

CARACTERISTICAS QUIMICAS DE UN SUELO SUPERFICIAL DEL SUR DEL CALDENAL (PROVINCIA DE LA PAMPA, ARGENTINA)

L CASTELLI, M A LAZZARI, M R LANDRISCINI, A M MIGLIERINA

LAHBIS, Dto. Agronomía, UNS y CERZOS (UNS-CONICET) 8000 Bahía Blanca, Argentina

CHEMICAL CHARACTERISTICS OF A TOP SOIL IN THE SOUTHERN CALDENAL REGION (PROVINCE OF LA PAMPA, ARGENTINA)

The Southern Caldenal (Province of La Pampa, Argentina) ecosystem, is under erosive and degradation processes, which lead towards desertification. The adoption of determined management practices requires a preliminary evaluation of the superficial soil layer which is an accurate indicator of aboveground biotic activity. The top 5 cm of soil is very fertile. Organic matter, total nitrogen, sulfur levels and magnesium, potassium, manganese and iron availability were higher under the shrubs than in adjacent open areas, thus suggesting a more favourable edaphic environment occurring under the shrubby vegetation.

Key words: Semiarid ecosystems - Soil Characterization - Desertification

INTRODUCCION

La principal actividad de la región del sur del Caldenal es la cría de vacunos, cuya única fuente de alimentación es la vegetación natural. Se practica el pastoreo continuo, sin planificación del manejo en general. Esto ha producido un evidente deterioro de los suelos y la vegetación, lo que determina un muy bajo nivel de productividad ganadera. En consecuencia, todo el territorio se halla bajo un proceso de erosión y degradación del ecosistema natural que lo conduce a su desertificación. Se observan amplias áreas de suelos desnudos en las que existe una manifiesta pérdida de suelo debido a la erosión superficial laminar ocasionada por las lluvias, con el consiguiente daño sobre la fertilidad del mismo. Otro factor importante que afecta la ecología de Caldenal es el fuego, ocasionado accidentalmente o intencionalmente con fines de manejo. Los fuegos intencionales tienden a controlar la invasión de las especies leñosas para aumentar la oferta forrajera. De allí que los estudios puntuales de suelos de la región del Caldenal están relacionados con el fuego (Orioli, Curvetto 1978, Rosell, Lazzari 1980).

El establecimiento y mantenimiento de una clausura para estudiar, entre otros, los efectos de distintas frecuencias de fuego sobre el suelo, requiere de una evaluación preliminar y detallada de las propiedades del suelo superficial (sensible indicador de la actividad biótica aérea), a la que podrá hacerse referencia toda vez que se desee medir la degradación del mismo. Según Walker *et al.* (1980), las consecuencias del fuego se observan, generalmente, en los primeros centímetros

del suelo. La inclusión del subsuelo (por ejemplo, la capa 0-10 cm) podría conducir a la no detección de cambios. A su vez, las diferentes especies de plantas, a veces en combinación con factores ambientales, podrían influir en la distribución espacial de las propiedades del suelo subyacente. El objetivo de este trabajo es caracterizar las propiedades químicas del suelo superficial bajo el dosel de las especies leñosas, en especial arbustivas, y en las áreas adyacentes, cubiertas o semicubiertas de pastos naturales.

MATERIALES Y METODOS

Area Experimental

El área experimental está ubicada al SE de la Pcia. de La Pampa, (Argentina), en el Dpto. Caleu-Caleu (38°45' S, 63°45' O), a 10 km al norte de Gaviotas, en un área no quemada durante 25 años. En una clausura de 10 ha, establecida en agosto de 1989, se delimitaron unidades de 1 ha (que se someterán a diferentes prácticas de manejo) separadas por caminos de 20 m de ancho. La cobertura del estrato leñoso es de aproximadamente 65% con *Prosopis caldenia*, *Candalia microphylla*, *Prosopis flexuosa* y *Larrea divaricata* como las especies más abundantes, bajo las cuales, en especial aquellas arbustivas, existe una acumulación de mantillo de varios centímetros de espesor. El estrato herbáceo presenta una cobertura de 16% con *Stipa gynerioides*, *Stipa speciosa*, *Piptochaetium napostaense* y *Stipa tenuis*, en orden de importancia (Bóo *et al.* 1991). El clima es templado y semiárido. Las precipitaciones varían entre 300 y 500 mm anuales. La temperatura media anual es de 15°C. El suelo es moderadamente profundo, de textura moderadamente gruesa, clasificado como Calcistol petrocálcico (Soil Survey Staff 1992). Presenta un horizonte A1 de aproximadamente 20 cm de espesor, franco arenoso. El horizonte C es de aproxima-

