

## EVOLUCION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL Y DIFERENTES PROPIEDADES QUIMICAS SEGUN EL USO DE LOS SUELOS EN TRES AREAS DE LA PRADERA PAMPEANA

M. E. Vázquez (1) (2); L. A. Berasategui (1) (2); E. R. Chamorro (2); L. A. Taquini (1) (2) y L. A. Barberis (1) (2)

(1) Dto. Suelos, Fac. Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453. 1417 Buenos Aires.

(2) Tecnoagro SRL. Benjamín Matienzo 2687. 1426 Buenos Aires.

### RESUMEN

La región Pampeana ha sufrido un proceso de agriculturización creciente en los últimos años debido al aumento de establecimientos que practican la agricultura continua o, siendo mixtos, extienden los ciclos agrícolas de las rotaciones.

El objetivo de este trabajo es evaluar comparativamente el estado de degradación y la evolución de distintos parámetros químicos (C total, C liviano, N total, N hidrolizable) y la estabilidad estructural, bajo condiciones de pastura y agricultura en tres zonas de la Pradera Pampeana (N, O y SE de la provincia de Buenos Aires).

La degradación de los lotes actualmente en agricultura, respecto de situaciones inalteradas, es de mayor a menor: O, N, SE. En cada caso dicha degradación fue similar para el Ct y el Nt, superior para el Cl y variable para el Nh, indicando susceptibilidades diferentes de los componentes orgánicos citados. La estabilidad estructural fue el parámetro más afectado, con disminuciones de hasta un 70 %. El uso reciente de los suelos (5 años de pastura a 10-24 años de agricultura) produjo cambios en las variables analizadas, los cuales pueden ser descriptos con funciones lineales o suavemente curvilíneas. Estos son en general de mayor a menor: zona SE, O, N. El empleo de estas medidas podría ser útil para evaluar el estado de degradación de los lotes y decidir su destino.

Palabras clave: degradación de suelos, C total y liviano, N total e hidrolizable, estabilidad estructural, Pradera Pampeana.

## EVOLUTION OF THE STRUCTURAL STABILITY AND DIFFERENT CHEMICAL PROPERTIES ACCORDING TO THE SOIL USE IN THREE AREAS OF THE ARGENTINE PAMPA

### ABSTRACT

The Argentine Pampa has gone through a process of intensification of agriculture in recent years. This is a result of an increase in the number of ranches practicing continuous agriculture, or extending the agricultural cycle of the rotation in the case of those that also raise cattle.

The aim of this paper is to evaluate comparatively the degradation and the evolution of different chemical parameters

(total C, light C, total N, hidrolized N and structural stability) under conditions of pasture and agriculture in three different areas of the Argentine humid Pampa (N, W and SE of Buenos Aires province).

The degradation of fields now in agriculture, in relation with virgin land is maximum in the west area, followed by the north area and minimum in the southeast. In each case this degradation was similar for Ct and Nt, higher for Cl and variable for Nh, showing different evolution of the mentioned organic compounds. The structural stability was the most affected parameter, with decreases of up to 70 %. The recent use of the soils (5 years of pasture and 10-24 years of agriculture) produced changes in the analyzed properties, which can be described by linear or slightly curved functions. These are in general from maximum to minimum in the SE, W y N areas. These parameters could be useful to evaluate the state of degradation of the fields and decide their future use.

Key words: soil degradation, total and light C, total and hydrolized N, structural stability, Argentine humid Pampa.

## INTRODUCCION

La región Pampeana ha sufrido durante los últimos 20 años un proceso de agriculturización creciente. A principios de la década del 70 los cultivos agrícolas ocupaban el 50 % de la superficie apta para esta actividad y hoy esa cifra es superior al 80 % (Coscia, 1989). Senigagliaesi (1990), refiriéndose a la región maicera típica, informa que la tasa de aumento de la superficie destinada a la agricultura entre 1970 y 1985 ha sido del 4 % anual. Este incremento se operó a través de un aumento de establecimientos que practican la agricultura continua o que siendo mixtos extienden los ciclos agrícolas de las rotaciones. La rentabilidad relativa de la agricultura frente a la ganadería ha sido la causa principal de este fenómeno.

Simultáneamente con este cambio cuantitativo en el tipo de producción, se generó una modificación cualitativa de la agricultura practicada; ejemplos de ello son la difusión del cultivo de soja

y los contratos de arrendamiento.

