

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

TOMO XXXIX
BUENOS AIRES

Nº 7
REPUBLICA ARGENTINA

**Comunicación
del
Académico de Número
Ing. Agr. ICHIRO MIZUNO
sobre
RESERVA DE LOS SUELOS
AGRICOLAS DEL PAIS**



**SESION ORDINARIA
del
13 de Noviembre de 1985**

ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Fundada el 16 de Octubre de 1909

Buenos Aires Avenida Alvear 1711 República Argentina

MESA DIRECTIVA

Presidente	Dr. ANTONIO PIRES
Vicepresidente	Ing. Agr. EDUARDO POUS PEÑA
Secretario General	Dr. ENRIQUE GARCIA MATA
Secretario de Actas	Dr. ALFREDO MANZULLO
Tesorero	Ing. Agr. DIEGO J. IBARBIA
Protesorero	Dr. JOSE MARIA QUEVEDO

ACADEMICOS DE NUMERO

Dr. HECTOR G. ARAMBURU
Ing. Agr. JUAN J. BURGOS
Dr. ANGEL CABRERA
Ing. Agr. MILAN J. DIMITRI
Ing. Agr. EWALD A. FAVRET
Dr. GUILLERMO G. GALLO
Dr. ENRIQUE GARCIA MATA
Ing. Agr. RAFAEL GARCIA MATA
Ing. Agr. JUAN H. HUNZIKER
Ing. Agr. DIEGO J. IBARBIA
Ing. Agr. WALTER F. KUGLER
Dr. ALFREDO MANZULLO
Ing. Agr. ICHIRO MIZUNO
Dr. EMILIO G. MORINI
Dr. ANTONIO PIRES
Ing. Agr. EDUARDO POUS PEÑA
Dr. JOSE MARIA R. QUEVEDO
Ing. Agr. ARTURO E. RAGONESE
Dr. NORBERTO P. RAS
Ing. Agr. MANFREDO A. L. REICHART
Ing. Agr. LUIS DE SANTIS
Ing. Agr. ALBERTO SORIANO
Dr. EZEQUIEL C. TAGLE

ACADEMICO HONORARIO

Ing. Agr. Dr. NORMAN BORLAUG

ACADEMICOS CORRESPONDIENTES

Dr. TELESFORO BONADONNA (Italia)
Ing. Agr. GUILLERMO COVAS (Argentina)
Ing. Agr. JOSE CRNKO (Argentina)
Dr. CARLOS LUIS DE CUENCA (España)
Sir WILLIAM M. HENDERSON (Gran Bretaña)
Ing. Agr. ANTONIO KRAPOVICKAS (Argentina)
Ing. Agr. ARMANDO T. HUNZIKER (Argentina)
Dr. OSCAR LOMBARDERO (Argentina)
Ing. Agr. JORGE E. LUQUE (Argentina)
Dr. HORACIO F. MAYER (Argentina)
Ing. Agr. ANTONIO M. NASCA (Argentina)
Ing. Agr. LEON NIJENSOHN (Argentina)
Ing. Agr. SERGIO F. NOME HUESPE (Argentina)
Ing. Agr. RAFAEL PONTIS VIDELA (Argentina)
Dr. CHARLES G. POPPENSIEK (Estados Unidos)
Ing. Agr. RUY BARBOSA P. (Chile)

RESERVA DE LOS SUELOS AGRICOLAS DEL PAIS

Comunicación del Académico de Número

Ing. Agr. ICHIRO MIZUNO ¹

Varias son las vías de pérdida total o parcial de la productividad de los suelos. Entre ellas caben mencionar:

- a) Erosión hídrica y eólica.
- b) Problemas de halohidromorfismo.
- c) Degradación y agotamiento.

Las dos primeras son suficientemente conocidas y difundidas, no así la última.

La degradación física reconoce como causal el uso inadecuado de los suelos, que puede ocasionar la destrucción de la estructura de la capa arable, disminuyendo de este modo varias características como la infiltración o provocando el encostramiento. El uso de algunas herramientas así como pesadas maquinarias producen la formación de panes inducidos o compactaciones, con los consiguientes problemas en el desarrollo radicular, pasaje de agua, aeración.

