

ELEMENTOS MAYORES Y MENORES EN ALGUNOS PERFILES DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

I. MIZUNO, (1); ANA MARIA VILLA; MARIA de la PAZ GIMENEZ;
MARTA MORETTI; VERONICA SANGUESA; DIANA EFFRON (2) y L. BERASATEGUI (1)

Recibido: 22-3-88

Aceptado: 30-5-88

RESUMEN

Se efectuaron análisis químicos de muestras de los horizontes de 9 perfiles de suelos de la Pcia. de Buenos Aires.

Se determinaron las formas totales, extractables con acetato de amonio 1N, pH 7,0 y soluble en agua de : calcio, magnesio, potasio y sodio.

Se determinaron en elementos menores catiónicos: hierro, manganeso, cobre y zinc sus formas total y extractable.

El objetivo ha sido el de lograr una primera idea acerca de las reservas de nutrimentos de los principales suelos agrícolas de la provincia.

Para cada elemento se efectúan consideraciones comparativas con los valores medios y extremos que menciona la bibliografía.

Palabras clave: micronutrientes extractables, reservas de nutrientes

MAJOR AND MINOR ELEMENTS IN SOME PROFILES OF SOILS FROM BUENOS AIRES PROVINCE

SUMMARY

Chemical analysis in soil samples were brought in nine profiles from Buenos Aires province.

Total forms, ammonium acetate 1N pH 7.0 extractable forms and water soluble calcium, magnesium, potassium and sodium were determined.

Total and extractable forms of cationic micronutrients (iron, manganese, copper and zinc) were analysed.

The scope of this work was to get a first idea about the nutrient reserves on the main agricultural soils of Buenos Aires Province.

For each element, comparative consideration with mean and extreme values were effected.

Key words: extractable micronutrients, soil nutrient reserves

(1) Cátedra de Edafología, (2) Cátedra de Química General e Inorgánica.
Facultad de Agronomía U.B.A. Avda. San Martín 4453 (1417)
Buenos Aires - Argentina -

INTRODUCCION

El objetivo del presente trabajo ha sido el de lograr información referente a las cantidades de las distintas formas de los principales nutrimentos, excepto nitrógeno y azufre que dependen fundamentalmente de la materia orgánica que se encuentran en algunos suelos de la provincia de Buenos Aires.

El azufre ha sido motivo de otro estudio en el cual se ha efectuado el fraccionamiento del mismo.

Para los cationes mayores se han efectuado las determinaciones de las formas: total, intercambiable y soluble para llegar a un panorama sobre las reservas y posibles relaciones entre dichas formas.

En el caso de los cationes menores se han determinado el total y el extractable por alguna de las vías que se utilizan comunmente para cada uno de ellos, con el mismo objetivo mencionado para los elementos mayores.

Tanto para los elementos mayores como menores se han efectuado las determinaciones en los distintos horizontes que componen el perfil, para lograr una idea acerca de la distribución en el mismo.

Los autores consideran que los resultados obtenidos son de interés particularmente para las especulaciones que puedan realizarse acerca de la potencialidad o reserva de los suelos agrícola ganaderos de la provincia de Buenos Aires.

MATERIAL Y METODO

Se extrajeron muestras de 9 perfiles de suelos de la provincia de Buenos Aires, cuyas especificaciones figuran en el Cuadro N° 1.

Las muestras fueron sometidas a los tratamientos comunes de secado y molienda y tamizadas posteriormente por malla de 2 mm.

Determinaciones del contenido total

Se disgregaron 0,5 g de suelo secado al aire, molido y tamizado, en un crisol de teflón con 6 ml de ácido perclórico 70% y 10 ml de ácido fluorhídrico 40%.

Se calentó a baño maría por 10 h y luego se colocó sobre plancha caliente hasta desprendimiento de humo blanco de ácido perclórico. Se agregaron gotas de ácido nítrico 65% y se continuó calentando sobre la plancha hasta destrucción de la materia orgánica, procediendo a nuevo agregado de ácido nítrico en caso necesario. Una vez frío, se agregaron 10 ml de ácido fluorhídrico 40%, calentando nuevamente a baño maría por 10 h, pasando posteriormente a plancha caliente hasta desprendimiento de humo blanco de ácido perclórico. Se repitió una vez más el agregado de ácido fluorhídrico y el calentamiento a baño maría, llevando finalmente a sequedad.

El residuo se disolvió con el volumen necesario de ácido clorhídrico 6M de forma tal que la solución al ser llevada a volumen resulte con una concentración del 5% de ácido clorhídrico.

