era de 30 ± 5 cm., cifra también frecuente en el resto de la Prov. de Santa Fe. Por debajo de esa profundidad existen restricciones —sobre todo en el horizonte B2 y en su transición con el A1— consistente por lo general en "baja macroporosidad", presencia de "estratos inestables" y "estructuras y consistencias desfavorables". Como consecuencia, se restringe la aeración y quedan pocas vías de penetración y de ocupación del volumen edáfico por parte de las raíces.

En general, para los problemas aludidos en esos suelos, pueden aplicarse soluciones parciales de índole mecánica (caso del cincelado) o de tipo biológico, tal como la utilización controlada de pasturas semipermanentes. Las labores profundas pueden incrementar parcialmente la macroporosidad de los horizontes subsuperficiales, pero debido a que su carácter expansivo les confiere alta inestabilidad, el efecto logrado es efímero (Pilatti y Antille, 1985), errático o nulo (Puricelli y Legasca, 1973).

En nuestro país, especialmente en la región pampeana, se efectuaron diversas constataciones sobre el efecto mejorador de pasturas semipermanentes, como lo reseñan en gran medida Panigatti y Hansen de Hein (1985) y Puricelli (1985) al revisar la información empírica existente. Así, Tallarico et al. (1960), y Tallari-

co (1969) relacionaron cultivos con estabilidad de agregados, contenidos de carbono orgánico, densidad aparente y macroporosidad, Bonel et al. (1980) midieron el incremento de nitrógeno bajo cultivo de alfalfa. En el área norte de la región pampeana, Piñeiro et al.; (1981), Schweizer et al. (1973), Vivas (1985), Hansen de Hein y Panigatti (1985), Vivas y Fontanetto (1986), y Hansen de Hein (1985, 1986), vincularon el estado físico, químico y/o biológico del suelo con la historia cultural de los lotes. En el centro de la citada región, Weber (1978), Tallarico (1973), Tallarico y Puricelli (1983), Rivero (1984) y Pilatti et al. (1987) se ocuparon de similar temática. Estos estudios atienden, en su mayoría, exclusivamente a las modificaciones que se producen en el horizonte superficial, lugar al que se presta especial atención en el presente estudio.

Por ese motivo, y considerando el interés del tema, los objetivos de este trabajo fueron:

- Evaluar las mejoras provocadas por forrajeras semipermanentes sobre el estado físico y químico del suelo subyacente al espesor "útil" o "mayormente" utilizado por las raíces" (Norero, 1984), con miras a constatar si dichos efectos —supuestamente mejorados— son suficientes para profundizar la zona de actividad radicular.
- Cuantificar las mejoras que pudieron provocar, dentro del "espesor útil", las pasturas monofíticas.

A1 : 6 a 24 cm.
 B1 : 32 a 37 cm.
 B21 : 39 a 49 cm.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó sobre un Argiudol ácuico del centro san-
 tafecino, situado en el predio de la Facultad de Agro-
 nimia y Veterinaria de la Universidad Nacional del Li-
 toral, cuyas características se presentan en la Tabla 1.

Se tomaron muestras perturbadas y sin perturbar
 en los siguientes horizontes y espesores:

De este modo se consideraron representadas las
 propiedades medias de los horizontes A1 y B1, así
 como la parte superior del B21t.

Para determinaciones físicas, las muestras se inte-
 graron con 6 a 12 extracciones por horizonte, excepto
 para evaluar estabilidad de agregados, caso en el que
 se conformaron muestras compuestas de 15 extraccio-
 nes. Para las valoraciones químicas la intensidad de
 muestreo ascendió a 25 sondeos por horizonte, en ca-
 da parcela. Los valores promedios se compararon uti-
 lizando la prueba de Tuckey para un nivel de confian-
 za del 95%.