Son numerosos los informes que permiten evaluar los efectos adversos de la intensificación agrícola (Santanatoglia y Fernández, 1983; Puricelli, 1983; Casas, 1985; Panigatti y Hein, 1985; Andriulo y Arce, 1985; Lázari, 1989; Culot, 1989; Bussetti y Ferreiro, 1989; Michelena et al., 1989; Senigagliaesi, op. cit.). La degradación de los suelos se produce tanto a través de fenómenos erosivos, como de pérdida de la fertilidad química, alteración de procesos biológicos y propiedades físicas.

En este estudio se pretende evaluar comparativamente la evolución de diferentes parámetros de la fertilidad química (Ct, Cl, Nt, Nh) y la estabilidad estructural (Ee), en tres zonas de la Pradera Pampeana (N Bs. As. - S Sta. Fe (I); O Bs. As. (II); SE Bs. As. (III) ); con la finalidad de sentar pautas para un manejo adecuado de estos suelos y considerar la posibilidad de períodos agrícolas prolongados sin detrimento de su fertilidad.

Tabla 1. Ubicación geográfica, taxonomía y número de lotes evaluados.

Zona	Partido o Departamento	Sub-Grupo	Serie	Nº de lotes	
I. N Bs. As.	S Santa Fe	Rojas	Argiudol típico	Rojas (1)	26
		Pergamino	Argiudol típico	Arroyo Dulce (1)	6
		Salto	Argiudol típico	Arroyo Dulce (1)	9
		Caseros	Argiudol típico	Div. de Mayo (1)	20
II. O Bs. As.	Henderson	Hapludol éntico	Loma Arenosa (2)	40	
III. SE Bs. As.	Necochea	Argiudol típico	Mapu Hue (2)	11	
		Argiudol típico	Pilmayquen (2)	18	
		Argiudol petrocálcico	La Dulce (2)	10	

(1) INTA (Hoja 3560-2 Rojas; Hoja 3363-36 Venado Tuerto) (2) Tecnoagro S.R.L.



## MATERIALES Y METODOS

**Suelos:** Los suelos utilizados correspondieron a lotes de tres zonas de la Pradera Pampeana, cuya ubicación y taxonomía se presentan en la Tabla 1. Los mismos fueron seleccionados en función de su historia de uso reciente, es decir, agricultura continua (AC) y pastura (Pa). En cada zona se incluyeron casos de manera de contar con la variabilidad más amplia posible. A consecuencia de esto la extensión de la AC varió desde 24 años en la zona I, hasta 13 en la III y 10 en la II. La longitud del uso pastoril (Pa) fue como máximo de 5 años en los tres casos. Cabe aclarar que no fueron contemplados en esta selección aspectos tales como tipo de cultivos, labranzas, estado de degradación de las pasturas, etc. Para las tres zonas fueron registradas situaciones inalteradas como referencia, tales como cascotes, montes, etc.

**Muestreo:** Para la determinación de las propiedades químicas los suelos fueron muestreados en áreas representativas de cada lote, con una intensidad de 1 submuestra/ha integrando una muestra de 15 a 20 submuestras, de 0-20 cm de profundidad. Para las determinaciones de Ee se tomaron 2 muestras compuestas con igual intensidad, las que fueron enviadas al laboratorio en latas envueltas en polietileno.

**Técnicas Analíticas:** Las evaluaciones fueron realizadas en Tecnoagro S.R.L. mediante las siguientes determinaciones: Ct (Black, 1965). Cl (Richter y col., 1975). Nt (Conti y col., 1976). Nh (Chalk y Waring, 1970). Ee (de Boodt y de Leehner, 1958).

**Métodos Estadísticos:** La evolución de los resultados obtenidos para cada técnica analítica y serie, fue analizada mediante regresión simple, lineal y no lineal. Para ello se estableció una escala arbitra-

ria centrada en 10; valores superiores indicaban años de AC crecientes e inferiores a este valor de Pa. Por ejemplo, el valor 13 indica 13 años de AC y el valor 7, 3 años de Pa. A posteriori se compararon las funciones halladas en cada caso entre series de una misma zona; ante la ausencia de diferencias estadísticas en este sentido, se calculó una única función para cada determinación y zona.