El agotamiento bioquímico es más sutil, dado que se produce paulatinamente.

La producción agropecuaria es una continua extracción, en mayor o menor grado, siendo el suelo una fuente finita de los elementos que se le extraen. De los mismos sólo una mínima parte es aportada por la atmósfera a través de las lluvias, siendo normalmente el más significativo el nitrógeno en forma de nitratos.

Otra forma de aporte significativo es la fijación biológica del nitrógeno atmosférico a través de vías biológicas simbióticas o asimbióticas.

El aporte de óxidos de azufre puede ser muy considerable en los lugares de influencia de los centros industriales y a veces excesivo creando serios problemas ecológicos.

Puede afirmarse que el único elemento renovable en el suelo es el nitrógeno. El resto no es

¹ La parte analítica de esta comunicación fue realizada por los siguientes docentes de la Cátedra de Química General e Inorgánica (cuya titularidad ejerce la doctora Irma S. Del Frade de Lafuente): Martha C. de Moretti, Ana M. de la Horra de Villa, María de la Paz Giménez, Angelina V. F. de Sangüesa y Diana E. de Igne.

renovable y en consecuencia se debe reponer para mantener los niveles que permitan una adecuada producción.

La extracción de nutrimentos del suelo mediante las cosechas es cada día mayor por unidad de superficie, en virtud de los rendimientos crecientes de los nuevos cultivares y sus mayores exigencias.

Conforme a Arnon (Mineral nutrition of maize), por cada 100 kg de maíz cosechado se extraen las siguientes cantidades de elementos del suelo:

- Nitrógeno (N): de 2 a 3 kg.
- Potasio (K): de 0.32 a 0.36 kg.
- Fósforo (P): 0.60 kg.
- Boro (B): 1.4 g.
- Hierro (Fe): 1.9 g.
- Cobre (Cu): 2.3 g.
- Manganeso (Mn): 0.5 g.
- Zinc (Zn): 2.5 g.
- Molibdeno (Mn): 0.074 g.

A efectos de lograr una primera aproximación referente a

la mayor o menor riqueza de los suelos agrícolas del país y sus posibles reservas, se efectuaron análisis de los elementos totales, solubles en agua e intercambiable de los más importantes, excepto nitrógeno sobre suelos representativos de la zona agrícola de la pradera pampeana.

MATERIAL Y METODOS

Se efectuaron análisis de muestras de 9 perfiles de suelos; Hapludoles y Argiudoles del Norte, Centro y Sud de la provincia de Buenos Aires, los que totalizaron 43 muestras. A cada una de ellas se le efectuaron 22 determinaciones analíticas, las que arrojaron 946 resultados. Asimismo se efectuaron 90 determinaciones para caracterizar químicamente los suelos estudiados. Ello totalizó 1036 datos, que se resumen en el cuadro siguiente.

CUADRO I

Elemento		Máximo	Mínimo	Media
Calcio (Ca)	%	2.03	0.99	1.57
Magnesio (Mg)	%	0.57	0.40	0.47
Potasio (K)	%	1.82	1.61	1.71
Fósforo (P)	%	0.071	0.029	0.049
Cobre (Cu)	ppm	37	20	25
Zinc (Zn)	ppm	130	66	89
Manganeso (Mn)	ppm	1020	540	710
Hierro (Fe)	ppm	21000	20200	24683

.. Datos correspondientes al horizonte superficial.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las cifras del cuadro 1 merecen consideraciones desde los siguientes puntos de vista.

- A) Consideración de los valores.
- B) Consideración de las reservas.

A) Consideración de los valores.

Calcio

En la litosfera se encuentra un valor medio de 4.63 % de calcio (Ca), mientras que en los suelos los valores más comunes oscilan entre 0.24 y 0.69 %.

En general la pobreza en el calcio de los suelos no influye tanto por la baja disponibilidad para los vegetales como por su acción reguladora de las características físico químicas del medio o sea sobre el valor de pH.

En efecto, los suelos fuertemente ácidos requieren calcio más que para satisfacer las necesidades vegetales, para saturar los complejos coloidales, elevando de este modo el pH y evitando las consecuencias negativas de la acidez.

Como puede observarse, los suelos del país, en gran parte originados sobre loess rico en calcio, poseen buenas reservas del mismo.

