

TOMO XXXII

Nº 3

ACADEMIA NACIONAL DE  
AGRONOMIA Y VETERINARIA

BUENOS AIRES

REPUBLICA ARGENTINA

---

ACTO DE INCORPORACION  
DEL  
ACADEMICO DE NUMERO

Ing. Agr. Ichiro Mizuno

DISCURSO DE RECEPCION POR EL ACADEMICO DE NUMERO  
GASTON BORDELOIS

SEMBLANZA DE SU ANTECESOR EN EL SITIAL Nº 1,  
Ing. Agr. LUIS A. FOULON

CONFERENCIA SOBRE "ASPECTOS PROBLEMATICOS DE LA  
CIENCIA DEL SUELO"



Sesión Pública del  
29 de mayo de 1978

# ACADEMIA NACIONAL DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Fundada el 16 de octubre de 1909

Arenales 1678 Buenos Aires

## MESA DIRECTIVA

<i>Presidente</i> .....	Dr. Antonio Pires
<i>Vicepresidente</i> .....	Ing. Agr. Gastón Bordelois
<i>Secretario General</i> .....	Dr. Enrique García Mata
<i>Secretario de Actas</i> .....	Dr. Alfredo Manzullo
<i>Tesorero</i> .....	Ing. Agr. Eduardo Pous Peña
<i>Protesorero</i> .....	Dr. Oscar M. Newton

## ACADEMICOS DE NUMERO

Dr. Héctor G. Aramburu  
Dr. Alejandro C. Baudou  
Ing. Agr. Gastón Bordelois  
Ing. Agr. Juan J. Burgos  
Ing. Agr. Ewald A. Favret  
Dr. Enrique García Mata  
Dr. Mauricio B. Helman  
Ing. Agr. Diego J. Ibarbia  
Ing. Agr. Walter F. Kugler  
Dr. Alfredo Manzullo  
Ing. Agr. Ichiro Mizuno  
Dr. José Julio Monteverde  
Dr. Oscar M. Newton  
Dr. Antonio Pires  
Ing. Agr. Eduardo Pous Peña  
Dr. José María Rafael Quevedo  
Ing. Agr. Arturo E. Ragonese  
Dr. Norberto Ras  
Ing. Agr. Manfredo A. L. Reichart  
Ing. Agr. Enrique M. Sívori  
Ing. Agr. Alberto Soriano  
Ing. Agr. Santos Soriano  
Dr. Ezequiel C. Tagle

## ACADEMICO EMERITO

Dr. Emilio Solanet

## ACADEMICO HONORARIO

Ing. Agr. Dr. Norman E. Borlaug

## ACADEMICOS CORRESPONDIENTES

Dr. Telésforo Bonadonna (Italia)  
Dr. Felice Cinoti (Italia)  
Ing. Agr. Guillermo Covas (Argentina)  
Ing. Agr. Antonio Krapovickas (Argentina)  
Ing. Agr. León Nijensohn (Argentina)  
Ing. Agr. Jorge A. Luque (Argentina)  
Ing. Agr. Armando T. Hunziker (Argentina)  
Ing. Agr. Ruy Barbosa P. (Chile)  
Dr. Carlos Luis de Cuenca (España)

## ACADEMICOS ELECTOS

Ing. Agr. Juan H. Hunziker

## ASPECTOS PROBLEMATICOS DE LA CIENCIA DEL SUELO

### 1. INTRODUCCION

La agricultura nació hace unos 7 a 8000 años, marcando con ello una etapa fundamental en la historia de la humanidad.

En efecto, el hombre pudo disponer de más seguridad y tiempo, dedicarse a otros quehaceres que no tuvieran relación directa con el sustento diario. Pero también marca el inicio de su intervención o ingerencia en los sistemas ecológicos, con resultados no siempre positivos.

Puede estimarse que desde los albores de la agricultura el hombre se interesó por el suelo. Testimonios históricos ponen en evidencia la preocupación de escritores griegos y romanos sobre el suelo en relación a las plantas y no son pocas las referencias bíblicas al respecto.

Pero la curiosidad por el suelo recién toma forma de ciencia, de acuerdo a la bibliografía, con los trabajos de Dokuchaiev (1883).

No obstante sería injusto olvidar la obra anterior de otro coloso, el químico Justus von Liebig.

A estos dos pilares de la ciencia del suelo debe agregarse una larga lista de investigadores cuyos aportes no sólo han sido fundamentales para esta ciencia, sino también para otras disciplinas como la físico-química, la mineralogía, la biología.

Actualmente deben señalarse dos hechos de tendencias opuestas. Mientras que por un lado las necesidades de alimentos aumentan como consecuencia del crecimiento demográfico, por el otro disminuye la superficie de las mejores tierras cultivadas.

En efecto, la población mundial estimada actualmente es de aproximadamente 4000 millones, previéndose que para el año 2000 llegará a los 6300 millones.