## RESULTADOS

Una caracterización general de las series estudiadas puede verse en la Tabla 2 y un resumen de los resultados obtenidos para las diferentes situaciones analizadas en la Tabla 3.

En la Tabla 4 se transcriben los coeficientes de las funciones lineal y la de tipo no-lineal seleccionada, cuando esta última produjo un ajuste más favorable, así como el grado de significancia de las mismas. El objetivo de mostrar el ajuste lineal en todos los casos es comparar los coeficientes para las distintas determinaciones y zonas. Debe aclararse que la situación inalterada no fue considerada en estos ajustes.

La ilustración de las funciones lineales se presenta en la Figura 1.

## DISCUSION

### a) Cambios en el largo plazo

El primer aspecto importante para comentar lo constituyen las diferencias en las variables químicas estudiadas (Ct, Cl, Nt, Nh) para las distintas zonas (Tabla 3). Si se observan las cifras promedio para cada zona en la situación inalterada, podrá comprobarse que para todas las determinaciones el orden de menor a mayor es zona II, I y III. Las condiciones de génesis, principalmente granulometría del material original y climáticas, podrían explicar estos resultados.

Tabla 2. Caracterización de los horizontes superficiales de los perfiles modales de las series estudiadas.

Serie	Ct %	Nt %	pH	Ca	Mg meq/100 g	K	Na	Arena	Limo %	Arc.	Text.
Rojas	1,8	0,172	6,0	11,1	2,9	1,8	0,2	27,7	49,4	22,9	FL
Arr. Dul.	2,3	0,224	6,2	16,1	2,2	2,1	0,4	14,3	63,9	20,6	FL
Div. Mayo	2,0	0,194	5,8	13,2	2,9	2,1	0,2	12,1	65,4	22,5	FL
L. Aren.	1,6	0,130	6,7	10,0	4,0	2,0	0,2	71,5	17,0	11,5	FA
Mapu Hue	3,0	0,245	6,0	14,0	5,0	1,0	0,2	32,6	36,6	30,8	Fa
Pilmayq.	2,9	0,238	5,8	12,5	6,0	1,1	0,2	27,7	42,8	29,5	Fa
La Dulce	2,8	0,261	5,8	13,0	6,0	1,9	0,3	32,5	39,2	28,3	Fa

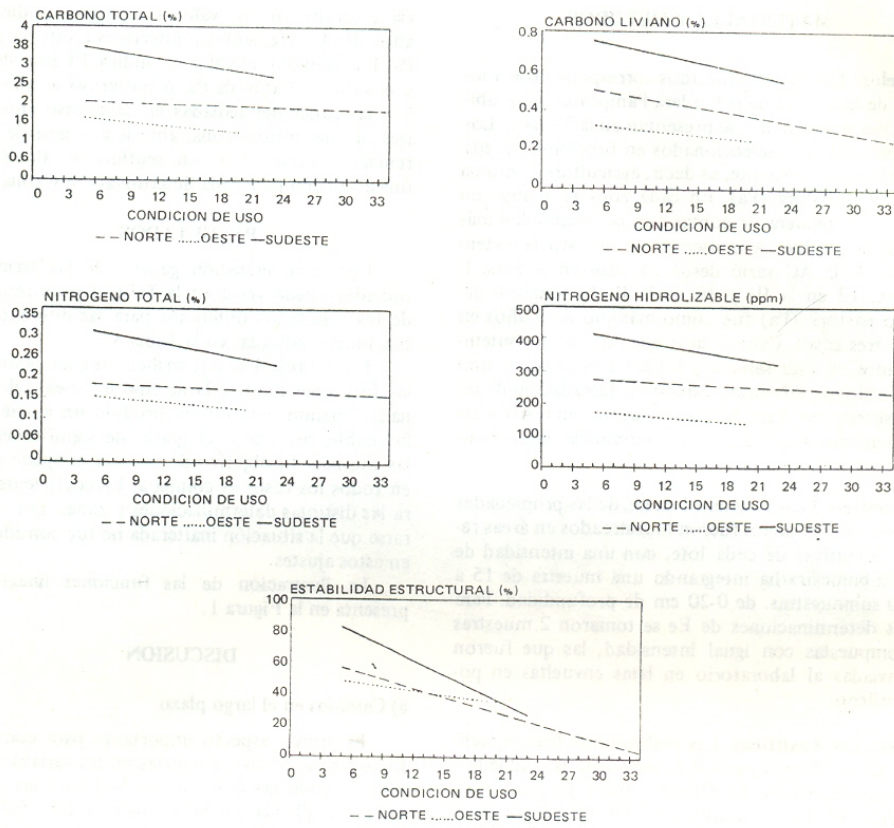


Fig. 1. Evolución del Ct, Cl, Nt, Nh, y la Ee según condiciones de uso. (Escala en abscisas: años de agricultura crecientes) 1C años de pastura crecientes (10