damente 50 cm de espesor y de igual textura; por debajo se presenta un horizonte cálcico de 15 cm de espesor, con acumulación secundaria de carbonatos, el cual está apoyado sobre una potente capa de tosca u horizonte petrocálcico. Se realizaron controles en toda el área experimental y se observaron, en algunos sitios (menos del 20%), un lavado de carbonatos en el solum. En la Tabla 1 se presentan algunas características químicas del perfil del suelo. La materia orgánica declina desde 1,48% en el horizonte A1 a 0,94% en el C, al igual que el nitrógeno total (desde 0,07 a 0,05%) y el fósforo extractable (desde 14 a 8 $\mu\text{g g}^{-1}$); el pH es de 8,4.

Muestreo del suelo y análisis

Se seleccionaron dos unidades de la clausura y en cada una de ellas el suelo fue extraído de 9 sitios elegidos al azar. Las muestras compuestas de tres submuestras, de los 18 sitios del área, fueron analizadas separadamente. De cada sitio se extrajo suelo bajo el estrato leñoso (L) y entre especies herbáceas (H), a las profundidades 0-1, 1-3 y 3-5 cm, descartando previamente el mantillo. Se utilizó un marco de hierro de 0,04 m² de superficie y 6 cm de profundidad. También, de nueve sitios elegidos al azar se extrajeron muestras simples de suelo, hasta 4 cm de profundidad (con cilindro), para determinar la densidad aparente del suelo (peso seco a 105°C por volumen de muestra), tanto en L como en H. Las muestras se secaron al aire y a la sombra y se tamizaron por 2 mm. La toma de muestras se realizó el 12 de marzo de 1991. Los análisis de carbono, nitrógeno, fósforo y azufre se realizaron en muestras de suelo tamizadas por 0,05 mm.

Los valores de pH fueron determinados con electrodo de vidrio combinado en suspensión de suelo (relación suelo:agua 1:2,5) y la materia orgánica (MO) del suelo, según el método de combustión húmeda de Walkley-Black (Nelson, Sommers 1982). El nitrógeno total (NT) fue determinado por el método semimicro Kjeldahl (Bremner, Mulvaney 1982); el fósforo total (PT) por el método de digestión húmeda (Sommers, Nelson 1972) y posterior análisis con espectrómetro de emisión por plasma, Shimadzu ICP 1000 III, y el fósforo extractable (PE) por el método de Bray y Kurtz (1945). El azufre total (ST) se extrajo con digestión ácida según Tabatabai (1982); el azufre disponible (SD), que implicó el sulfato adsorbido y soluble, se obtuvo según Fox *et al.* (1964) y ambas formas de azufre fueron finalmente analizadas con espectrómetro de emisión de plasma. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue determinada según Polemio y Rhoads (1977) con 1 N acetato de sodio, saturante que también se usó para extraer el calcio, magnesio, estroncio y bario solubles e intercambiables, los que fueron analizados con espectrómetro de emisión por plasma. Los cationes sodio, potasio y litio, solubles e intercambiables, se extrajeron con 1 N acetato de amonio y analizados con fotómetro de llama digital Photoelectric Company Ltd. ANA 120. Los nitratos fueron determinados potenciométricamente con electrodo de ión específico ORION. El manganeso, hierro, níquel, cobre, zinc y cadmio fueron extraídos con DTPA en presencia de CaCl_2 y TEA (Lindsay, Norvell, 1978) y analizados con espectrómetro de emisión por plasma. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante el análisis de la varianza.