La superficie cultivada actual se la estima en 1430 millones de ha. En el lapso de 25 años que media entre 1975 y 2000, se calcula que

por diversas razones; erosión, salinización; se perderán 300 millones de ha. de tierra cultivada. A ello deben sumarse aproximadamente 160 millones de ha. que requerirán las urbanizaciones necesarias para el aumento de 2300 millones de habitantes dado que los asentamientos de poblaciones se establecen en zonas ecológicamente aptas para la agricultura.

Si bien es cierto que se admite la posibilidad de incorporar, para el lapso de 25 años, unas 300 millones de ha. para el cultivo, el balance resultante crea la necesidad de una producción sustancialmente mayor en una superficie posiblemente menor.

Afortunadamente la Agronomía estima contar con los medios requeridos para satisfacer dichas necesidades, pero con algunas incógnitas.

El notable aumento en la producción agrícola de muchos países se ha debido fundamentalmente a:

- a) Trabajos de mejoramiento fitotécnico.
- b) "Paquete" básico de manejo de los cultivos, que incluyen aspectos desde la preparación del suelo para la siembra hasta la cosecha, incluyendo lucha contra plagas, esfuerzos para eludir adversidades y otros.
- c) Uso de fertilizantes.

Desde el punto de vista de los suelos interesan su correcto manejo para la mejor conservación y el uso racional de fertilizantes.

Los suelos están sujetos, entre otros, a dos problemas:

La erosión, pérdida más o menos dramática de suelo por vía hídrica o eólica, y el agotamiento, a veces también dramático, pero sutil en la mayoría de los casos.

En los ecosistemas naturales se establece un equilibrio que asegura la existencia del mismo por largo tiempo. Pero desde el momento en que comienzan las prácticas agrícolas y ganaderas, el ciclo se abre y en mayor o menor medida el balance es desfavorable.

En efecto, la cosecha y el traslado o faena de animales significan en alguna medida extracciones al sistema.

Independiente de los efectos sobre el sistema en su conjunto, prestando atención sólo al suelo, lo expuesto se asemeja a una microminería.

Chaminade y Reichart, Bellati y otros dieron cifras en su oportunidad. Conforme al autor (Agroempresa, octubre de 1971), dichas extracciones serían:

Fósforo = 252.000 t = 579.000 t de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 1.258.700 t de superfosfato triple de calcio.

Nitrógeno = 1.430.000 t = 3.043.000 t de úrea.

Estas cifras se refieren a una producción de 30.000.000 t de granos y aproximadamente 3.000.000 t de carne vacuna,

Los suelos tienen una determinada reserva, por cierto finita, de los distintos elementos que aseguran el normal desarrollo de los vegetales.

De esta consideración general, son muy pocos los elementos que pueden constituirse en excepciones; mencionándose con las reservas del caso al nitrógeno.

Sea porque los suelos han disminuido sensiblemente sus reservas o porque los nuevos cultivares tienen exigencias mayores que las que pueden satisfacer los suelos en el lapso de un ciclo, lo cierto es que el uso de fertilizantes se ha generalizado en los países con elevados rendimientos.

Los más generosamente utilizados son los nitrogenados, pero estos encuentran en el momento dos motivos de preocupaciones.

Uno de ellos es el elevado costo por ser producto de una industria que depende del petróleo y el segundo por problemas de contaminaciones.

El uso correcto de los suelos para evitar su destrucción y lograr también un uso racional de fertilizantes, son aspectos que sólo pueden conseguirse mediante el adecuado conocimiento de los mismos.

## 2. PROBLEMATICA DE LA CIENCIA DEL SUELO

Puede estimarse que el adecuado conocimiento de los suelos se logra mediante la concreción de por lo menos los siguientes puntos:

- a) Ubicación del suelo en el espacio y el tiempo.
- b) Adecuado conocimiento de sus características.
- c) El funcionamiento orgánico del sistema.

A continuación se verán cada uno de dichos puntos.

### 2.1. *Ubicación en el espacio y el tiempo.*

La ubicación de los suelos en el espacio se logra a través del relevamiento y la cartografía correspondiente.

La ubicación en el tiempo interesa si se considera al suelo como ente que evoluciona. Aceptando tal premisa, sus características y funcionamiento actual pueden no ser el de ayer o el de mañana, como también aceptar que existen suelos distintos en función del tiempo (cronosecuencia).

La ubicación de los suelos en el espacio y el tiempo pone en evidencia algunos aspectos controvertidos de la ciencia del suelo.

Una cartografía requiere delimitaciones. Toda delimitación hace uso de características que permiten una separación en categorías y dentro de las mismas; o sea el agrupamiento de entes que poseen determinado grado de similitud en dichas características. Al proceder de tal modo se entra en la clasificación.

