



IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

INSTITUTO INTERNACIONAL
DE NUTRICIÓN DE PLANTAS

WWW.IPNI.NET

PROGRAMA LATINOAMERICA - CONO SUR



MARZO - 2007
CONTENIDO

- ☛ P, PH Y MO EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA
- ☛ SISTEMA DE LABRANZA Y PROPIEDADES FÍSICAS
- ☛ CRITERIOS DE FERTILIZACION EN MAÍZ
- ☛ ESTIMACION DE NITRATOS EN PROFUNDIDAD

ARCHIVO AGRONÓMICO # 11
REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES
I. CEREALES, OLEAGINOSOS E INDUSTRIALES

CONTENIDO DE FÓSFORO EXTRACTABLE, PH Y MATERIA ORGÁNICA EN LOS SUELOS DEL ESTE DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

Nicolás Romano y Zinda Roberto

EEA Anguil INTA, Ruta Nacional Nº 5, km 580 cc 11 (6326) Anguil, La Pampa.

nromano@anguil.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

Los suelos de la Región Semiárida Pampeana Central (RSPC) se caracterizan por tener texturas variables (arenosa, arenosa franca, franca arenosa y franca), rápido drenaje, niveles bajos a medios de materia orgánica (MO) y nitrógeno, y por ser vulnerables a erosión hídrica y eólica (INTA, 1980). Se encuentran distribuidos en las unidades geomorfológicas de la Planicie Medanosas Ondulada (PM) y la Planicie con Tosca (PT), encontrando en ambas regiones suelos clasificados como Haplustoles Típicos, Haplustoles Énticos y Ustipsamientos. La PM no presenta generalmente limitantes de profundidad. La región de la PT posee suelos de profundidades variables por la presencia de un manto de tosca, que resulta en un verdadero impedimento.

Con el avance de la agricultura, los sistemas que en un principio eran solamente ganaderos pasaron a ser mixtos y actualmente en ellos se practica la agricultura de rotación con cultivos como trigo, girasol, maíz y soja, mayoritariamente. Este avance de la agricultura

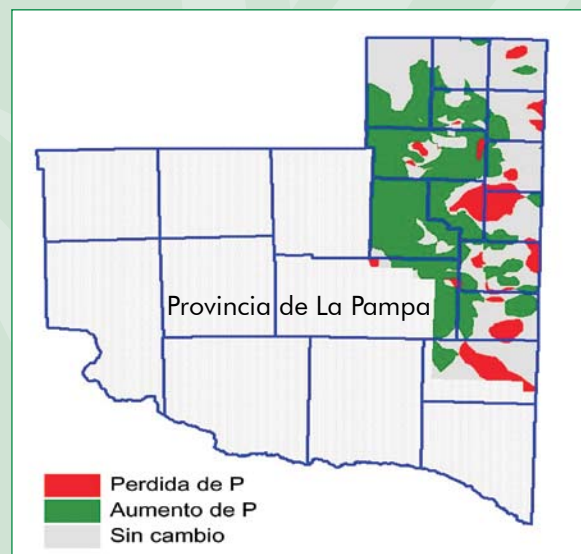


Figura 3. Cambios encontrados en los niveles de P para el período 1996-2006

Director: Dr. Fernando O. García

INSTITUTO INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN DE PLANTAS

PROGRAMA LATINOAMERICA - CONO SUR

Av. Santa Fe 910

(B1641ABO) Acassuso – Argentina

Tel/Fax (54) (011) 4798-9939

E-mail: fgarcia@ipni.net

Sitio Web: www.ipni.net

Propietario: Potash and Phosphate
Institute of Canada (PPIC)

ISSN 1666 - 7115

No. de Registro de Propiedad Intelectual 222581

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

Diseño e Impresión: www.agroeditorial.com.ar
amatthiess@amatthiess.com.ar



Contenido:

Contenido de fósforo extractable, pH y materia orgánica en los suelos del este de la provincia de La Pampa — 1