RESULTADOS Y DISCUSION

De la Tabla 1 se desprende que el suelo, hasta 5 cm de profundidad, tiene un pH entre neutro y ligeramente

alcalino, menor y con pronunciado ascenso en profundidad, bajo leñosas. Está muy bien provisto de MO y N y posee una buena reserva y disponibilidad de P y S. Bajo leñosas, se observa mayor contenido de MO, N y N-NO_3^- , ST, SD y PE, en las tres profundidades de suelo analizadas. No se observan diferencias en el contenido de PT, entre L y H. Presenta una elevada cantidad de Ca soluble e intercambiable, sin diferencia entre L y H. El Mg, en cambio, es mayor bajo leñosas, hasta los 3 cm. No se observa la presencia de Ba. El Sr, cuyo modelo de distribución en suelos es semejante a la de los elementos antes mencionados (Lanyona, Heald 1982), no supera los 0,03 cmol kg^{-1} . El K es mayor el L (hasta 3 cm). El Li se presenta en concentraciones del orden de 0,27 cmol kg^{-1} . Según Bradford y Pratt (1961), el Li intercambiable puede llegar hasta 1 $\mu\text{g g}^{-1}$. La CIC es mayor entre herbáceas, hecho que estaría relacionado con el mayor pH que conduciría a un aumento de cargas variables en la MO del suelo bajo este estrato.

Con respecto a los microelementos extractables, las cantidades halladas para el Fe están muy por encima del nivel crítico de 4,5 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Lindsay, Norvell 1978) y son mayores en L. Para el Mn, la situación es similar si se tiene en cuenta el valor crítico de 0,22 $\mu\text{g g}^{-1}$ dado por Shuman *et al.* (1980). Para el Cu, las cantidades obtenidas superan con amplitud el rango de niveles críticos (0,3-0,6 $\mu\text{g g}^{-1}$), (Sims, Johnson 1991). Para el Zn, la situación es semejante, considerando el rango de valores críticos de 0,3-1,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ dado por los mismos autores.

Rappoport *et al.* (1988) evaluaron la habilidad del DTPA para predecir la disponibilidad de Ni y Cd, encontrando valores que alcanzan a 4,0 y 0,6 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. Las cantidades obtenidas oscilan entre 0,02 y 0,10 $\mu\text{g g}^{-1}$ para el Ni y aproximadamente 0,01 $\mu\text{g g}^{-1}$ para el Cd.

Los valores medios de la densidad aparente son: 1,07 y 1,12 Mg m^{-3} para L y H, respectivamente.

De los resultados obtenidos se concluye que el suelo superficial bajo leñosas posee una mayor riqueza de MO y nutrimentos tales como NT, N-NO_3^- , ST y SD. A su vez, se observa una mayor disponibilidad de elementos tales como el P, Mg, K y de microelementos como el Fe, Mn y Zn. En consecuencia, toda práctica de manejo que aumente la producción forrajera en detrimento del estrato leñoso podría ocasionar una disminución de las condiciones edáficas actuales. Además, la mayor riqueza de MO y nutrimentos, confinada a unos pocos centímetros de suelo, obliga a su conservación a través de un manejo apropiado. Si por la falta del mismo desapareciera 1 cm de suelo, se perderían aproximadamente 4 Mg ha^{-1} de MO, 210 kg ha^{-1} de N, 53 kg ha^{-1} de P y 35 kg ha^{-1} de S.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo, bajo dos estratos de vegetación.