Tabla 3. Promedios ( $\bar{X}$ ) y desvíos estandar (DS) para cada serie y zona de las determinaciones de Ct, Cl, Nt, Nh y Ee.

Zona	Condición de uso	Ct		Cl %		Nt		Nh ppm		Ee %	
		$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS	$\bar{X}$	DS
I	Inalter.	2,5	0,328	0,71	0,246	0,218	0,043	337	45,3	—	—
	Pastura	1,99	0,14	0,509	0,145	0,176	0,017	263	24,9	59	23
	Agricul.	1,85	0,13	0,363	0,104	0,17	0,016	252	25,8	26,3	13,7
II	Inalter.	2,19	0,169	0,494	0,099	0,202	0,013	328	18,7	—	—
	Pastura	1,54	0,229	0,312	0,047	0,148	0,023	173	30,5	51,1	18,8
	Agricul.	1,34	0,211	0,276	0,063	0,13	0,019	153	28,3	39,9	8,9
III	Inalter.	3,39	0,238	0,843	0,128	0,301	0,015	422	33	—	—
	Pastura	3,28	0,235	0,719	0,187	0,288	0,023	398	39,8	75,2	16,1
	Agricul.	2,83	0,375	0,597	0,189	0,248	0,033	346	37,2	42,8	18,2



Tabla 4. Coeficientes y grado de significancia de las funciones de ajuste entre Ct, Cl, Nt, Nh y Ee, respecto de las condiciones de uso.

Zona	Determin.	Ajuste lineal			Tipo	Ajuste no-lineal seleccionado			Sign.
		a	b	Sign.		a	b	c	
I	Ct	2,016	-0,007	1 0/0	parab.	2,084	-0,17	0,00027	1 0/0
	Cl	0,555	-0,009	1 0/0	parab.	0,681	-0,026	0,00049	1 0/0
	Nt	0,186	-0,0008	1 0/0					
	Nh	281,3	-1,400	1 0/0					
	Ee	65,44	-1,800	1 0/0	parab.	84,68	-4,450	0,07450	1 0/0
II	Ct	1,706	-0,024	1 0/0	parab.	1,785	-0,040	0,00068	1 0/0
	Cl	0,354	-0,005	5 0/0					
	Nt	0,165	-0,002	1 0/0					
	Nh	186,1	-2,190	10 0/0	parab.	195,4	-4,110	0,08210	5 0/0
	Ee	52,52	-0,840	10 0/0	parab.	60,70	-2,520	0,07370	5 0/0
III	Ct	3,610	-0,042	1 0/0	parab.	3,404	-0,005	-0,0013	1 0/0
	Cl	0,806	-0,011	5 0/0					
	Nt	0,318	-0,004	1 0/0					
	Nh	436,9	-4,980	1 0/0					
	Ee	97,05	-3,000	1 0/0	expon.	118,2	-0,062	--	1 0/0

El análisis de las proporciones de Cl y Nh respecto del Ct y el Nt, consideradas sus formas lábiles (Zourarakis y Barberis, 1980 y 1983), brinda la siguiente información. En la zona I el Cl representa el 28,4 % del Ct y el Nh el 15,5 % del Nt. En la zona II estas cifras representan el 22,6 % y 16,2 % y en la zona III 24,9 % y 14,0 %, respectivamente. Esto permite comprobar que las cifras son relativamente similares en las tres zonas, a pesar de las diferencias en la naturaleza de los componentes orgánicos de los sitios estudiados (Rosell, 1976; Panuska y Rosell, 1980; Andriulo y Pecorari, 1989).