¿Afecta el sistema de labranza las propiedades físicas de los suelos de la Región Pampeana? — 7

Respuesta de maíz a fertilizaciones definidas con diferentes criterios de recomendación — 17

Estimación de nitratos en profundidad en suelos de la región semiárida y subhúmeda pampeana — 25

Publicaciones de Inpofos — 27

Congresos, Cursos y Simposios — 27

Archivo Agronómico N° 11: Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios

ra sobre tierras destinadas a la producción mixta o exclusivamente ganadera, provocó el descenso de los contenidos de MO y fósforo extractable (P), por procesos de erosión hídrica y eólica. Esto fue agravado aun más por los sistemas de labranza utilizados. La adopción de la siembra directa y la tecnología de la fertilización pueden contribuir a una recuperación progresiva de la fertilidad de los suelos. Si bien en los últimos 15 años el incremento de uso de fertilizantes ha sido considerablemente superior (400 a 500%) al incremento en la producción de granos

(120 a 130%), el balance de nutrientes sigue siendo progresivamente más negativo (Berardo, 2004). En el caso de P, sólo se logra compensar un 50% de los niveles extraídos por los cultivos (Díaz Zorita, Barraco, 2002).

Esta agricultura extractiva, en algunos casos “minera”, se manifiesta especialmente por la pérdida de P y calcio de los suelos cultivados. El P extractable para los cultivos ha disminuido a niveles donde la continua remoción de P de los granos y forrajes, y la baja de reposición de este nutriente por fertilización

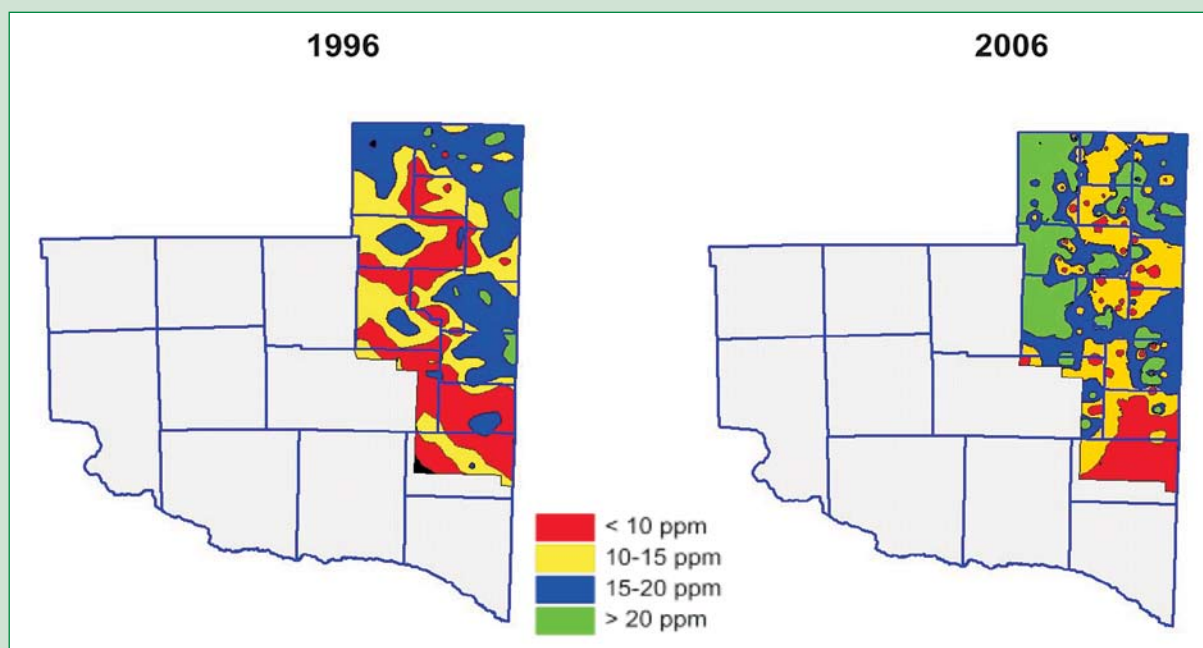


Figura 2. Evolución de los contenidos de P para el período 1996-2006.

han resultado en una disminución de sus niveles. Sólo en el orden del 40-50% de P extraído por los granos es aportado por fertilización (García, 2003). En la actualidad, numerosos suelos del este de La Pampa presentan contenidos de P menores a 10 mg kg⁻¹ (Montoya *et al.* 1999).