La ciencia del suelo dispone de sistemas de clasificaciones. Esencialmente los taxonómicos pueden agruparse en dos enfoques; genético y morfológico.

Sin entrar a considerar los distintos sistemas de clasificaciones, lo cierto es que entre las unidades taxonómicas y el comportamiento de los cultivos no siempre se encuentran las relaciones deseables.

Ello se debería a que los sistemas de clasificaciones taxonómicas, aún en las categorías inferiores, no pueden llegar a niveles de detalles que exige la heterogeneidad de los suelos cuando se los considera desde el punto de vista de la productividad.

Además, los sistemas de clasificaciones taxonómicas recurren, por razones muy justificadas; a las características estables o cuanto más semiestables de los suelos. De allí que aún suelos clasificados como similares, dentro de las categorías más bajas, pueden tener distintas productividades aún a igualdad de otras condiciones. También puede ser cierto que aquellos clasificados como diferentes, presenten productividades similares.

Ello lleva a la conclusión primaria de que las clasificaciones taxonómicas separan los suelos por sus características, pero no por su funcionamiento.

El sistema americano de 1960 tiene en cuenta las características del suelo en relación con los vegetales a nivel de familia lo que debe interpretarse como características gruesas que no siempre pueden definir la problemática de la fertilidad.

Hasta el momento no se ha podido resolver esta aparente contradicción, que abre una brecha entre los clasificadores de suelos y los especialistas en fertilidad.

Ultimamente pueden mencionarse tentativas de cartografiar los suelos para satisfacer las necesidades de los últimos; por ejemplo el trabajo de Buol, Sánchez, Cate y Granger (1974), que consiste en la utilización de sistemas técnicos.

Es así que el clasificador pone más énfasis en los horizontes sub-superficiales porque se estima, con razón, de que los superficiales pueden haber sido alterados por la acción antrópica.

En cambio, en fertilidad, asegurada la profundidad de suelo útil, se presta toda la atención a los primeros 15-20 cm.

Otro de los errores que puede cometerse consiste en la falta de una clara distinción entre unidad taxonómica y cartográfica.

Mientras que la primera debe ceñirse estrictamente a los marcos delimitados, la segunda admite, por razones prácticas; la presencia de un porcentaje de suelos que no responden a las características modales de la unidad, o bien pueden tratarse de complejos.

La ubicación de los suelos en el tiempo tiene significados distintos según se lo enfoque desde el punto de vista de la clasificación o de la fertilidad.

Para la clasificación el tiempo se dimensiona por decenas o centenas de años, para fertilidad cuanto más en semanas o meses.

En consecuencia, la ubicación del suelo en el espacio y el tiempo presenta por el momento el panorama de una falta de coincidencia entre los conocimientos acerca de las características del sistema y su posible funcionamiento.

## *2.2. Adecuado conocimiento de sus características.*

Para lograr la caracterización adecuada de los suelos, son deseados los siguientes conocimientos.

- a) Origen y evolución.
- b) Características físicas, físico químicas y mineralógicas
- c) Características bioquímicas.

Con referencia al origen y evolución, los suelos son productos de la interacción de por lo menos 5 factores formadores, sin contar la acción antrópica; 3 de ellos llamados activos: roca, clima y organismos; y 2 pasivos, relieve y tiempo.

Cada uno de estos factores interdependientes admite distintas manifestaciones, de modo tal que aún en el panorama más simplificado como serían las combinaciones puras de dichas manifestaciones, resulta en una cantidad final sumamente elevada, que es precisamente el número de suelos que teóricamente pueden encontrarse.

La mayor dificultad en la individualización de estos suelos diferentes reside en las pautas para proceder a la separación de los grupos.

De la posible variabilidad de los suelos puede formarse una idea a través del concepto de pedón. Esta es la masa más pequeña de suelo que se ha concebido. Su largo y ancho puede cubrir entre 1 y 10 m<sup>2</sup>, siendo su profundidad difusa, dado que su límite se lo define como la separación entre suelo y no suelo.

Un conjunto de pedones de características tales que permita clasificarlos dentro de una misma serie constituye un polipedón, al decir de Johnson. La serie de suelos es una categoría que admite características dentro de un rango de variabilidad perceptible, por lo que puede estar constituido por un conjunto de pedones no siempre con una estricta homogeneidad.

Esto es importante y a veces decisivo cuando se desean precisar las características de un suelo, dado que lo típico no siempre es lo dominante.

Las características físicas, físico químicas, mineralógicas y bioquímicas exigen para su determinación medidas de laboratorio. Los resultados obtenidos en el mismo deben reconocer por lo menos dos fuentes de variabilidades provenientes de la toma de muestra y de las determinaciones.

#### 2.2.1. *Provenientes de la toma de muestra.*

Por lo dicho últimamente, la toma de muestra deberá ser lo suficientemente cuidadosa para lograr resultados representativos de cada unidad cartográfica.