Atendiendo también a los promedios zonales, puede apreciarse que en los tres sitios el orden de las variables químicas es, como es dable esperar, agricultura-pastura-inalterado. Sin embargo, cabe destacar que las pérdidas por efecto de la actividad agrícola-pastoral son diferentes para las zonas y variables químicas. Si se comparan solamente los valores extremos (inalterado vs. agricultura) puede verse que mientras en la zona I las disminuciones han sido del 26, 49, 22 y 25 % para el Ct, Cl, Nt y Nh, respectivamente; en la zona II estos valores son 39, 44, 36 y 53 % y en la zona III 17, 29, 18 y 18 %, respectivamente. Estas cifras merecen varias reflexiones. En primer lugar puede verse que la zona II con menor historia total de uso que la I, es decir más allá del uso reciente considerado aquí, se encuentra considerablemente más degradada que ésta. Téngase en cuenta para valorar el fenómeno que la historia total de uso de los lotes del N

duplica o hasta triplica lo ocurrido en el O de la Pradera Pampeana y esto también ocurre en la historia de uso reciente de los lotes, ya que en el N se están considerando casos de hasta 24 años de AC, frente a los 10 años de los lotes de la zona O. Simultáneamente ocurre que los suelos evaluados en el N son típicamente maiceros, es decir con agricultura más agresiva, mientras que los del O tienen menos antecedentes en este sentido.

La condición textural franco-arenosa de la serie Loma Arenosa del O, frente a la franco-limosa de las series de los Argiudoles típicos del N, pueden explicar en parte este suceso. Diferencias en la naturaleza de la m. o. de los suelos en consideración (Rosell, op. cit.; Panuska y Rosell, op. cit.; Andriulo y Pecorari, op. cit.) podrían ser otra causa de lo acaecido.

Las disminuciones ocurridas en el O también superan y en mayor media lo registrado en el SE, aunque en este caso las historias de uso total pueden ser comparables. Nuevamente texturas más finas y condiciones térmicas menos favorables para la mineralización, pueden haber controlado el suceso en la zona SE.

Por otro lado las pérdidas porcentuales del Cl superan, en todos los sitios, las del Ct, indicando una disminución relativa mayor de las fracciones lábiles de la materia orgánica. Russell (1967) demostró que tanto la relativa agradación temporaria causada por las pasturas como la degradación por la agricultura, estaba asociada a la fracción liviana de la m. o.

Las pérdidas del Nt son comparables a las del Ct en todos los sitios. Mc Gill y Cole (1981) afirman que la descomposición de las cadenas carbonadas de la m. o., el N orgánico y parte del S, el ligado al C, obedecen a un ciclo biológico, lo que origina evoluciones análogas de los mismos. La pérdida relativa del Nh respecto del Nt ha sido considerablemente diferente, un valor muy alto en la zona II, y análogo al Nt en las zonas I y III, sugiriendo posibles diferencias en las susceptibilidades de las fracciones "lábilés" del N entre ellas.

En términos generales puede decirse que la información bibliográfica muestra resultados muy variables para los diferentes sitios, con valores que oscilan en pérdidas de 0-2,5 % para el C y 0-2 % para el N, en términos anuales (Lázzari, 1989). Parte de la razón de esta variabilidad yace en la dependencia de las cantidades iniciales del C y el N (Reinhorn y Aonimelech, 1974) y la textura del suelo (Kruglov y Proshlyakov, 1980).

La Ee medida por el método de de Boodt y de Leehner (op. cit.), que caracteriza la resistencia a la degradación estructural de un determinado tamaño de agregados al agua, ha evidenciado claramente el efecto del uso agrícola (Tabla 3). Los valores expresados en forma porcentual respecto de situaciones inalteradas fueron de 26,3; 39,9 y 42,8 % en promedio para las condiciones agrícolas, en las zonas I, II y III respectivamente. La pérdida de más del 70 % de la Ee en la zona I es consecuente con la historia de uso a que ya se ha hecho referencia y señala que tal vez sea ésta una de las propiedades, dentro de las estudiadas, más afectadas. Skidmore et al. (1986), Santanatoglia y Fernández (1983) y Mon et al. (1986) informan resultados similares, tanto en escalas prolongadas como de uso reciente de los suelos.

#### b) Cambios en el corto plazo

En esta sección se discutirá el efecto del uso "reciente" de los suelos sobre las propiedades analizadas (Tabla 4 y Fig. 1).