La MO representa una pequeña fracción de la masa de la mayor parte de los suelos, en general entre 1 y 6% del horizonte A y un menor contenido en profundidad. Sin embargo, se la considera un factor muy importante pues muchos estudios han mostrado que afecta la estabilidad de los agregados, la capacidad de almacenamiento de agua útil, la capacidad de intercambio catiónico y, sobre todo, la disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno. A pesar de lo mucho que se ha estudiado el impacto de la MO sobre la productividad de los suelos no se han podido establecer puntos críticos a partir de los cuales se verían afectados los cultivos, y pocos trabajos describen relaciones entre la cantidad de MO de los suelos y los rendimientos (Alvarez, 2005). En los últimos años se ha reemplazado el valor de MO para evaluar la productividad de los cultivos, por indicadores de la calidad de los suelos, como por ejemplo índices: MO en relación a la textura, fracciones lábiles de la MO, etc. Muchos de los trabajos sobre MO que se están llevando adelante actualmente en el mundo apuntan no ya a determinar únicamente los efectos de ésta sobre la productividad de los suelos, sino a establecer la capacidad de los mismos de secuestrar carbono del aire y contribuir a mitigar el calentamiento global. Además de las pérdidas de MO y P de los suelos de esta región, los niveles de pH vienen descendiendo de manera muy preocupante. Este proceso de la acidificación de los suelos consiste en la sustitución de las bases calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K)

y sodio (Na) del complejo de intercambio catiónico del suelo y su reemplazo por hidrógeno y/o aluminio (Morón, 2000). En algunos casos se presentan ciertos niveles de acidez que limitan la producción de los cultivos. La última actualización de los niveles de P extractable de la región tiene aproximadamente 10 años (Montoya *et al.*, 1999). Los primeros antecedentes de mapas de MO y pH en la provincia de La Pampa fueron los realizados en escala 1:500000 (Roberto *et al.*, 1997).

El objetivo del presente trabajo fue realizar una actualización del mapa de P extractable y además confeccionar dos nuevos mapas que muestren los contenidos de MO y pH en la zona de estudio.



Figura 1. Departamentos y zona de estudio en la cual se realizaron los relevamientos edáficos.