Esto que es válido para las características estables del suelo, se complica cuando se tratan de las inestables como lo son algunas bioquímicas.

En tales casos, la toma de muestra es fuente de variabilidad en función de las variaciones del suelo en el espacio y el tiempo. La magnitud de las mismas depende de la característica considerada y de la heterogeneidad del suelo.

A esta fuente intrínseca de variabilidad se deben sumar otras circunstanciales; por ejemplo la determinación de la densidad aparente cuyo resultado puede variar conforme al contenido hídrico en el momento de la extracción, particularmente en presencia de material arcilloso expandente.

Una vez extraída la muestra, se presenta otra fuente de variabilidad que reside en el tiempo transcurrido desde la extracción al análisis y las condiciones imperantes en dicho tiempo.

En tales sentidos debe prestarse atención a las características bioquímicas, que son las más afectadas.

En experiencias realizadas en la cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, para la determinación de nitratos se llegó a la conclusión de que cuanto más tiempo transcurre desde la extracción de la muestra al análisis, tanto mayor es el aumento de los nitratos presentes en la misma.

Comparando diversos tratamientos de la muestra para su conservación hasta el análisis, se llegaron a las siguientes conclusiones trabajando con 15 muestras de suelos provenientes del norte de la Provincia de Buenos Aires y sur de la Provincia de Santa Fe.

Las variantes utilizadas fueron:

- a) Testigo, determinación de nitratos en las muestras apenas llegadas al laboratorio.
- b) Secadas al aire inmediatamente recibidas, efectuando las determinaciones una vez secas, lo que demoró 72 horas.
- c) Envasadas en polietileno de 70 micrones, guardadas en heladera por 2 semanas, y secadas como en b) antes del análisis.
- d) Envasados en polietileno de 70 micrones, y mantenidos a temperatura ambiente por 2 semanas, procediéndose al secado como en las anteriores.

Comparando los resultados de los tratamientos b), c) y d) con referencia a a), los valores relativos extremos y las medias para cada caso fueron:

$$b) = -7.79 \text{ a } 157.66 \% \quad \bar{X} = 25.18 \%$$

$$c) = 14.62 \text{ a } 189.00 \% \quad \bar{X} = 72.24 \%$$

$$d) = 45.64 \text{ a } 384.61 \% \quad \bar{X} = 171.88 \%$$

Estos resultados pueden tomarse como una evidencia más, con las limitaciones del caso, de las variaciones del suelo en el espacio (muestras de distintos lugares presentan variaciones diferentes) y el tiempo (mayor o menor aumento, según suelo y tiempo).

Pero las variaciones no sólo se deben al espacio y tiempo, sino también al uso.

En tal sentido, se recogieron muestras de un mismo suelo en 4 situaciones distintas.

- a) Alfalfar de 1 año.
- b) Alfalfar de 5 años, degradado.
- c) Soja.
- d) Barbecho.

Se tomaron muestras de cada una de estas situaciones, se homogeneizó y cada una se subdividió en 3 partes, para proceder al análisis de nitratos al 2º, 5º y 8º día, conservadas en condiciones ambientales.

Las conclusiones fueron.

El menor aumento porcentual, a los 8 días, se obtuvo para la situación d); siguiéndole en orden creciente c), b) y a). La diferencia entre los resultados extremos es del orden del 500 %.

Se dijo que el suelo tiene un origen y una evolución, que salvo circunstancias accidentales requieren años y siglos para evidenciar dicha evolución.

Pero todas aquellas características que dependen en alguna medida de la actividad biótica, pueden sufrir cambios día a día o a veces en horas. De modo tal que las variaciones del suelo en el espacio y el tiempo son considerablemente más amplias cuando se tratan de las características inestables.

Un ejemplo puede aclarar lo dicho. Cuando se hace referencia a la capacidad de retención hídrica de los suelos, la curva correspondiente o cualquier coeficiente hídrico no ofrecerá, entre dos determinaciones separadas en el tiempo, mayores diferencias.

Pero el contenido hídrico de ese suelo variará día a día y hora a hora si se la determina desde el fin de una lluvia copiosa hasta su sequedad.

En la misma medida en que varía el contenido hídrico lo hará la

aireación, temperatura, la naturaleza y velocidad de los fenómenos físicos, químicos y biológicos.

Lo expuesto debe tenerse muy en cuenta cuando se desean efectuar mediciones cuyos resultados pueden ser afectados por dichos fenómenos.

Desde principios de siglo y hasta la década del 30 los edafólogos se dedicaron pacientemente a determinar los contenidos totales de los distintos elementos presentes en el suelo. Pero el mejor conocimiento de la dinámica de los mismos dio prioridad a las determinaciones de las formas más lábiles, que son las que aprovechan los cultivos en forma inmediata o mediata.