Una característica generalizada es que por un lado los ajustes de las funciones han sido significativos ( $\alpha < 5\%$ ) a muy significativos ( $\alpha < 1\%$ ) en todos los casos, mostrando que estas variables obedecen a dinámicas dentro de los tiempos estudiados y que, si bien no se puede decir que son independientes de otras características del uso, por ejemplo tipo de labranza, manejo de los rastrojos, tipo de cultivo, etc., dichas características no afectan las tendencias generales en los plazos analizados, posiblemente en virtud del número de situaciones analizadas. Otros antecedentes bibliográficos

para diferentes zonas de la Pradera Pampeana muestran resultados comparables para algunas de estas determinaciones (Costamagna et al., 1979; Rivero de Galeto et al., 1980; Garay et al., 1986; Andriulo y Pecorari, op. cit.; Panigatti y Hein, op. cit.; Puricelli op. cit.; Casas, op. cit.).

Por otro lado cabe destacar que los ajustes de tipo lineal han sido eficientes en todos los casos; el uso de funciones curvilíneas sólo permitió ligeras mejoras y en todas las oportunidades fueron "suavemente" curvilíneas. Oliverio (1984) obtuvo tendencias similares. Sin embargo, esto se contrapone con los resultados de otros investigadores (Panigatti y Hein, op. cit.) que describen asociaciones no-lineales en escalas de tiempo comparables.

Lázzari (op. cit.) afirma que se coincide en aceptar para regiones subhúmedas que el C y el N totales disminuyen rápidamente durante los primeros 10 a 30 años de cultivo, coincidirían en señalar que se alcanzaría un aparente equilibrio después de aproximadamente 60 a 70 años. Es decir, que existiría un acuerdo en que las funciones curvilíneas descendentes se dimensionan en escalas de tiempo de alrededor de 60 a 70 años en más. Cuando se estudia el efecto de las pasturas y de los años agrícolas sobre estas propiedades, en tiempos de 5 años de Pa y 10-24 años de AC, sólo se estaría ajustando una porción de la función general y por ello sería posible usar ecuaciones lineales.

Si se atiende a las ordenadas de dichas funciones lineales, para homogeneizar la comparación, se comprueba que se mantiene el orden de menor a mayor en todas las variables, zona II, I, III. Pero, llamativamente, las pendientes no siguen esa secuencia. Por ejemplo para el Ct, la pendiente es del 0,7 % en la zona I, 2,4 % en la II y 4,2 % en la III, indicando que en la actualidad y en las escalas de tiempo manejadas, la disminución de la m. o. sería de mayor a menor, zona III, II y I. Dos posibles causas podrían explicar este fenómeno. Si se consideran las historias de uso total de los suelos, como se ha visto, en la zona I ésta ha sido considerablemente superior y más agresiva, lo que podría indicar que en la actualidad dichos suelos estarían ubicados en la parte inferior de esa función curvilínea descendente a que se aludió párrafos atrás y por ende con menor pendiente. Mientras que en la zona III más cerca de la situación inalterada (apartado a), las pendientes serían mayores a pesar de que otras condiciones sean menos favorables para la mineralización.

Por otro lado, como se dijera, las disminuciones del C y del N son función de las "cantidades" iniciales (Reinhorn y Aonimelech, op. cit.) y en



este sentido la zona III supera considerablemente a las restantes, aun en las situaciones agrícolas actuales. Este fenómeno tendría implicancias importantes acerca del uso y manejo de los suelos, pues si bien los valores absolutos son superiores en la zona III, el grado de degradación es aún importante, aunque el "aparente equilibrio" podría ser alcanzado también a niveles mayores. Mientras que en la zona O o II la situación podría ser más comprometida, pues la tasa de degradación es alta y los valores absolutos relativamente bajos. Esto que se comentó para el C es válido también, en términos generales, para las otras determinaciones.

Finalmente cabe hacer un comentario. Se han omitido en las Tablas los resultados de 2 a 4 lotes por serie de cada zona, por la razón de que para todas las determinaciones practicadas, "simultáneamente", no coincidían con su condición de uso actual en la escala numérica establecida. Si bien en términos promedio esta generalización permite ajustar funciones respecto del uso, también cabría decir que una evaluación de las propiedades aquí analizadas permitiría tomar decisiones de uso más eficiente de estos lotes "atípicos", lo que posiblemente corresponda a condiciones de uso particulares, por su mayor o menor degradación de lo que los años de uso pastoril o agrícola señalaran, por ejemplo prolongando o disminuyendo los períodos agrícolas de las rotaciones establecidas.