En la solución así obtenida se determinaron calcio, magnesio, cobre, zinc, manganeso, hierro por espectrofotometría de absorción atómica y potasio y sodio por fotometría de llama.

Determinaciones de cobre, zinc, manganeso; extractable con solución de EDTA 0,02 M y pH 8,2.

A los 15 g de muestra se le agregaron 30 ml de solución extractante, agitando por 1 h. Se centrifugó y filtró posteriormente con papel de filtro Whatman banda azul. En el extracto obtenido se determinaron los cationes por espectrofotometría de absorción atómica.

Cuadro N° 1: Referencias de los perfiles.

Perfil	Gran Grupo	Localidad
A	Argiudol típico	Tres Arroyos
B	Hapludol típico	Necochea
C	Argiudol típico	Necochea
D	Hapludol típico	Gaham
E	Hapludol típico	Júnin
F	Hapludol thaptonátrico	Pehuajó
G	Hapludol éntico	Pehuajó
H	Argiudol vértico (S. Rammallo)	San Pedro
I	Argiudol típico	Chacabuco

Determinaciones del manganeso extractable con solución de ácido fosfórico 0,1N.

Se agitaron 6 g de suelo con 30 ml de solución 0,1N de ácido fosfórico durante 1h, se filtró y determinó el manganeso por espectrofotometría de absorción atómica.

Determinaciones de cationes solubles.

Se utilizó la técnica de la pasta de doble saturación, determinándose los cationes por las vías antes mencionadas.

Determinación del fósforo total e inorgánico.

Se utilizó el método de (Mehta et al., 1954) lográndose los valores de fósforo orgánico por diferencia.

RESULTADOS Y DISCUSION

ELEMENTOS MAYORES (Cuadro N° 2)

Calcio

El mayor porcentaje de calcio total hallado ha sido de 2,35% en el horizonte C del perfil B, siendo el menor de 0,99% en el horizonte A1 del perfil H.

En los horizontes superficiales los porcentajes oscilan entre 2,03% en el perfil B y 0,99% en el perfil H.

Según la bibliografía (Bohn et al., 1979) en la litósfera se encuentra un valor medio de 4,63% de calcio (Ca), mientras que en los suelos se ubica entre 0,24% y 0,69%. Los valores hallados en el presente trabajo indican la presencia de una buena reserva en los suelos analizados.

Dentro del perfil se notan dos tendencias para el calcio total:

a) El menor valor se lo encuentra generalmente en el horizonte superficial.

b) Los mayores valores se encontraron en el horizonte B3 o C. La fracción intercambiable de calcio es mayor en los horizontes superficiales, excepto para los perfiles CD y H. La fracción soluble presenta los mayores valores en los 2 primeros horizontes, excepto en el perfil G.

Al analizar las relaciones entre las 3 formas mencionadas, se llegan a los resultados de los Cuadros 4 y 5.

Puede observarse que las mismas oscilan para los horizontes superficiales, entre 660:173:1 a 1660:138:1. Es posible que estas relaciones puedan tomarse como signos de la dinámica variable del elemento.

Aceptando la premisa de que cuanto más estrecha es la relación, tanto más activa la dinámica y en consecuencia tanto más fácil la reposición de las formas intercambiable y soluble; se observa una amplia gama señalada por las relaciones T/I de 12,0:1 a 3,8:1. Entre los horizontes de un perfil la variación es menor, con tendencia a ser más estrecha en el horizonte A1.

Se observa que los perfiles G y H aparecen como atípicos, consecuencia del muy bajo valor de la fracción soluble.

Magnesio

Los valores de magnesio de los suelos, tanto el total como las distintas formas, son menores que los correspondientes al calcio.