Pero dichas formas son precisamente las que sufren las variaciones antes mencionadas. El caso típico es la determinación de nitratos con fines de diagnóstico, como se señaló anteriormente. Los mismos provienen en gran parte de la mineralización del nitrógeno orgánico, proceso eminentemente biológico que depende del contenido de agua, aireación, temperatura. Otras fuentes de nitrógeno son las fijaciones simbióticas y asimbióticas vías biológicas y en consecuencia dinámicas.

Por la solubilidad de los nitratos y su muy baja energía de adsorción, su disminución por lavados o por absorción vegetal puede ser rápida.

Lo dicho para los nitratos es válido para otros nutrimentos. La bibliografía señala que el boro extractable en agua caliente puede ser de 3 a 4 veces mayor cuando las determinaciones se efectúan sobre muestras de verano comparadas con las de invierno.

Otros elementos de importancia deben presentar dichas variaciones, caso del azufre que en climas húmedos o subhúmedos depende en gran medida de la mineralización de la materia orgánica, caso del fósforo que en los suelos de la "pampa húmeda" se encuentra más de un 50% en forma orgánica.

### 2.2.2. *De las determinaciones.*

En las determinaciones analíticas que se efectúan en los suelos se recurren a por lo menos dos clases de determinaciones.

a) Determinaciones absolutas, o sean parámetros definidos que no deberían sufrir variaciones sea cual fuere el método utilizado. Tales los análisis de distribución de tamaño de partículas, determinaciones del contenido total de elementos o compuestos, la capacidad de intercambio catiónico, etc.

No obstante se podrían señalar muchos aspectos críticos con referencia a estas determinaciones, cuyos resultados no siempre son coincidentes cuando se utilizan vías distintas.

En algunos casos no se encuentran métodos rigurosamente confiables y en otros pueden presentarse errores conceptuales o de interpretación.

Dos ejemplos pueden concretar lo dicho.

La determinación de la capacidad de intercambio catiónico, aún con la utilización de distintos cationes de cambio no siempre arroja resultados satisfactorios toda vez que dicha capacidad no coincide con la suma total de los miliequivalentes correspondientes a los cationes intercambiados.

El fraccionamiento del fósforo inorgánico, conforme a la metodología de Chang y Jackson ha dado lugar a las divulgadas formas de fósforo unido al calcio, aluminio, hierro, ocluido, soluble en reductores. Pero muy pocos de los numerosos investigadores que han utilizado dicha técnica, ni los mismos autores, aclaran de que se tratan de fracciones de dichas formas que se extraen de soluciones de equilibrio y no se tratan de cantidades totales.

En experiencias realizadas en la cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, se ha podido comprobar lo dicho. En efecto, si se extrae la fracción unida al hierro, por ejemplo; tal como lo indica la técnica, se logra una determinada cantidad de fósforo. Al repetir una y dos veces más dicha extracción se sigue extrayendo fósforo en cantidades tales que en algunas muestras son iguales o superiores a la primera extracción.

Caben aquí dos consideraciones; o la extracción del fósforo en dichas fracciones está lejano al total de las mismas, o bien en las sucesivas se disuelven otras combinaciones.

b) Determinaciones relativas. Los ejemplos típicos son los distintos extractantes y las cantidades así logradas se interpretan como las fracciones probablemente aprovechables por los vegetales.

Los muy diversos extractantes utilizados para los distintos elementos ofrecen alguna razón para su uso. Pero en mayor o menor medida los resultados obtenidos para un mismo elemento pueden ofrecer diferencias significativas; como también distintos extractantes pueden ofrecer resultados similares.

Un ejemplo típico del primer caso es el fósforo. La gran cantidad de extractantes utilizados para fines de diagnóstico tienen alguna jus-

tificación. Según Chapman, en los Estados Unidos de Norteamérica se utilizan 13 métodos, variando según los Estados. Aún en la utilización de un mismo método, los diversos Estados difieren en las cifras utilizadas para la interpretación, de modo tal que tomando como variables método-niveles de interpretación, pueden totalizarse 46 variantes para la determinación del fósforo extractable.

En experiencias realizadas en la cátedra de Edafología de la Facultad antes mencionada, se ha podido comprobar que existen relaciones estrechas entre los resultados obtenidos mediante los 3 extractantes más utilizados; Bray y Kurtz N° 1, Olsen y Mehlich; cuando se los relaciona con la extracción vegetal.

Para el segundo caso, en ocasiones dos extractantes que no necesariamente deberían dar iguales resultados, llegan a los mismos valores. En un trabajo de colaboración entre las cátedras de Química General e Inorgánica y Edafología de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires se ha podido comprobar que las cantidades de potasio que se extraen con acetato de amonio normal pH 7.0 coinciden casi exactamente con los que se logra con ácido clorhídrico 0.1N.