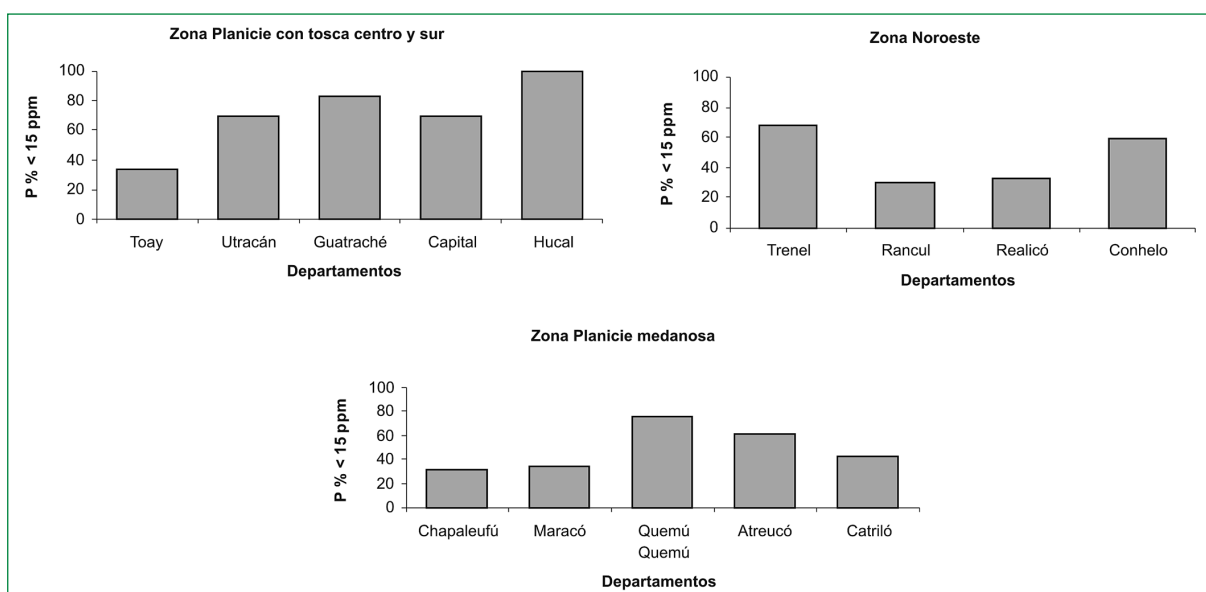


Figura 4. Porcentaje de muestras menores a 15 ppm para las distintas zonas en el este de la provincia de La Pampa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopiló información existente de los valores correspondientes de P extractable (Bray Kurtz N°1), MO (Walkley y Black) y pH (en pasta), de la capa arable (0-20 cm de profundidad) realizadas en el laboratorio de suelos del EEA Anguil y otro laboratorio de la región (ESAGRO), el cuál usa las mismas técnicas de determinación. Con esta información, correspondiente al período 2004-2006, se construyó una base de datos.

Un total de 600 muestras se localizaron geográficamente en el catastro provincial (Sección, Fracción, Lote) teniendo en cuenta una zona de estudio que abarco 14 departamentos del este de la provincia de La Pampa, las cuales constituyen el área cultivada de la provincia (Fig. 1). Al presentarse regiones con elevada información en un mismo sitio geográfico se procedió a promediar las mismas quedando finalmente 274 muestras más representativas.

Para la ubicación geográfica se trabajó en la proyección Gauss-Kruger, Faja 4. La base de datos obtenida fue importada en el software ARCVIEW 3.1 a través del Módulo Table y se transformó a un formato gráfico para poder ser observada. Se analizó la distribución de la información y al presentarse sitios con escasez de información se procedió al relevamiento de los mismos y al posterior análisis de las muestras en el laboratorio. Así quedaron totalizadas 433 muestras con las cuales se realizó el análisis de la información.

Las variables P, pH y MO, fueron interpoladas en forma independiente en el Sistema de Información Geográfica con el programa Surfer. Luego dichas isolíneas fueron reclasificadas de manera de agruparlas en rangos representativos. De esta forma quedaron constituidos tres mapas (P, pH y MO) a escala 1:100.000. Posteriormente para la variable P se realizó la superposición de capas temáticas de las distintas áreas pertenecientes a los mapas de 1996 y 2006 para poder determinar los cambios a

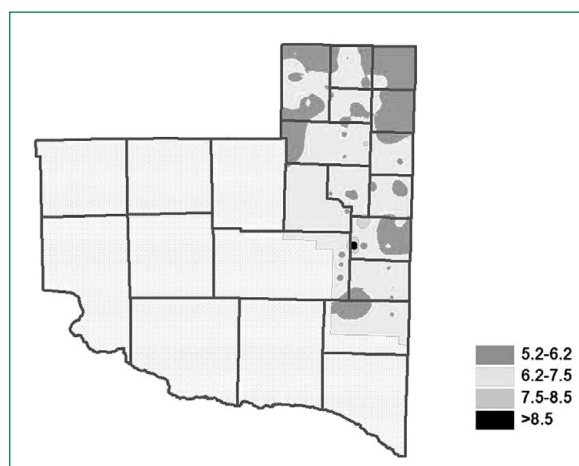


Figura 5. Rangos de pH encontrados en el este de La Pampa.