La mayor pérdida de calcio de los suelos se produce por lixiviación.

Magnesio

Los valores de magnesio de los suelos, tanto el total como

las distintas formas, son menores que los correspondientes al calcio.

El contenido de magnesio de la litosfera se estima en un 2.09 %. En los suelos se encuentra desde trazas a 1 %. Comparativamente se observa que los suelos estudiados se encuentran con buenas reservas.

Potasio

El contenido medio de potasio de la litosfera se estima en 2.5 %, siendo el valor medio de los suelos del orden de 1.5 %. No obstante en numerosas áreas agrícolas y conforme a los cultivos, se han detectado valores bajos de potasio, hecho avalado por el uso de fertilizantes potásicos, los que juntamente con los nitrogenados y fosfatados constituyen la casi totalidad de los fertilizantes utilizados a escala mundial.

Los valores hallados para la pradera pampeana indican la presencia de una reserva relativamente abundante.

Fósforo

Los valores hallados en los suelos en general son bajos. En la litosfera se ha encontrado un 0.12 % del elemento. En los suelos de Estados Unidos de Norteamérica oscila entre 0.025 a 0.125 %, con un valor medio de 0.06 %.

Los valores hallados para los suelos estudiados indican que los mismos se encuentran en una situación media en cuanto se refiere a reserva.

Si bien las necesidades de fósforo de los cultivos es menor que las correspondientes a nitrógeno y potasio, las cantidades presentes en los suelos son pequeñas y factibles en corto tiempo de llegar a niveles críticos.

Azufre

El contenido de azufre de la litosfera es del orden de 0.06 %, esto es, la mitad del contenido de fósforo. En los suelos se encuentran valores entre 0.01 a 0.14 %, estimándose una media de 0.05 %, comparable al valor medio consignado para el fósforo en los suelos de los Estados Unidos de Norteamérica.

Como se dijo al comienzo, el aporte de azufre proviene de las aguas de lluvias. Normalmente las mismas aportan unos pocos kilogramos de azufre por hectárea. Pero en las zonas de influencia de los grandes centros industriales, la cifra aumenta hasta llegar a un centenar de kilos por hectárea. Así en Minnesota (E.E.U.U. de Norteamérica) la bibliografía registra cifras entre 3.5 a 200 kg de azufre por hectárea y por año. Esta última cifra equivale a unos 600 kg de ácido sulfúrico concentrado por ha y por año.

En el presente trabajo no se ha determinado el azufre por razones económicas, pero los datos disponibles en la cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía de la UBA permiten establecer una primera aproximación del orden de unas 350 ppm para la región de los

suelos estudiados, lo que indica en principio una relativa pobreza del elemento en los suelos agrícolas.

Hierro

El contenido de hierro de los suelos aumenta con la edad de los mismos en virtud de su concentración relativa por pérdida de sílice.

En general, las posibles deficiencias de hierro residen en las características del suelo y no por su contenido total. Suelos con exceso de calcio, reacción alcalina, son propensos a la deficiencia por la baja actividad del elemento.

Como valores en suelos se menciona entre 0.5 y 5 %. El contenido de los suelos estudiados es del 0.25 %, valor que está por debajo de los límites mencionados, posiblemente por la juventud de los mismos.

Cobre

El contenido total en los suelos oscila entre 3 y 60 ppm. En los suelos estudiados se ha encontrado un valor medio de 2.5 ppm, lo que los ubica entre los más pobres.

Zinc

El contenido medio de zinc de los suelos oscila entre 20 y 500 ppm, lo que indica que los valores hallados para los suelos estudiados tienden a ser bajos.

La disponibilidad de zinc para los vegetales no depende sólo de la cantidad total presente en

el suelo, sino básicamente de las características físico químicas, en forma comparable a lo que se vió para el hierro. El exceso de calcio, la reacción alcalina y el exceso de fosfatos son condiciones predisponentes para la deficiencia.

Manganeso

El contenido total de manganeso de los suelos oscila entre unas 200 ppm a 10.000 ppm, mereciendo las mismas consideraciones efectuadas para el hierro en el sentido que los suelos "viejos" son los más ricos. En tal sentido los de las regiones tropicales son los más favorecidos por la mencionada concentración relativa por pérdida de sílice.