### 2.3. *Funcionamiento del sistema.*

Hasta aquí se han visto algunos aspectos problemáticos concernientes a la caracterización de los suelos desde el punto de vista utilitario.

El correcto manejo de los mismos tiende al logro de las mejores productividades con el menor deterioro posible. En tales sentidos se requieren los siguientes grupos de conocimientos:

- a) Pautas que indiquen la disponibilidad de nutrientes para cubrir los requerimientos de una cosecha (problema de fertilidad).
- b) Pautas que indiquen las mejores vías para el logro del objetivo anterior sin deterioro significativo del suelo (manejo y conservación).
- c) Pautas que indiquen cuales son las alternativas idóneas para la rehabilitación de suelos gravemente afectados por problemas de erosión (rehabilitación y control de erosión).
- d) Pautas que indiquen cuales son las alternativas para la rehabilitación de suelos afectados por napa, proceso de salinización y sodificación (rehabilitación de suelos halo-hidromórficos).

Se disponen de importantes informaciones provenientes de distintos lugares, pero en muchos casos no se ha llegado aún a niveles satisfactorios.

Hasta el momento, los esfuerzos volcados en la clasificación de los suelos no han llegado a una coincidencia en la esencia misma de la filosofía que guían estos trabajos. Ya se han mencionado los criterios genéticos y morfológicos, que serían deseable se concilien para llegar a una complementación y utilización de un lenguaje universal.

También se ha señalado la falta de concordancia entre la clasificación de los suelos y los problemas de fertilidad de los mismos. Aparentemente la diferencia residiría en que el estudio estático de las características definitorias de los suelos no siempre concuerdan con el funcionamiento del sistema.

Por otra parte, el estudio de las características antes mencionadas denuncian una acentuada tendencia a concentrar los esfuerzos en aspectos muy particulares de cada uno de ellos. De este modo se dispone de un cúmulo de conocimientos descriptivos, puntuales o sectorizados, o bien excesivas simplificaciones de un sistema cuya complejidad conduce a que sea prácticamente imposible entenderlos cuando se pretende considerar la intervención de los factores por el vacío de una etapa intermedia.

Un ejemplo típico lo constituye el diagnóstico de la fertilidad (Pauta a). En el gráfico 1 puede observarse la complejidad del problema y su solución práctica.

El diagnóstico de la fertilidad de los suelos con miras a la producción inmediata se efectúa determinando la cantidad de nutrimento disponible para un cultivo (gráfico 1). Dicha cantidad, en forma ideal debería cuantificar los conceptos de intensidad, capacidad y velocidad de renovación (2).

Para ello se trata una muestra de suelo con una solución adecuada, extractante (3). Dicha cantidad extraída, que se pondera a través de los resultados analíticos (4) se la intenta relacionar con los rendimientos de distintos cultivos (5) (6).

La idea es de que dentro de determinados límites (gráfico 2) hay una proporcionalidad entre los resultados analíticos (4) y los rendimientos (5). Para ello se utilizan varios extractantes, analizando suelos con distintos niveles del nutrimento en estudio, o bien estableciendo diferencias por incorporación de cantidades adecuadas de fertilizantes y se relacionan los resultados analíticos con los rendimientos.