Se aplicó la técnica de cálculo propuesta por Nore-
 ro (1980) para conocer el espesor edáfico más fácil-

TABLA 1. PROPIEDADES DEL ARGIUDDL ACUICO EN EL CUAL SE REALIZO EL ENSAYO

HORIZONTE	PROFUNDID. (cm)	ESTRUCTURA	COLOR SECO/ HUMEDO	BARNICES	MOTEAADO	GRANULOMETRIA (%)						PE ESPEC Real gc
						0/ 2 μ m	2/ 20 μ m	20 50 μ m	50 100 μ m	100 250 μ m	250 500 μ m	
A ₁₁	0	Gran. fina moderad. débil	10YR5/2 3/2	-	-	19	32	43	3,5	2,0	0,5	2,54
A ₁₂	13	Bloq. Suban. finos moderad.	10YR5/3 3/2	-	-	25	31	39	3,0	1,8	0,2	2,54
B ₁	30	Bloq. subang. medios moderad.	10YR5/3 4/3	Esc. humus Fe arc	Esc. fin. ten.	27	26	42	3,2	1,6	0,2	2,57
B _{21t}	39	Prismas medios moderad. bl. ang.	7,5YR4,5/4 3,5/4	ab. arc Fe	Com. med. prec.	49	18	30	1,8	1,0	0,2	2,63
B ₂₂	60	Prismas medios moderad. bl. ang.	7,5YR5/4 4/4	ab arc Fe	Com. med. prec.	48	21	28	2,0	0,8	0,2	2,63
B ₂₃	94	Bloques ang. medios moderad. fuertes	7,5YR6/4 5/4	mod. arc. Fe	Com. fin. ten.	27	33	36	2,5	1,3	0,2	-
B ₃	100	Idem, moderad.	7,5YR7/4 5/4	Esc. Fe	Esc. fin. ten.	20	34	41	3,0	1,8	0,2	2,63
C	125	Granul. fina débil	10YR6 7,5YR4/4	-	-	15	33	45	4,0	2,8	0,2	-

Consistencia en seco, húmedo y mojado (respectivamente) de los principales horizontes:

A₁₁ y A₁₂: ligeramente duro; friable; lig. plástico, adhesivo.

B₁: ligeramente duro; friable; lig. plástico, lig. adhesivo.

B_{21t}, B₂₂: extremadamente duro; extr. firme; plástico, no adhesivo.

mente accesible por los sistemas radiculares de las plantas cultivadas. Se encontró que tal espesor era de sólo 34 cm., incidiendo —para limitar ese valor— la escasa macroporosidad, la presencia de estratos inestables y las estructuras y consistencias desfavorables presentes en el perfil.

Aprovechando parcelas existentes, utilizadas como muestrario de forrajeras, se seleccionaron las siguientes variables experimentales:

- 1) Area de referencia o testigo. Consiste en una superficie sometida a 2 remociones anuales de tipo convencional, durante los últimos 10 años. Predominio de verdesos invernales y estivales.
- 2) Area sin vegetación ni remoción durante 7 años, lo que se logró combinando control manual con herbicidas.

3) Area sembrada con forrajeras semipermanentes de raíz pivotante.

- 3.1) Alfalfa de 3 años (*Medicago sativa*)
- 3.2) Lotus de 5 años (*Lotus corniculatus*)
- 3.3) Soja perenne de 7 años (*Glicine javanica*)

4) Area sembrada con forrajeras semipermanentes de raíces fasciculadas.

- 4.1) Falaris de 2,5 años (*Phalaris tuberosa*)
- 4.2) Grama Rhodes de 3,5 años (*Chloris gayana*)
- 4.3) Cebadilla chaqueña de 6 años (*Bromus auleticus*)

Las determinaciones y evaluaciones efectuadas fueron: *Densidad aparente*, técnica del cilindro (Forsythe,