Cuadro N° 2: Elementos mayores

Perfil	Horizonte	pH	Fósforo (P)ppm			Sodio (Na)		
			T	I	O	T(%)	I(%)	S ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
A	A1	6,3	493	270(54,6%)	224	2,04	0,0142	14,0
	A1/B1	6,8	373	231(61,9%)	142	2,20	0,0140	23,2
	B2t	7,3	328	301(91,7%)	27	2,12	0,0190	11,9
	B3	7,5	392	345(88,0%)	47	2,07	0,0244	17,5
B	A1	6,6	413	185(44,3%)	228	2,08	0,0117	5,6
	B1	6,9	313	165(52,7%)	148	2,30	0,0125	5,5
	B2	7,1	216	115(53,2%)	101	2,57	0,0130	7,9
	B3	7,3	141	110(78,0%)	31	2,90	0,0132	5,8
C	A1	7,4	144	141(98,0%)	3	2,53	0,0134	5,0
	B1	5,9	409	157(38,3%)	252	2,16	0,0097	5,2
	B1	6,6	279	150(53,7%)	129	2,18	0,0118	6,6
	B2t	6,9	167	131(78,5%)	36	2,07	0,0142	5,8
D	B3	7,0	117	100(85,6%)	17	2,08	0,0145	6,3
	A1	6,2	437	236(54,0%)	201	1,84	0,0111	6,8
	B1	6,6	483	362(74,9%)	362	1,78	0,0120	2,4
	B21t	6,7	325	292(90,8%)	33	1,61	0,0130	3,5
E	B22t	6,8	383	370(96,6%)	13	1,64	0,0126	4,0
	B3	6,8	383	385(100%)	0	2,00	0,0120	4,3
	C	6,9	575	550(95,6%)	25	1,90	0,0120	5,0
	A1	6,4	508	257(50,6%)	251	2,02	0,0090	2,4
F	B1	6,7	375	228(60,8%)	147	2,23	0,0094	1,9
	B2	6,8	321	233(72,6%)	88	2,07	0,0087	1,9
	B3	6,9	333	277(83,2%)	56	2,40	0,0090	1,4
	C	7,1	317	275(86,7%)	42	2,20	0,0091	1,7
G	A1	6,3	558	335(60,0%)	223	2,08	0,0098	6,0
	AC1	6,7	375	257(68,5%)	118	2,34	0,0157	32,8
	AC2	7,6	242	230(95,0%)	12	2,61	0,0208	25,8
	IIB2t	9,0	267	262(98,1%)	5	2,36	0,0832	62,1
H	IIB3	9,5	304	280(92,1%)	24	2,37	0,1300	92,8
	C	9,7	425	385(90,5%)	40	2,57	0,1300	68,6
	A1	6,3	595	360(60,5%)	235	2,34	0,0064	3,1
	AC1	6,9	400	285(71,2%)	115	2,52	0,0059	2,6
I	AC2	7,3	317	270(85,2%)	47	2,47	0,0067	4,6
	C	7,3	287	270(94,1%)	17	2,47	0,0092	18,5
	A1	6,3	291	110(52,2%)	181	1,39	0,0082	4,4
	B1	6,4	308	175(56,8%)	133	1,30	0,0085	4,3
J	B2t	6,8	270	182(67,4%)	88	1,24	0,0125	11,4
	B3	7,6	253	215(85,0%)	38	1,35	0,0159	11,0
	A1	6,4	716	420(58,6%)	296	1,97	0,0067	2,2
	A3	6,8	383	280(73,1%)	103	2,00	0,0067	2,5
K	B2t	7,3	383	275(71,8%)	108	1,90	0,0056	2,4
	B3	7,3	300	300(100%)	0	2,10	0,0071	2,5