### CONCLUSIONES

Tanto el contenido de Ct, como el de Cl, Nt y Nh son considerablemente diferentes para las tres zonas y condiciones de uso estudiadas, esta-

bleciéndose un orden de menor a mayor:  
zona O (II) - zona N (I) - zona SE (III)  
agricultura - pastura - inalterado

El contenido relativo de las fracciones lábiles (Cl y Nh) respecto del contenido total de C y N, son similares para todas las zonas. Estos oscilaron entre 23 y 28 % aproximadamente para el Cl; y 14 y 16 % para el Nh, en las situaciones inalteradas.

La degradación de las variables químicas estudiadas, considerando las situaciones "inalteradas" vs. "agricultura", fue de mayor a menor zona II - I - III.

Dicha degradación fue similar para Ct y Nt en cada caso, mientras que fue superior para el Cl y variable para el Nh, indicando susceptibilidades diferentes de las componentes orgánicas citadas.

La Ee fue la variable más afectada por el uso de los suelos con pérdidas de hasta un 70 % en la zona I, conforme a su mayor historia de uso y tipo de agricultura practicado.

El uso reciente de los suelos (5 años de pasturas a 10-24 años de agricultura continuados) produce cambios en todas las variables analizadas, que pueden ser descritos con funciones lineales o parabólicas suaves.

Las pendientes actuales son, para todas las determinaciones, mayores en la zona III, luego en la II y finalmente en la I. Este fenómeno podría ser explicado por los contenidos relativos de las fracciones estudiadas y la ubicación en la etapa evolutiva.

El uso de estas medidas puede ser útil para decidir el manejo de lotes con mejores o peores condiciones, que lo que su historia agrícola o pastoril indican.

### REFERENCIAS

- Andriulo, A. y J. Arce, 1985. Efecto de dos sistemas de labranza sobre algunas propiedades edáficas en el doble cultivo trigo-soja. IDIA 347-440: 1-10.
- Andriulo, A. y C. Pecorari, 1989. Algunas consideraciones sobre degradación de suelos bajo diferentes sistemas de labranzas. INTA. EERA Pergamino. Carpeta de Prod. Veg., IX. Inf. 61. Generalidades.
- Black, C. A., 1965. Methods of Soil Analysis. Part. 2, Am. Soc. Agr. Ed., Inc. Madison, Wisconsin, p. 1373.
- Bussetti, S. G., 1989. Propiedades químicas y físicoquímicas. En: Degradación de Suelos por Intensificación de la Agricultura, INTA, EEA Rafaela, Publ. Misc. 47: 51-62.
- Casas, R. R., 1985. La agricultura permanente y la degradación de los suelos en la Rep. Argentina. IDIA 433-436: 62-74.
- Conti, M. E.; M. Richter y L. Giuffrè, 1976. Método de determinación rápida del N del suelo. IDIA 343-348: 119-122.
- Coscia, A. A., 1989. La agriculturización de la Región Pampeana. En: Degradación de Suelos por Intensificación de la Agricultura, INTA, EEA Rafaela, Publ. Misc. 47: 5-13.
- Costamagna, D. A.; A. Saez; A. Gualati; P. Godz; C. Navarro; N. González y E. Suero, 1979. Evaluación de distintas rotaciones sobre las propiedades físicoquímicas de los suelos y el rendimiento de los cultivos en el SE del área de influencia de la EERA Balcarce. INTA. Doc. de Circulación Interna, Programa Conservación y Fertilidad de Suelos, Subprograma Región Pampeana, I: 44-47.