GRAFICO 1

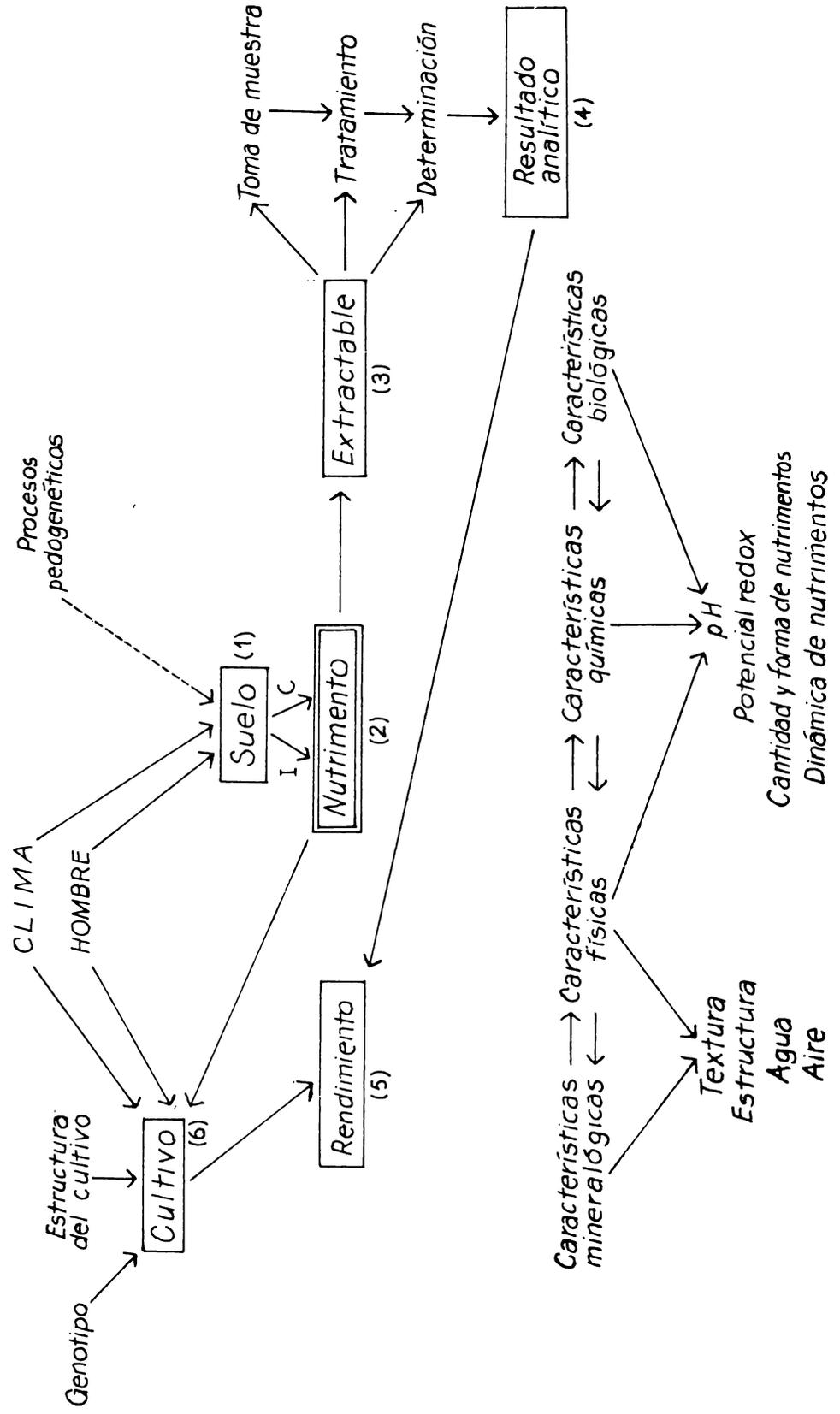
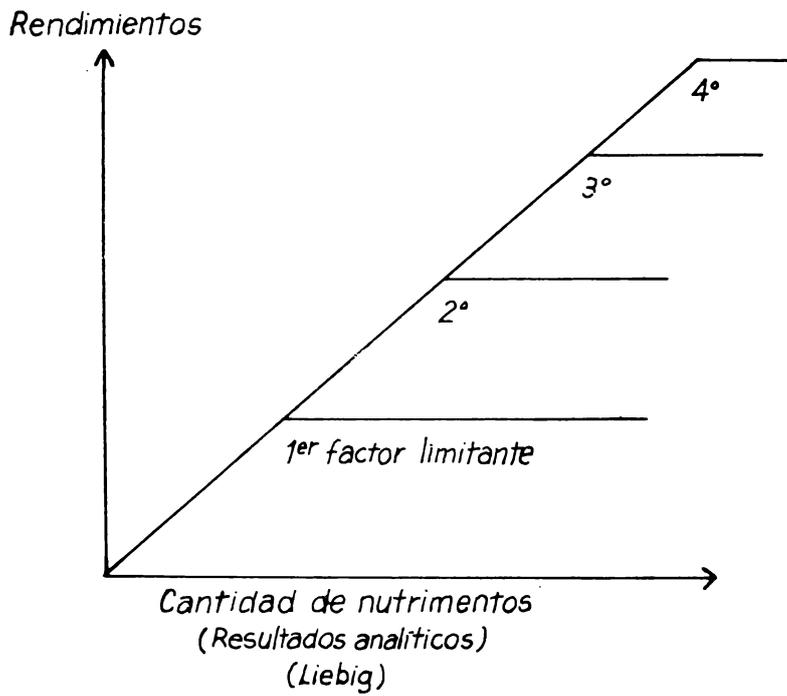
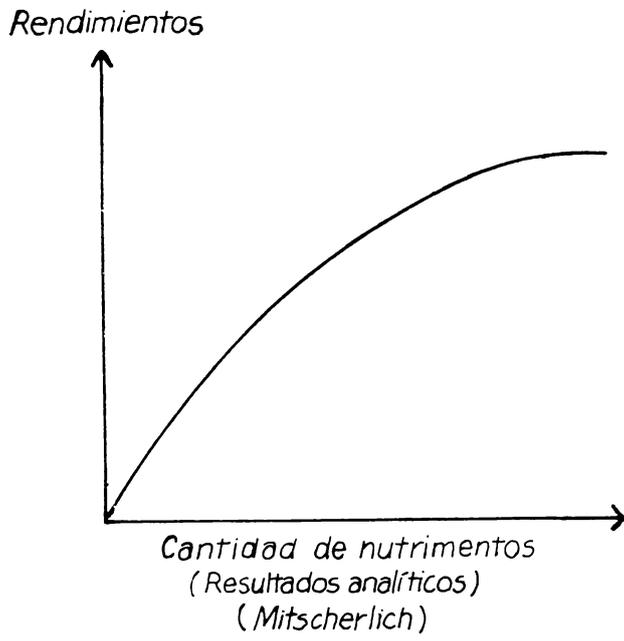