T: total

I: intercambiable

O: orgánico

Potasio(K)			Calcio(Ca)			Magnesio (Mg)		
T(%)	I(%)	S ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	T(%)	I(%)	S ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	T(%)	I(%)	S
1,70	0,0842	26,0	1,91	0,2150	29,8	0,55	0,0422	3,4
1,73	0,0575	14,4	2,05	0,1525	35,4	0,62	0,0455	9,3
1,75	0,0665	5,6	1,39	0,1775	6,2	0,32	0,0890	3,0
1,89	0,0805	6,2	2,05	0,1850	4,3	1,10	0,1140	2,6
1,78	0,0537	14,9	2,03	0,1987	28,1	0,57	0,0240	4,6
1,30	0,0296	3,3	2,08	0,2850	13,6	0,59	0,0280	3,0
1,30	0,0292	2,9	2,06	0,2900	11,9	0,68	0,0367	2,3
1,30	0,0315	2,0	2,23	0,2125	6,9	0,79	0,0335	1,4
1,39	0,0313	2,0	2,35	0,2075	5,9	0,81	0,0310	1,4
1,61	0,0765	28,6	1,35	0,2775	29,0	0,50	0,0252	5,3
1,68	0,0500	9,6	1,38	0,3135	20,7	0,61	0,0361	3,7
1,68	0,0460	4,6	1,32	0,2985	14,6	0,74	0,0453	2,6
1,70	0,0300	2,1	1,31	0,3060	10,0	0,74	0,0397	1,7
1,71	0,0665	21,0	1,30	0,2825	20,1	0,44	0,0254	3,9
1,80	0,0675	14,0	1,33	0,2830	21,4	0,54	0,0380	4,6
1,77	0,0705	10,2	1,28	0,3182	13,0	0,71	0,0623	3,0
1,80	0,0645	8,2	1,41	0,2980	10,9	0,69	0,0598	2,5
1,96	0,0600	7,6	1,50	0,2837	12,0	0,69	0,0562	2,7
1,80	0,0500	4,9	1,63	0,2885	9,1	0,31	0,0529	2,4
1,73	0,0750	34,9	1,52	0,2682	27,1	0,46	0,0309	7,0
1,63	0,0667	16,9	1,63	0,1802	10,7	0,54	0,0322	2,6
1,82	0,0675	11,3	1,60	0,1812	9,4	0,62	0,0422	2,7
1,92	0,0568	6,6	1,67	0,1360	6,7	0,62	0,0452	2,1
2,05	0,0490	4,8	1,66	0,1378	6,4	0,62	0,0473	1,8
1,73	0,0742	22,5	1,42	0,1918	18,7	0,47	0,0355	5,2
1,80	0,0515	19,4	1,52	0,1056	17,2	0,49	0,0413	12,1
1,32	0,0418	6,5	1,73	0,0519	3,6	0,50	0,0329	3,7
1,80	0,1060	26,0	1,55	0,0668	10,3	0,69	0,0633	35,7
1,90	0,1240	27,3	1,87	0,0940	6,0	0,78	0,0732	46,7
1,98	0,1030	16,3	1,73	0,0310	2,9	0,83	0,0447	9,6
1,82	0,0810	32,7	1,66	0,1376	9,6	0,44	0,0211	2,9
1,94	0,0712	18,3	1,63	0,1208	7,6	0,47	0,0174	2,1
1,92	0,0450	10,0	1,71	0,0946	5,9	0,49	0,0223	1,7
1,92	0,0331	8,6	1,79	0,0986	32,2	0,56	0,0324	15,0
1,63	0,0445	16,1	0,99	0,2595	14,8	0,40	0,0310	5,4
1,61	0,0682	16,3	1,06	0,2940	18,2	0,55	0,0840	3,1
1,56	0,0742	12,3	1,02	0,3750	21,1	0,76	0,1372	3,3
1,75	0,0735	6,8	1,22	0,3800	13,1	0,93	0,1555	2,9
1,78	0,1137	41,4	1,50	0,1900	8,1	0,43	0,0293	2,3
1,81	0,1300	48,9	1,48	0,1552	6,1	0,47	0,0295	2,9
1,92	0,1620	40,7	1,46	0,1657	3,2	0,57	0,0432	1,3
1,96	0,1175	29,5	1,58	0,1530	4,5	0,63	0,0432	1,7

S: soluble

El contenido de magnesio de la litósfera se lo estima en 2,09%. En los suelos se lo encuentra desde trazas hasta 1%, estimándose un valor medio de 0,6% (Bohn et al., 1979).

En los Cuadros 6 y 7 se presentan los valores hallados como también las relaciones entre las distintas formas.

Se observa que las tendencias señaladas para el calcio se repiten para el magnesio, con la diferencia de que no siempre el mayor valor de magnesio intercambiable se encuentra en el horizonte superior.

Potasio

Los valores de potasio total oscilan entre un máximo de 2,05% (horizonte C del perfil E) a 1,56% (horizonte B2t del perfil E). Valores menores se encontraron en un trabajo anterior (Villa y Mizuno, 1974), particular en suelos del litoral.

La bibliografía menciona como valor medio en la litósfera un 2,0%, estimándose el valor medio para los suelos en 1,0% (Bohn et al., 1979). Los niveles hallados superan holgadamente dicha media.

Dentro del perfil se observa una leve tendencia al aumento del potasio total en los horizontes inferiores.

La forma intercambiable oscila entre 0,162% a 0,029%. Se deduce que mientras que el total varía dentro de un rango no muy amplio, el intercambiable presenta límites más alejados. Los mayores valores de esta forma se encuentran en el horizonte superficial excepto en los perfiles H, I y F.

El potasio soluble oscila de 2 a 48 $\mu\text{g.g}^{-1}$ evidenciando ser la forma de mayor amplitud de variación. Los valores más altos se encuentran en el horizonte A1, con excepción de los perfiles H y F.

Las relaciones entre las distintas formas oscilan entre 434:29:1 a 1019:27:1 cuando se consideran sólo los horizontes superficiales.

Al considerar dichas relaciones en el perfil, se observa que la más estrecha se presenta en el horizonte su-

perficial, con excepción de los perfiles H e I, en los cuales el panorama tiende a ser inverso. Merece atención el perfil F, en el que dicha tendencia aparenta coincidir aún con la discontinuidad litológica del perfil (Cuadros 8 y 9).