ICO Apar. 3	POROSIDAD		AGUA RETENIDA A			MAT. ORG. %	N TOT. ppm	pH	RESISTENCIA DE PASTA SATURADA (0 hm)	COMPLEJO DE INTERCAMBIO						RAICES
	Total %	Macro %	g. 10 ³	6 k Pa %	PMP					Ca	Mg	Na	K %	H %	T	
1,29	49,2	13,3	20,8	27,8	7,9	2,50	1350	5,7	4990	52	13	1	7	27	14,7	Abundantes
1,37	46,1	7,7	20,6	28,0	8,1	1,62	1150	5,8	4990	57	10	1	3	29	16,3	Moderadas
1,38	46,7	7,8	21,3	28,2	9,6	1,26	950	5,6	4640	59	11	1	3	26	15,7	Moderadas
1,39	47,1	1,2	28,4	33,0	14,2	1,08	850	5,8	1970	62	12	1	6	19	29,2	Escasas
1,35	48,7	3,3	30,6	33,6	14,4	0,72	590	6,0	1860	67	10	1	7	15	27,4	Escasas
-	-	-	-	-	-	0,44	360	6,6	1920	67	12	1	8	12	25,0	Escasas
1,31	50,2	12,2	-	29,0	-	0,38	350	6,5	2530	63	14	1	8	14	23,1	Escasas
-	-	-	-	-	-	0,30	310	6,8	2340	63	14	1	9	9	14	Escasas

1975); *Macroporosidad*, por diferencia entre porosidad y microporosidad; *Porosidad total*, relacionando densidad de partículas, (Forsythe, 1975) con densidad aparente; *Microporosidad*, por equiparación volumétrica a "Agua retenida a 6 kPa", en mesa de succión (Bezerra de Oliveira, 1968); *pH*, por potenciometría, relación suelo/agua = 1/2, 5; *Carbono orgánico*, por combustión húmeda (Walkey & Black modificado, según M. A. G., 1982); *Estabilidad de agregados en agua* (sólo para muestras superficiales) según Hénin et al. (1958), *Nitrógeno total*, Kjeldahl, semimicro (M. A. G., 1982).

RESULTADOS E INTERPRETACION

En la Tabla 2 se presentan las cifras obtenidas. Los cultivos se agruparon según sus respectivos sistemas radicales, (pivotantes y fasciculados) representados por las medidas correspondientes. A continuación se analizarán los efectos resultantes.

Mejora de los Estratos Subyacentes al Espesor Util

Considerando —de acuerdo con la metodología de Norero (1980)— que la macroporosidad es totalmente limitante para valores inferiores al 5% y semi-limitante entre 5 y 10% , se constató que los sistemas radicales fasciculados eliminaron ese factor restrictivo del B1 y de la parte superior del B21; en cambio, las raíces pivotantes sólo mostraron capacidad mejoradora en el B1. Puede observarse que el tratamiento sin vegetación —y por ende sin actividad radicular durante un lapso prolongado— presenta los valores inferiores de macroporosidad.

El problema de la inestabilidad (expansión-contracción) de los horizontes podría solucionarse incrementando el tenor orgánico. De acuerdo con las ecuaciones utilizadas por Noero (1980) y considerando las características granulométricas del B21 se requiere que el tenor de carbono sobrepase el 1,1% , valor no alcanzado por ninguno de los tratamientos forrajeros aquí ensayados.

Una alternativa no evaluada en esta experiencia, para superar el problema de inestabilidad, consistiría en

modificar la granulometría a través de la mezcla de horizontes; en este caso todo el B1 con algunos centímetros del B21. Así puede reducirse la concentración de arcilla en una porción de B21 y, de lograrse incrementar el tenor orgánico con el uso de forrajeras semipermanentes, sería posible atenuar el problema en ese espesor.

Mejora Dentro del Espesor Util

La estabilidad de los agregados en agua se ha incrementado sustancialmente en los tratamientos con pasturas lo que puede atribuirse a los aumentos de los tenores orgánicos y de macroporosidad.

La retención hídrica en los tratamientos con pasturas se incrementó significativamente sólo en el horizonte A1. El aumento relativo respecto de los testigos fue del orden del 10% ; esto puede atribuirse a modificaciones en la trama porosa del horizonte y al incremento de materia orgánica. Nótese que entre pivotantes y fasciculadas no se presentaron diferencias significativas.