- Culot, J. Ph., 1989. Disponibilidad de nutrientes. En: Degradación de Suelos por Intensificación de la Agricultura, INTA, EEA Rafaela, Publ. Misc. 47: 63-75.
- Chalk, P. M. y S. A. Waring, 1970. Evaluation of rapid test for assessing nitrogen availability in wheat soils. 1. Correlation with plant indices of availability obtained in pot culture. *Aust. Journ. Exp. Ag. An. Husb.* 10(44): 298-305.
- De Boodt, M. L.; De Leehneer, 1958. Soil Structure index and planth growth. *Proceedings of the International Symposium on Soil Structure*, Ghent, Bélgica: 234-244.
- Garay, A. F.; L. Blotta y E. Muñoz, 1986. Efectos sobre las propiedades físicas de un suelo en Pergamino según distintos sistemas de labranza en la rotación trigo-soja-maíz. INTA. EERA Pergamino. Carpeta de Prod. Veg., VIII Inf. 51. Generalidades.
- Kruglov, L. V. y A. A. Proshlyakov, 1980. Humus replenishment in the plowed soils of the non-chernozem belt. *Sov. Soil Sci.* 11: 313-317.
- Lázzari, M. A., 1989. Cambios en la materia orgánica y sus efectos. En: Degradación de los Suelos por Intensificación de la Agricultura. INTA. EEA Rafaela. Publ. Misc. 47: 35-50.
- Michelena, R.; C. Irurtia; F. Vavruska y A. Pittaluga, 1989. Degradación de suelos en el norte de la región pampeana. Proyecto de agricultura conservacionista. INTA. EERA Pergamino. 132 p.
- Mon, R.; O. J. Santanoglia y M. E. B. de Sardi, 1986. Variaciones de las propiedades físicas de un suelo de Bordenave. *Ciencia del Suelo* 2: 161-164.
- Mc Gill, W. B. y C. V. Cole, 1981. Comparative aspects of cycling og organic C, N, S, and P through soil organic matter. *Geoderma* 26: 267-286.
- Oliverio, G., 1984. Niveles de fertilidad y degradación de distintos suelos de la Pradera Pampeana. Reunión de Labranzas y Degradación de Suelos, AACREA.
- Panigatti, J. L. y W. I. H. de Hein, 1985. Agricultura permanente y evolución de los suelos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4: 49-71.
- Panuska, E. N. y R. A. Rosell, 1980. Grupos funcionales que contienen oxígeno de ác. húmicos de varios suelos de la Rep. Arg. R.A.C.S. I: 177-189.
- Puricelli, C. A., 1983. Un caso de degradación de suelos en la región semiárida pampeana. INTA. EEA Bordenave. Bol. Inf. 65.
- Rasmussen, P. E.; R. R. Allmaras; C. R. Rohde y N. C. Roagr, 1980. Crop residue influences on soil carbon and nitrogen in a wheat-fallow system. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 596-600.
- Reinhorn, T. y Y Avnimelech, 1974. Nitrogen release associated with the decrease in soil organic matter in newly cultivated soils. *Environ. Qual.* 3: 118-121.
- Richter, M.; I. Mizuno; S. Aranguez y S. Uriarte, 1975. Densimetric fractionation of soil organic matter. *Journ. Soil Sci.* 26: 112-123.
- Rivero de Galetto, M. L.; V. J. Zeljkovich y L. A. Blotta, 1980. Evolución del estado físico de un suelo Serie Pergamino con distintos sistemas de labranzas. IX R. A. C. S. III: 87-93.
- Rosell, R. A., 1976. Propiedades de la materia orgánica y del humus de algunos suelos argentinos. *IDIA* 33: 39-52.
- Russell, J. S., 1967. Nitrogen fertilizer and wheat in semi-arid environment. 1. Effect on yield. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Hubs.* 7(28): 453-462.
- Santanoglia, O. J.; N. Fernández, 1983. Estabilidad estructural y contenido de gomas microbianas bajo distintos tipos de manejo, en un suelo de la serie Ramallo (Argiudol vértico). *Ciencia del Suelo* 1: 143-149.
- Senigagliaesi, C., 1990. Labranzas y agricultura conservacionista. Jornadas Regionales "Labranzas y Conservación de Suelos", INTA EEA Rafaela, Publ. Misc. 51: 111-133.
- Skidmore, E. L.; J. B. Layton; T. D. V. Armbrust y M. L. Hooker, 1986. Soil physical properties as influenced by cropping and residue management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 415-419.
- Zourarakis, D. y L. A. Barberis, 1980. Estudio comparativo del valor de algunos métodos químicos como elemento diagnóstico de la fertilidad nitrogenada en suelos de la Pradera Pampeana. IX R.A.C.S. II: 413-424.
- Zourarakis, D. y L. A. Barberis, 1983. Técnicas de diagnóstico de la fertilidad nitrogenada edáfica. Fundamento y desarrollo de las mismas. *Rev. Fac. Agr.* 4: 191-211.