Conforme a lo mencionado para el calcio, la tendencia sería de una mayor disponibilidad, a igualdad de características, en el horizonte superficial, lo que coincide con la bibliografía. No obstante debe señalarse que en perfiles como H e I, la situación es distinta.

De los valores del Cuadro 8 surge que la disponibilidad y reserva de potasio son elevados en estos suelos.

Fósforo

El fósforo total osciló entre 117 y 716 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Considerando sólo el horizonte superficial, lo hizo entre 291 y 716 μgPg^{-1} ; mientras que el fósforo orgánico entre 0 y 296 μgPg^{-1} , siendo su porcentaje sobre el total de 0 a 62%. Es de prever que el porcentaje mayor es superado por algunos suelos del SE de la provincia de Buenos Aires, con niveles de materia orgánica que oscilan alrededor del 8%.

En todos los perfiles, excepto el D y en parte el H, la mayor riqueza se presenta en el horizonte A1. La disminución del contenido de fósforo total con la profundidad está determinada por el descenso de la forma orgánica, consecuencia de los menores valores de materia orgánica.

Según la bibliografía, el contenido medio de fósforo en la litósfera es de 1200 μgPg^{-1} , mientras que en los suelos se lo estima en 800 $\mu\text{g.g}^{-1}$.

Mizuno et al. (1980) en 5 perfiles de la provincia de Buenos Aires encontraron valores dentro de los rangos antes mencionado. En el mismo trabajo, sobre 79 muestras superficiales, se encontraron valores de fósforo extractable con Bray y Kurtz diluido entre 0,32 y 4,0 mg de P/100g.

Conforme a los datos disponibles referentes al fósforo total, orgánico

y disponible, como también el área con deficiencia del elemento, merecen especial atención el mejor conocimiento de las reservas y la caracterización y dinámica del fósforo orgánico. Con dichas informaciones se logrará un mejor conocimiento sobre la problemática en el mediano plazo.

Sodio

El valor total oscila entre 1,24% (horizonte B2t del perfil H) a 2,61% (horizontes AC2 del perfil F). Puede observarse que salvo escasas excepciones se presentan pocas variaciones en el perfil.

La fracción intercambiable se encuentra entre 0,0056% (horizonte B2t del perfil I) y 0,0024% (horizonte B3 del perfil A), exceptuando el perfil F por su discontinuidad litológica. Dentro de un mismo suelo, se observa una leve tendencia al aumento con la profundidad.

El sodio soluble oscila entre $1,4 \mu \text{g.g}^{-1}$ (horizonte B3 del perfil E) a $23,2 \mu \text{g.g}^{-1}$ (horizonte A3/B1 del perfil A), exceptuando el perfil F por la razón antes mencionada.

La bibliografía (Bohn et al., 1979) señala como valor medio de sodio total en los suelos 0,7%.

ELEMENTOS MENORES (Cuadro N° 3)

Cobre

De acuerdo a la bibliografía, los valores de cobre total de los suelos oscila entre 10 y $200 \mu \text{g.g}^{-1}$; dándose como valor medio para una profundidad de hasta 1m la cifra de $20 \mu \text{g.g}^{-1}$ (Bohn et al., 1979).

Cabe aclarar que en ocasiones pueden encontrarse cifras muy superiores al límite máximo mencionado, como consecuencia del uso reiterado de fungicidas sobre la base de compuestos de

cobre, llegando a veces a niveles tóxicos.

En los perfiles analizados, las cantidades halladas oscilan entre $19 \mu \text{g.g}^{-1}$ (horizonte AC del perfil G) y $45 \mu \text{g.g}^{-1}$ (horizonte II B2t del perfil F).

Considerando solamente los horizontes superficiales, el valor de $20 \mu \text{g.g}^{-1}$ es el más común, encontrándose en 5 de los 9 perfiles, siendo además el menor valor. El mayor valor corresponde al horizonte A1 del perfil H con $37 \mu \text{g.g}^{-1}$. No se observa tendencia definida en su distribución en el perfil.

Con referencia a la fracción extractable con EDTA 0,02M, pH 8,2; para los horizontes superficiales oscila entre 1,4 y $4,0 \mu \text{g.g}^{-1}$, no observándose tampoco una tendencia definida en su distribución en el perfil.

De acuerdo a las cifras mencionadas, las reservas de cobre de los suelos estudiados se ubicarían en un nivel medio.

Manganeso

Los valores de manganeso total de los suelos oscila entre 200 y $3000 \mu \text{g.g}^{-1}$, considerándose como valor medio $850 \mu \text{g.g}^{-1}$. (Bohn et al., 1979).