Es necesario destacar que, de incorporar al espesor útil actual la mitad inferior del B1 y la parte superior del B21 el agua aprovechable por los cultivos se incrementaría en más del 50% . Esto destaca la importancia de dedicar esfuerzos para aumentar el espesor útil, antes que a mejorar las propiedades en su estado actual.

Conviene aclarar que las mejoras detectadas son las máximas esperables, ya que las plantas no fueron "pastoreadas" y los residuos vegetales volvieron totalmente al suelo. Esto posibilita obtener mayores tenores orgánicos y excluir las modificaciones ocasionadas por el pisoteo.

El pH no se alteró apreciablemente.

El contenido de nitrógeno orgánico mostró un balance favorable significativo en las parcelas con leguminosas (pivotantes), comprobándose este hecho en todos los horizontes estudiados. La diferencia con respecto al testigo varía entre 0,05 y 0,13 Kg N m⁻², constatándose un efecto altamente positivo. Cabe consignar que en la parcela con alfalfa de 3 años se observó una escasa nodulación. Las gramíneas no provocaron cambios significativos.

Los niveles de materia orgánica se incrementaron sustancialmente bajo pasturas, principalmente en A1. El balance de materia orgánica arrojó un saldo posi-

PROPIEDADES Y COMPONENTES	HORIZONTES	RAICES PIVOTANTES					RAICES FASCICULADAS					TESTIGOS			DMS*
		Alfalfa	Lotus	Soja Perenne	\bar{X}	Falaris	Gramma Rhodes	Cebadilla Chaqueta	\bar{X}	Con Vegetación	Sin Vegetación	\bar{X}	Con Vegetación	Sin Vegetación	
Estabilidad de Agregados (%)	A ₁	22,00	25,00	28,00	25,00	35,00	28,00	31,00	31,00	8,00	9,00	8,50	9,00	4,00	
	A ₁	1,17	1,09	1,15	1,14	1,08	1,17	1,11	1,12	1,20	1,39	1,31	1,39	0,07	
Densidad Aparente g/cm ³	B ₁	1,20	1,10	1,17	1,16	1,25	1,20	1,16	1,20	1,29	1,35	1,32	1,35	0,05	
	B ₂₁	1,27	1,19	1,23	1,23	1,12	1,22	1,18	1,17	1,25	1,30	1,28	1,30	0,05	
Macro Porosidad (%)	A ₁	20,00	20,00	17,00	19,00	27,00	18,00	18,00	21,00	13,00	8,00	10,50	8,00	5,00	
	B ₁	15,00	19,00	14,00	16,00	11,00	16,00	17,00	15,00	8,00	7,00	7,50	7,00	3,00	
pH	B ₂₁	4,00	12,00	5,00	7,00	7,00	10,00	13,00	10,00	4,00	2,00	3,00	2,00	4,00	
	A ₁	6,2	5,9	6,3	6,1	6,4	6,1	5,8	6,1	5,7	6,0	5,85	6,0	0,3	
Retención de agua a 6 k Pa (mm)	B ₁	5,9	5,4	5,8	5,7	5,9	5,6	5,9	5,8	5,6	5,9	5,75	5,9	0,2	
	B ₂₁	5,8	5,6	5,3	5,6	5,9	5,6	5,6	5,8	5,8	5,7	5,75	5,7	0,2	
Carbono Organico (kg m ⁻²)	A ₁	108,00	119,00	122,00	116,00	119,00	110,00	124,00	118,00	101,00	97,00	99,00	97,00	10,00	
	B ₁	39,00	42,00	40,00	40,00	40,00	39,00	40,00	40,00	40,00	39,00	39,5	39,00	3,5	
Nitrogeno Total (kg m ⁻²)	B ₂₁	49,00	45,00	49,00	48,00	51,00	53,00	49,00	51,00	50,00	51,00	50,5	51,00	4,00	
	Total	196,00	206,00	211,00	204,00	210,00	202,00	213,00	209,00	191,00	187,00	189,00	187,00	17,5	
DMS*	A ₁	4,1	5,1	5,7	5,0	5,2	4,8	4,7	4,9	4,2	4,1	4,15	4,1	0,5	
	B ₁	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,5	1,2	0,9	0,9	0,90	0,9	0,4	
Total	B ₂₁	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8	0,8	0,7	0,75	0,7	0,2	
	Total	6,1	7,2	7,5	6,9	7,0	6,7	7,1	6,9	5,9	5,7	5,80	5,7	0,7	
Total	A ₁	0,43	0,58	0,58	0,53	0,51	0,43	0,47	0,47	0,45	0,36	0,41	0,36	0,06	
	B ₁	0,12	0,16	0,15	0,14	0,14	0,12	0,15	0,14	0,11	0,11	0,11	0,11	0,02	
Total	B ₂₁	0,11	0,13	0,14	0,13	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10	0,02	
	Total	0,66	0,86	0,87	0,80	0,76	0,66	0,74	0,72	0,67	0,57	0,62	0,57	0,10	