Propiedad del suelo o	Bajo leñosas			Entre herbáceas		
	Profundidad			Profundidad		
	Profundidad (cm)					
	0-1	1-3	3-5	0-1	1-3	3-5
pH	6,2	7,2	7,4	7,3 **	7,6 **	7,8 **
MO (%)	3,86	3,20	2,64	3,13 **	2,67 **	2,10 **
NT (%)	0,20	0,20	0,17	0,12 **	0,15 **	0,14 *
N-NO ³ (µg g ⁻¹)	35,1	32,5	29,6	24,0 *	20,0 **	16,9 *
PT (µg g ⁻¹)	505,7	486,2	481,2	476,7 ns	473,7 ns	467,7 ns
ST (µg g ⁻¹)	337,2	314,6	287,9	284,4 **	282,0 *	261,4 *
PE (µg g ⁻¹)	70,2	66,9	56,4	49,3 **	42,9 **	31,1 **
SD (µg g ⁻¹)	33,8	31,9	34,9	27,8 **	26,7 **	27,8 **
CIC (cmol kg ⁻¹)	11,3	12,3	10,1	15,8 *	15,7 ns	14,5 **
Ca (cmol kg ⁻¹)	18,0	17,2	16,2	17,0 ns	17,1 ns	16,1 ns
Mg (cmol kg ⁻¹)	1,5	1,3	1,2	1,2 **	1,0 *	1,1 ns
Na (cmol kg ⁻¹)	1,0	1,0	1,0	1,0 ns	1,2 *	1,4 ns
K (cmol kg ⁻¹)	1,4	1,4	1,5	1,2 *	1,2 *	1,4 ns
Fe (µg g ⁻¹)	31,7	26,7	17,8	20,0 **	14,4 **	7,3 ns
Mn (µg g ⁻¹)	24,5	17,9	13,7	21,2 *	12,9 *	7,4 **
Cu (µg g ⁻¹)	0,95	0,89	1,07	0,87 ns	0,87 ns	1,00 ns
Zn (µg g ⁻¹)	3,4	2,2	1,6	2,3 *	1,9 ns	1,5 ns

Los valores son medidas de 18 determinaciones.

Significación entre medidas de la misma profundidad de suelo: *P < 0,05; ** P < 0,01

AGRADECIMIENTOS

Al CONICET y UNS por la financiación parcial de este trabajo.

REFERENCIAS

- Bóo R, Peláez D, Elia O, Mayor M. 1991. Mortalidad producida por el fuego en seis gramíneas nativas en el sudeste de La Pampa. Resúmenes X CAPERAS, UNS, Bahía Blanca. 161-162
- Bradford GR, Pratt PF. 1961. Separation and determination of lithium in irrigation water, plant material, and soil extracts. *Soil Sci.* 91: 189-193
- Bray RH, Kurtz LT. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59:39-45
- Bremner JM, Mulvaney CS. 1982. Nitrogen total. In: Page et al. (eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd. edition. Agronomy 9: 595-694*
- Fox RL, Olson RA, Rhoades HF. 1964. Evaluating the sulfur status of soils by plants and soil tests. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 28:243-246
- Lanyon LE, Heald WR. 1982. Magnesium, calcium, strontium and barium. In: Page et al. (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2, 2nd. edition. Agronomy 9: 247-260*
- Lindsay WL, Norvell WA. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42:421-428
- Nelson DW, Sommers LE. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: page et al. (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd. edition. Agronomy 9: 539-579*
- Orioli, GA, Curvetto NR. 1978. The effect of fire on soil humic substances. *Plant and Soil* 50:91-98
- Polemio M, Rhoades JD. 1977. Determining cation exchange capacity: A new procedure for calcareous and gypsiferous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41: 524-528
- Rappoport BD, Martens DC, Reneau RB, Simpson RW. 1988. Metal availability in sludge-amended soils with elevated metal levels. *J Environ. Qual.* 17: 42-47
- Rosell RA, Lazzari MA. 1980. Efecto de la quema del bosque de Caldén (*Prosopis caldenia*) sobre la dinámica de los nitratos en el suelo. *RIA, INTA, Bs.As.* 15: 449-462
- Shuman LM, Boswell FC, Ohki K, Parker MB, Wilson DO. 1980. Critical soil manganese deficiency levels for four extractants for soybeans grown in sandy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 1021-1025
- Sims J.T, Johnson GV. 1991. Micronutrient Soil Tests. In: Mortvedt JJ (ed.). *Micronutrients in Agriculture. 2nd. edition. The Soil Science Society of America book series, no 4: 427-472*
- Soil Survey Staff. 1992. *Keys to Soil Taxonomy.* USDA. Soil Conservation Service. Sixth edition, 1994. 306pp.
- Sommers LE, Nelson DW. 1972. Determination of total phosphorus in Soils: a rapid perchloric and digestion procedure. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 36:902-907
- Tabatabai MA 1982. Sulfur. In: Page et al. (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2, 2nd. edition. Agronomy 9: 501-538*
- Walker J, Raison RJ, Khana PK. 1986. Fire. In: JS Russell and RF Isbell (eds.). *Australian Soils. The Human Impact.* University of Queensland Press, St. Lucia: 185-216