En los perfiles analizados se encontraron cifras entre 430 y $1020 \mu \text{g.g}^{-1}$. Tomando sólo los horizontes superficiales varían entre 540 y $1020 \mu \text{g.g}^{-1}$.

Respecto a su distribución en el perfil se observa la tendencia de que los mayores valores se encuentran en los horizontes superficiales.

La forma extractable con ácido fosfórico 0,1N oscila entre 1,8 y $69 \mu \text{g.g}^{-1}$. Considerando solamente los horizontes superficiales, lo hace entre 18 y $69 \mu \text{g.g}^{-1}$. Su distribución en el perfil evidencia una neta tendencia a presentar los mayores valores en el horizonte superficial.

Cuadro N° 3: Elementos menores

Perfil	Horizonte	Cobre(Cu) $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$		Zinc(Zn) $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$		Manganeso(Mn) $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$			Hierro(Fe)
		T	E	T	E	T	E1	E2	T(%)
A	A1	35	2,2	130	1,92	810	216	62,5	3,10
	AJ/B1	32	2,3	74	0,40	890	192	17,0	3,30
	B2t	30	2,6	95	0,22	840	216	5,2	3,62
	B3	40	2,6	92	0,34	820	194	6,1	3,92
B	A1	24	1,7	120	1,34	670	86	18,0	2,97
	B1	20	1,8	120	0,33	670	80	11,0	3,05
	B2	20	2,2	76	0,26	650	90	4,2	3,47
	B3	20	1,6	66	0,20	650	88	4,7	3,22
	C	20	1,4	59	0,15	670	72	4,9	3,17
C	A1	20	4,0	66	1,32	600	110	36,6	2,83
	B1	20	2,1	76	0,40	550	85	3,8	3,30
	B2t	24	1,8	75	0,34	550	94	2,9	3,48
	B3	20	1,4	78	0,66	570	96	1,8	3,51
D	A1	20	3,0	77	1,56	780	340	67,0	2,36
	B1	20	2,9	88	0,24	660	170	31,1	2,81
	B21t	24	2,2	97	0,16	620	224	12,7	3,25
	B22t	24	2,1	95	0,22	610	240	12,2	3,20
	B3	33	2,0	94	0,20	640	232	12,6	3,18
	C	32	1,6	90	0,26	670	202	19,6	3,00
E	A1	21	2,1	85	1,88	650	178	69,0	2,30
	B1	28	2,1	90	0,19	610	112	13,2	2,62
	B2	32	2,2	78	0,14	580	138	5,7	2,67
	B3	25	1,8	75	0,17	560	160	5,5	2,74
	C	31	2,0	91	0,18	530	160	10,4	2,81
F	A1	33	2,1	88	1,70	540	68	31,4	2,41
	AC1	31	2,7	84	1,94	500	106	21,5	2,45
	AC2	30	2,0	76	0,50	500	132	24,1	2,39
	IIB2t	45	3,3	70	0,40	540	206	8,3	2,71
	IIB3	33	1,4	68	0,19	530	12	5,6	2,69
	IIO	24	1,2	72	0,66	430	48	5,0	2,57
G	A1	20	1,4	80	2,46	590	30	20,0	2,06
	AC1	19	1,3	69	0,48	450	13	8,4	2,18
	AC2	20	1,0	68	0,30	440	22	5,1	2,15
	C	20	1,1	74	0,24	450	88	5,9	2,14
H	A1	37	3,1	80	1,30	1020	30	37,1	2,02
	B1	42	3,1	88	0,92	890	233	20,1	2,64
	B2t	40	2,0	97	0,46	740	165	22,5	3,29
	B3	43	1,6	99	0,20	750	204	5,5	3,15
I	A1	20	1,6	78	4,40	730	100	37,0	2,16
	A3	20	1,6	73	0,82	650	84	17,7	2,53
	B2t	20	1,7	85	0,20	620	114	9,3	2,65
	B3	20	0,8	78	0,20	630	104	5,9	2,60

T: total E: extractable E1: EDTA E2: PO4H3 0,1N

Cuadro N° 4: Relaciones entre las formas total (T), intercambiable (I) y soluble (S) de calcio en horizontes superficiales.