El valor medio hallado para los suelos estudiados se ubica en el sector de los bajos, posiblemente, por la misma razón expuesta para el caso del hierro.

B) Consideración de las reservas

En base a los valores medios hallados para los distintos elementos, puede calcularse la cantidad presente en el horizonte superficial o capa arable, para lo cual se toma una profundidad de 20 cm y una densidad media de 1.3 g/cm³.

Dicho cálculo arroja los siguientes resultados:

Calcio (Ca)	40.820 kg
Magnesio (Mg)	12.220 kg
Potasio (K)	44.460 kg
Cobre (Cu)	65 kg
Zinc (Zn)	231 kg

Manganeso (Mn)	1.846 kg
Hierro (Fe)	64.000 kg
Fósforo (P)	1.274 kg

De lo expuesto al comienzo sobre la extracción del cultivo del maíz, surge claramente como elemento crítico el fósforo y eventualmente el azufre, para otros cultivos, dado que el maíz tiene una baja exigencia del mismo.

Es conveniente tener en cuenta que las reservas del suelo no pueden utilizarse hasta el agotamiento total. En tal sentido cabe establecer 3 niveles.

a) Nivel subóptimo o subclínico, por debajo del cual los rendimientos comienzan a decaer por deficiencia del elemento en cuestión. Los cultivos no presentan sintomatología visible pero los rendimientos son inferiores a los que cabe esperar por los niveles del resto de factores que condicionan los mismos.

b) Nivel clínico, por debajo del cual los cultivos manifiestan sintomatología de deficiencia del elemento. Normalmente los rendimientos siguen bajando con referencia al anterior.

c) Nivel crítico, por debajo del cual comienza a afectarse el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

El nivel mínimo que cabe esperar en los suelos agrícolas es el clínico, dado que el subclínico no es detectable y no siempre es económicamente factible el uso de fertilizantes.

Dicho nivel clínico no puede determinarse a priori con certeza cuando se lo refiere al con-

tenido total de un elemento, por falta de informaciones referentes a la dinámica de los nutrientes.

Tomando un ejemplo, para el caso del fósforo puede estimarse el valor de 150 ppm como nivel crítico, con lo que el piso mínimo quedaría establecido en 390 kg de fósforo por ha. Por lo tanto, la disponibilidad hasta llegar al nivel crítico será de 884 kg/ha.

Con cosechas de 50 quintales de maíz por ha y por año, alcanzarían para satisfacer las necesidades de unos 30 años.

Por debajo de los 20 cm también se encuentran nutrimentos, los que son aprovechados por los cultivos. Pero las cantidades presentes son muy bajas, en virtud de la disminución del contenido en materia orgánica, de tal forma que el contenido de azufre y nitrógeno es menos de la mitad y el de fósforo aproximadamente la mitad.

De todos modos el empobrecimiento de los primeros 20 cm de suelo acarrearía serios problemas en el arranque de los cultivos, precisamente cuando mayores son las necesidades relativas.

En el ejemplo dado se supone que todas las necesidades del cultivo son satisfechas de los primeros 20 cm del suelo, lo que no es correcto; pero el límite tomado es el nivel crítico, al que no debe llegarse.

La extracción del potasio es del orden de unos 80 kg/ha para el mencionado caso del maíz. Tomando un piso de

400 kg/ha, se dispondría de unos 44.060 kg/ha, lo que representaría una reserva para unos 500 años, cálculo excesivamente optimista; pero que constituye el caso opuesto.

Cabe recordar que se hace referencia a los valores medios, por lo que se presentarán casos con mayores o menores reservas.

En la actualidad se evidencia en el gran cultivo casos cada vez más extendidos del nivel señalado como subóptimo, para nitrógeno y fósforo.

Anteriormente se dijo que la producción agropecuaria es una microminería y en consecuencia se debe devolver al suelo lo que se le extrae al mismo.

En tal sentido en 1971 el autor estimaba que en una producción de 30.000.000 de toneladas de granos y 3.000.000 de toneladas de carne, a la que se sumó la extracción estimada por fruti-hortifloricultura, silvicultura y cultivos industriales, las siguientes cifras de extracción:

Nitrógeno (N):	1.430.000 t/año
Fósforo (P):	252.000 ..
Potasio (K):	500.000 ..