DMS* = Diferencia mínima significativa para 95% de probabilidad.

vo, del orden de 1 Kg m^{-2} , lo cual se traduce en efectos deseables para otras propiedades edáficas.

La macroporosidad alcanzó valores adecuados para la dinámica de los fluidos, tanto en A1 como en B1, en ambos tratamientos con pasturas monofíticas. En general, se observaron incrementos significativos respecto de los testigos.

Comparando entre sí los tratamientos de referencia, puede constatar que el testigo sin vegetación es aventajado por el vegetado en la calidad de sus datos para densidad aparente y macroporosidad, así como en nitrógeno del A1. Diferencias menores, no significativas, aparecen en otros parámetros estudiados. A su vez, ambos testigos mostraron guarismos de inferior calidad con respecto a las parcelas cultivadas con forrajeras semipermanentes.

En síntesis, las raíces fasciculadas fueron más eficientes que las pivotantes para aumentar la estabilidad de los agregados de agua y el enriquecimiento en carbono orgánico fueron similares para ambos grupos vegetales. Las plantas con raíces pivotantes (aquí leguminosas) incrementaron en mayor medida los niveles de nitrógeno que las restantes.

CONCLUSIONES

En general, se lograron efectos positivos más contundentes dentro del espesor enraizable que inmediatamente debajo de él.

Las forrajeras semipermanentes demostraron ser sólo parcialmente capaces de eliminar las condiciones adversas que restringen el espesor del suelo más fácilmente enraizable: logran incrementar la macroporosidad hasta niveles compatibles con una buena aeración.

En el horizonte A1 provocaron modificaciones positivas —y estadísticamente significativas— de los siguientes atributos: contenido de carbono orgánico, nitrógeno total, estabilidad de agregados, capacidad de retención hídrica y macroporosidad.

A partir de la información obtenida puede deducirse que un pequeño incremento del espesor útil sería más efectivo para almacenar agua que el conjunto de las mejoras obtenidas dentro del espesor útil actual.