Perfil	T%	I%	S%	Relación T:I:S	Relación T:I
A	1,91	0,215	0,0030	637: 72:1	8,9:1
B	2,03	0,309	0,0028	725:110:1	6,6:1
C	1,85	0,277	0,0029	638: 95:1	6,7:1
D	1,30	0,232	0,0020	650:141:1	4,6:1
E	1,52	0,268	0,0027	563: 99:1	5,7:1
F	1,42	0,192	0,0019	747:101:1	7,4:1
G	1,66	0,138	0,0010	1660:138:1	12,0:1
H	0,99	0,259	0,0015	660:173:1	3,8:1
I	1,50	0,190	0,0008	1875:237:1	7,9:1

Cuadro N° 5: Relaciones entre las formas total (T) e intercambiable de calcio (I) en los distintos perfiles.

Perfil	Horizontes												
	A1	A3	A3/B1	B1	B2	B2t	AC1	AC2	IIB2t	B3	IIB3	C	IIC
A	8,9	13,5				10,6				11,1			
B	6,6			7,3	7,1					10,5		11,3	
C	6,7			6,0		6,1				5,9			
D	4,6			4,7		4,7				5,3		5,8	
E	5,7			9,0	8,8					9,0		8,8	
F	5,4						14,3	33,3	23,1		19,9		55,8
G	12,0						13,9	18,0				18,1	
H	3,8			3,6		2,7				3,2			
I	7,9	9,5				8,8				10,3			

Cuadro N° 6: Relaciones entre las formas total (T), intercambiable (I) y solubles (S) de magnesio en horizontes superficiales.

Perfil	T%	I%	S%	Relación T:I:S	Relación T:I
A	0,55	0,042	0,00084	655:50:1	13,1:1
B	0,57	0,024	0,00046	1239:52:1	23,7:1
C	0,50	0,025	0,00053	943:47:1	20,0:1
D	0,44	0,026	0,00039	1128:67:1	16,9:1
E	0,46	0,031	0,00070	657:44:1	14,8:1
F	0,47	0,035	0,00052	904:67:1	13,4:1
G	0,44	0,021	0,00029	1517:72:1	21,0:1
H	0,40	0,031	0,00054	741:57:1	12,9:1
I	0,43	0,029	0,00028	1536:104:1	14,8:1

Cuadro N° 7: Relaciones entre las formas total e intercambiable de magnesio en los perfiles.

Perfil	Horizontes												
	A1	A3	A3B1	B1	B2	B2t	AC1	AC2	IIB2t	B3	IIB3	C	IIC
A	13,1		13,8			9,2				9,6			
B	23,7			21,1	18,4					23,9		23,9	
C	20,0			16,9		16,1				18,5			
D	16,9			14,2		11,5				12,3		15,3	
E	14,8			16,9	14,8					13,8		13,2	
F	13,4						12,0	15,2	10,1		10,7		18,4
G	21,0						27,6	22,3				17,5	
H	12,9			6,6		5,6				6,0			
I	14,8	16,2				13,3				14,6			

Cuadro N° 8: Relaciones entre las formas total (T), intercambiable (I) y soluble (S) de potasio en horizontes superficiales.

Perfil	T%	I%	S%	Relación T:I:S	Relación T:I
A	1,70	0,084	0,0026	654:32:1	20,2:1
B	1,78	0,054	0,0015	1187:36:1	33,0:1
C	1,61	0,076	0,0029	555:26:1	21,2:1
D	1,71	0,066	0,0021	814:31:1	25,9:1
E	1,73	0,075	0,0035	494:21:1	23,1:1
F	1,73	0,074	0,0022	786:34:1	23,4:1
G	1,82	0,081	0,0031	551:25:1	22,4:1
H	1,63	0,044	0,0016	1019:27:1	37,0:1
I	1,78	0,119	0,0041	434:29:1	15,0:1

Zinc

El zinc total, de acuerdo con la bibliografía, oscila en los suelos entre 10 y 300 μ g.g⁻¹, consignándose como valor medio 50 μ g.g⁻¹ (Bohn et al., 1979).

En los perfiles analizados se en-

contraron valores entre 59 y 130 μ g.g⁻¹. Considerando sólo los horizontes superficiales, entre 66 y 130 μ g.g⁻¹. En algunos casos (perfiles A, B, F, G) se observa una tendencia a mayores valores en el horizonte superficial, aparentando relacionarse con la materia orgánica.

Cuadro N° 9: Relaciones entre las formas total e intercambiable de potasio en los perfiles.