Para una producción de 50.000.000 t de granos, manteniendo las cifras para los rubros restantes, se llega a las siguientes cifras y las correspondientes a los fertilizantes.

Nutrimiento (t/año)	
Nitrógeno (N)	2.383.000
Fósforo (P)	420.000
Potasio (K)	833.000

Fertilizante (t/año)	
Urea	4.964.000
Superfosfato	875.000
Cloruro de potasio	1.600.000

Queda claro que para conservar el nivel de fertilidad actual de los suelos es imprescindible devolverle lo que actualmente se le extrae.

Pero los modernos cultivos tienen exigencias cada vez mayores en función de sus elevados rendimientos, por lo que día a día se evidencia la necesidad del uso de fertilizantes para maximizar los rendimientos.

Ello indica que actualmente, en muchos casos los niveles de fertilidad no son los adecuados para tal objetivo. Como consecuencia, las necesidades de restitución son mayores en función que dichos niveles se encontrarían en el subóptimo.

Cabe aclarar que las cifras correspondientes al retorno, o sea la devolución a los suelos de lo que se extrae en la práctica disminuyen significativamente con la incorporación de los rastrojos. En el caso del nitrógeno, a ello debe sumarse la incorporación por fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico.

Un panorama más concreto acerca de las reservas de los suelos y usos de fertilizantes se logra cuando se tienen en cuenta los siguientes aspectos.

1. Actualmente el uso total de fertilizantes en el país es de 310.000 t (1984).

Ello significa que el retorno bruto (no descontado el aporte de los rastrojos ni la incorporación por fijación de nitrógeno atmosférico), es de aproximadamente 3.5 %.

2. El uso de fertilizantes en el país ha sido de 0.5 kg/ha en la superficie dedicada a la producción agropecuaria y de 2.7 kg/ha cuando se lo refiere sólo a la superficie agrícola.

Para el mismo período (1980 y 1982 en países vecinos y algunos no vecinos se registraban las siguientes cifras:

– Bolivia: 0.2 y 2 kg/ha; Uruguay: 4 y 33.3 kg/ha; Brasil: 11.7 y 37.5 kg/ha; Paraguay: 0.5 y 4.8 kg/ha; Chile: 6.4 y 20.0 kg/ha.

– Japón: 345 y 387 kg/ha; Alemania: 256 y 418 kg/ha; Francia: 177 y 298 kg/ha; Estados Unidos de Norteamérica: 45.6 y 102.4 kg/ha.

BIBLIOGRAFIA

- Arnon, I.: Mineral nutrition of maize. Intern. Potash Inst. Bern. Switzerland, 1975.
- Barberis, L.; Mizuno, I.: Magnesio en la relación suelo-planta en el ámbito de la región pampeana. Rev. de la Fac. de Agr. y Vet. de la UBA, IV (1):23-29, 1969.
- Chapman, H.: Diagnostic criteria for soil and plants. Chapman H. Riverside, California.
- De la Horra de Villa, A. M.; Mizuno, I.: Potasio en algunos suelos argentinos. An. Soc. Cient. Arg., CXCVIII, 87-93.
- Fassbenbender, H.: Química de suelos. Ed. IICA, San José de Costa Rica, 1978.
- Mizuno, I.; Conti, M.; del Frade de Lafuente, I. S.; Fertig, P.: Caracterización del fósforo en algunos suelos argentinos. VII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, San José de Costa Rica, julio de 1980.
- Mizuno, I.: Capacidad de producción de los suelos. in Simposio: Bases para una mayor producción de alimentos. Soc. Cientif. Arg., 1980.
- Mizuno, I.: Producción agropecuaria argentina. Extracción, devolución, agroempresa, octubre de 1971.
- Mizuno, I.; Villa, A. M.; Lafuente, I. S.; de la Paz Giménez: Potasio en algunos suelos argentinos. Rev. Fac. de Agr., T3 (2):173-179.
- Motvedt, J. J.; Giordano, P. M.; Lindsay, W. L.: Micronutrients in agriculture SSSA Madison Wisconsin, USA, 1972.