GRAFICO 2



Volviendo al gráfico 1 puede observarse que esta relación es sumamente aleatoria, vistos los factores intervinientes y la variabilidad de los mismos.

El núcleo del problema se asienta en la cantidad de un nutrimento que puede proporcionar determinado suelo. Así planteado el problema, surgen dos grupos de factores.

1. — La determinación cuantitativa del nutrimento aprovechable por los cultivos. Para lograr dicho valor deben experimentarse diversos extractantes escogiendo aquel que se relacione mejor con los rendimientos del cultivo.

En líneas generales, para que cumpla tal objetivo deberá reflejar en lo posible los conceptos de intensidad, capacidad y velocidad de renovación.

Pero las cantidades que pueden lograrse dependerán también de la toma de muestra y del tratamiento previo de la misma antes de la extracción, a igualdad de extractante.

Con referencia a la toma de muestra, se recuerda lo mencionado con respecto a las variaciones del suelo en el tiempo y el espacio.

El tratamiento previo de la muestra; secado, molienda; influye en ocasiones en forma decisiva y no siempre en el mismo sentido en los resultados analíticos.

Estas variantes podrían ser normalizadas en base a estudios que determinen las mejores condiciones para la toma de muestra y los tratamientos previos a la determinación analítica.

Normalizados dichos aspectos, la cantidad de extractables que se obtenga en el análisis dependerá, para un mismo extractante; de las características mineralógicas, físicas, químicas y biológicas de los distintos suelos; las que han sido determinadas en sus aspectos básicos por los factores intervinientes en la génesis y evolución de los mismos, modificadas a veces por la acción antrópica.

Esto es, que para un grupo de suelos la dinámica de los nutrimentos se desarrollará dentro de fluctuaciones más o menos definidas por los marcos de la semejanza en las características antes mencionadas.

En estas condiciones, la cantidad de un elemento que puede lograrse mediante un extractante dependerá de la dinámica propia del mismo y dentro de los marcos de dichas características.

2. — El resto de los factores que determinan la cantidad de un nutrimento son la acción del hombre y las condiciones del clima.

Cuando las prácticas agrícolas se llevan a cabo siguiendo determinadas normas preestablecidas y se conocen las condiciones climáti-

cas del lugar, se definen los marcos diferenciales dentro de cada uno de los cuales es posible aceptar una razonable constancia de los factores intervinientes.

Vale decir que en cada una de dichas situaciones las variaciones en el nivel de un nutrimento tendrán repercusiones cuantitativas definidas, tanto en lo que se refiere a su contenido natural como a lo que pueda agregarse mediante fertilizantes.

Admitiendo la posibilidad de agrupar los suelos dentro de determinados marcos de características que definan tendencias en el funcionamiento del sistema, se podrán preveer los resultantes del mismo.

Si se admite asimismo una razonable uniformidad en el manejo de los cultivos, podrán formarse grupos de factores constantes, restando como variables del sistema las peculiaridades del cultivar y las condiciones climáticas.

### 3 CONCLUSIONES

a) En un mundo que amenaza con llegar a una población que puede duplicarse en los próximos 30-40 años, surge la necesidad imperiosa de producir alimentos que sustente dicha población.

Admitiendo que la producción actual es suficiente para los aproximadamente 4.000 millones de habitantes y que los problemas de hambre son básicamente económicos y no por escasez de oferta, la duplicación de la población mundial exigirá igual aumento en la producción.

Un aumento del 100 % en la producción de alimentos, agrónomicamente es muy factible para un plazo menor a 30-40 años.

b) Pero deben preverse procesos inexorables en el tiempo, el aumento demográfico y la pérdida de suelos.

El primero irá disminuyendo conforme al desarrollo de las poblaciones sin necesidad de recurrir a medidas que se oponen a los sentimientos humanos. El segundo, cuyos objetivos deben ser el de frenar la pérdida de suelos y de habilitar racionalmente nuevas tierras, requieren un mejor conocimiento de los suelos, particularmente en sus aspectos funcionales.

c) Para tal propósito es necesaria la armonización de los esfuerzos en lo que concierne a los aspectos descriptivos, intentando lograr conocimientos por lo menos sectoriales antes que puntuales, y en la medida de lo posible con miras a la comprensión del funcionamiento integral del sistema.