REFERENCIAS

- Bezerra de Oliveira, L. 1968. Determinação de macro e microporosidade pela "mesa de tensão" em amostras de solo com estrutura indeformada. *Pesq. Agrop. Brasi.* 3: 197-200.
- Bonel, J.A., C.A. Puricelli; E.J.J. Cabrini y E. Weir, 1980. Influencia de la alfalfa sobre la fertilidad nitrogenada del suelo en la pampa húmeda. EERA, INTA, Marcos Juárez. *Hoja Inf.* n° 41, 4p.
- Forsythe, W.; 1975. Física de suelos. IICA, San José de Costa Rica. 212 pp.
- Hansen de Hein, W. I. y N. E. Hein; 1985. Agricultura continua y la fertilidad de los suelos. EERA, INTA, Rafaela, *Inf. para Extensión* n° 80, 4p.
- Hansen de Hein, W. I. y J. L. Panigatti; 1985. Evolución de los suelos según el manejo. EERA, INTA, Rafaela. *Inf. para Extensión* n° 77, 5p.
- Héin, S.; G. Monnier y A. Combeau; 1958. Méthode pour l'étude de la stabilité structurale des sols. *Ann. Agron.* IX: 73-92.
- M.A.G.; 1982. Toma de muestras y determinaciones analíticas en suelos y aguas. Santa Fe, Min. Agr. y Gan.; D.G. Ext. e Inv. Agropecuarias. 151 p.
- Norero, A.; 1984. Ingeniería de cultivos. CIDIAT, Mérida, 210p.
- Panigatti, J. L.; 1975. Molisoles del norte de la zona pampeana. III Cambios debidos a diferentes manejos. *Rev. Inv. Agrop.* Serie 3, XII: 129-143.
- Panigatti, J. L. y W. I. Hansen de Hein; 1985. Agricultura permanente y evolución de los suelos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4: 49-71.
- Pilatti, M.A. y R.L. Antille; 1985. Labores profundas en Argiudoles del noreste santafecino. Incidencia sobre las propiedades edáficas y comportamiento del girasol. *TecniCREA* n° 5: 16-22.
- Pilatti, M. A.; J. A. de Orellana; L. J. J. Priano; O. M. Felli y D. A. Grenón; 1987. Manejos tradicionales y conservacionistas: su incidencia sobre propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Estudio de casos sobre Argiudoles del sur de Santa Fe. Enviado para su publicación a la *Rev. Ciencia del Suelo*.

- Piñero, A.; M. A. Pilatti y D. Mistrorigo; 1981. Degradación del recurso natural -suelo- y la consecuente disminución de la productividad de la región. Min. Agr. y Gan. de la Prov. de Santa Fe, D. G. de Extensión e Investigaciones Agropecuarias, 50p.
- Puricelli, C. A.; 1985. La agricultura rutinaria y la degradación del suelo en la Región Pampeana. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4: 33-48.
- Puricelli, C. A. y A. Legasa; 1973. Remoción de capas u horizontes endurecidos de un Brunizem. EERA, INTA, Marcos Juárez. *Inf. Técnico* n° 45, 13p.
- Rivero de Galetto, M. L.; 1984. Modificaciones de las propiedades físicas-químicas de un suelo, producidas por su uso agrícola continuo. EEA, INTA, Pergamino. Informe Interno, 20p.
- Schweizer, M. S.; J. L. Panigatti y F. P. Mosconi; 1973. Influencia del manejo sobre las propiedades físicas del suelo Brunizem del dep. Castellanos (Santa Fe). EERA, INTA, Rafaela. *Bol. Int. de Divulgación* n° 24; 10p.
- Tallarico, L. A.; 1969. Influencia de distintos tratamientos culturales sobre la estructura del suelo Brunizem. *RIA Serie 3*, 6: 55-63.
- Tallarico, L. A.; 1973. Evaluación del mejoramiento que producen las pasturas permanentes sobre la estructura del suelo cultivado con especies anuales, principalmente maíz. *IDIA*, n° 311: 1-7.
- Tallarico, L. A.; A. Ferreiro y F. Súllo; 1960. Efecto del uso sobre el estado de agregación en algunos suelos pampeanos. *RIA*, XIV: 315-333.
- Tallarico, L.A. y C.A. Puricelli; 1983. Determinación de los efectos de las rotaciones y sucesiones de cultivos sobre la fertilidad química y física del suelo en la zona Centro de CREA. *IDIA*, n° 409-412: 66-86.
- Vivas, H. S.; 1985. Infiltración del agua en diferentes situaciones de manejo. EERA, INTA, Rafaela. *Inf. para Extensión*. n° 76, 6p.
- Vivas, H. S. y H. M. Fontanetto; 1986. Evolución de algunas condiciones físicas y químicas de suelos con distintos manejos. EERA, INTA, Rafaela. *Inf. para Extensión*, n° 84, 6p.
- Weber, J. A.; 1978. Relación entre algunas propiedades físico-químicas y biológicas, con los sistemas de manejo de suelos de la serie Venado Tuerto. *Actas de la Reunión Técnica de grupos CREA del sur de Santa Fe*. 5p.