Perfil	Horizontes												
	A1	A3	A3/B1	B1	B2	B2t	AC1	AC2	IIB2t	B3	IIB3	C	IIC
A	20,2		30,3			26,5				23,6			
B	33,0			62,1	62,1					58,1		61,0	
C	21,2			33,6		36,5				56,7			
D	25,9			26,7		25,3				32,7		36,0	
E	23,1			24,3	27,2					33,7		41,8	
F	23,4						35,3	43,3	17,0		15,3		19,2
G	22,4						27,3	42,7				58,5	
H	37,0			23,7		21,1				24,0			
I	15,0	13,9				11,8				16,7			

La fracción extractable con EDTA 0,02M oscila entre 0,15 y 4,4 μ g.g⁻¹ observándose una neta acumulación de esta forma en el horizonte superficial, independiente del valor de la forma total. Todo indica que esta forma del zinc se relaciona estrechamente con la riqueza en materia orgánica.

Hierro

Los valores de hierro total en los suelos oscilan entre 0,5 y 5%, con un valor medio de 4% (Bohn et al., 1979), constituyéndose en uno de los elementos más abundante en los suelos. Su mayor o menor riqueza dependerá del grado de evolución de los mismos.

En los perfiles analizados se encontraron valores entre 2,1 y 3,9% notándose una definida tendencia hacia un paulatino aumento en los horizontes subsuperficiales.

CONCLUSIONES

De lo expuesto se llegan a las siguientes conclusiones.

A. Elementos mayores.

Las cantidades de calcio, tanto los totales como los intercambiables, indican que los suelos presentan una buena provisión del elemento. Los problemas se relacionarán antes con su rol como catión saturante que su posible deficiencia como nutrimento; lo que llevará a una intensificación de la acidez y la necesidad de su corrección.

Las cantidades halladas de magnesio, total e intercambiable, en líneas generales merecen las mismas consideraciones que el calcio, aun cuando en este caso pueden presentarse posibilidades de deficiencia inducida por relaciones potasio/magnesio excesivamente amplias.

Los valores hallados de potasio reafirman la opinión generalizada de que los suelos de la "pampa húmeda" son ricos en el mismo. Un anticipo de esta situación se dio en el trabajo de Villa y Mizuno, (1974).

Los valores de fósforo total indican la presencia de suelos que se encuentran cercanos a los límites críticos. Es un elemento que merece mayores

estudios referentes a las formas total e inorgánica. Mayores informaciones pueden encontrarse en trabajos como el de Mizuno et al. (1980).

B. Elementos menores

Los valores totales de los elementos

menores indican que zinc y cobre, en ese orden, pueden constituirse en factores críticos.

Respecto a las formas extractables, pueden obtenerse mayores informaciones en los trabajos de Conti et al. (1982); Ratto (1987); Giuffré et al. (1980) y Tiraboschi et al. (1980).

BIBLIOGRAFIA

- 1) BOHN, H; B. Mc NEAL and G.O'CONNOR. 1979, *Soil chemistry*, J.Wiley and Sons Inc. USA.
- 2) CONTI, MARTA E.; LIDIA G. de LOPEZ CAMELO; DIANA BARRANDEGUY de TIRABOSCHI, ZULEMA M. de SESE y NILDA ARRIGO. 1982. Caracterización de micro nutrientes en la zona norte y oeste de la región triguera argentina. *Rev. Facultad de Agronomía*, 3(2):181-188.
- 3) GIUFFRÉ de LOPEZ CAMELO, LIDIA; DIANA B. de TIRABOSCHI; A. NERVI; ZULEMA M. de SESE; L.A. BARBERIS. 1980. Estimación del molibdeno disponible en suelos de la Depresión del Salado. *Agrochimica*, 24 (5-6):397-402
- 4) MEHTA, N.C.; J.O. LEGG; C.A.I. GORING and C.A. BLACK. 1954. Determination of organic phosphorus in soils. I. Extration Method. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 18:443-449
- 5) MIZUNO, I.; MARTA E. CONTI; IRMA L. de del FRADE; P. FERTIG. 1980. Caracterización del fósforo en algunos suelos argentinos. VII Congreso Latinoamericano de Ciencia del Suelo. San José C. Rica
- 6) RATTO de MIGUEZ, SILVIA. 1987. Disponibilidad de micronutrimientos en suelos del área noroeste de la pradera pampeana para el cultivo del maíz. Tesis Mg.Sci. Fac. de Agronomía. UBA
- 7) TIRABOSCHI, DIANA de; LIDIA G. de LOPEZ CAMELO; ZULEMA M. de SESE; L.A. BARBERIS. 1980. Estimación de la disponibilidad de cobre y zinc en suelos de la Depresión del Salado. *Actas de la IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo*. 1: 243-253.
- 8) VILLA, ANA M.; MIZUNO, I. 1974. Potasio en algunos suelos argentinos. *Anales de la Soc. Científica Argentina*. 198:87-93.