través del tiempo. Para el caso de P exclusivamente se reagruparon las muestras por zona y departamento, dicha información así estructurada fue importada al software EXCEL para construir una figura de porcentaje de P extractable por debajo del límite de 15 mg Kg⁻¹ con la finalidad de analizar el comportamiento de las mismas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para este tipo de trabajo, la uniformidad en la distribución de los puntos es un aspecto de suma importancia de manera que no se generen zonas con elevada concentración de información y otras con escasez, ya que los resultados obtenidos serán afectados por la misma. Esta es una de las explicaciones por las cuales puedan encontrarse diferencias en los mapas de 1996 con respecto al del 2006, las cuales son solo atribuibles a este problema.

Cambios en los contenidos de P

Se puede observar de manera llamativa el aumento en las áreas de buena disponibilidad de P, mayor a 20 mg kg⁻¹ en los departamentos de Rancúl, Conhelo y Toay (Fig. 2). Al confeccionar el mapa de 1996, los puntos de esta región se concentraron en pequeñas áreas que presentaban una historia agrícola-ganadera muy importante. Sin embargo, en estos últimos años con la expansión de la agricultura de la región, se ha eliminado su ecosistema natural de bosque de caldén y pastizal natural. Teniendo en cuenta que para el mapa del 2006 se relevaron también estas áreas cuasi prístinas, se han expresado mayores contenidos de P extractable.

En el oeste del departamento Trenél y este de Conhelo que para el mapa confeccionado en el año 1996 se consideraban con niveles por debajo de 10 mg kg⁻¹, hoy se encuentran parcialmente afectados por estos niveles y son en su mayoría áreas con niveles 11 a 15 mg kg⁻¹.

Cuando se analizaron los datos que dieron origen a dichos rangos en estas zonas, se observa que los valores del rango 11 a 15 mg kg⁻¹ se concentran sobre el límite inferior, aproximadamente el 65% de los datos se hallan por debajo de 12,5 mg kg⁻¹. Por lo tanto estas diferencias no son significativas.

Al superponer los dos mapas se pudieron visualizar los cambios manifestados en el período analizado en los niveles de P (Fig. 3 - ver tapa). Las áreas verdes que se presentaron en los departamentos del noroeste en la Figura 2 correspondientes al año 2006, se presentan en la Figura 3 se presentan como ganancias de P extractable y esto se explica por el mismo fundamento expresado anteriormente.

Los departamentos de Realicó, Chapaleufú y Maracó no mostraron cambios en los valores de P. Esto se explicaría por un incremento vía fertilización fosfora-

da, ya que se trata de la zona más productiva de la provincia y esta tecnología es una practica habitual. De todas maneras se observan zonas con pérdidas en los niveles de P que ponen en evidencia un balance negativo de este nutriente.

El área que comprende los departamentos de Catrilo, Capital y el extremo suroeste de Quemú Quemú se observa una perdida en los niveles de P. En estos departamentos, la adopción de la tecnología de fertilización no ha sido tan importante como en los departamentos del noreste, debido a que el potencial productivo de esta zona es menor. La región que comprende los departamentos de Hucal y Guatraché, en los cuales se encontraron niveles muy bajos de P, se presenta como una región muy crítica teniendo en cuenta que las pérdidas de este nutriente se siguen acentuando.

Al delimitarse zonas por departamentos, se analizo el porcentaje de muestras debajo de un valor de referencia de P extractable de 15 mg kg^{-1} , generándose una mejor interpretación de cada situación particular (Fig. 4). La zona Planicie con tosca centro y sur es la que presenta la situación más crítica, teniendo en cuenta que todos los departamentos con excepción de Toay, poseen más del 60% de las muestras por debajo de 15 mg kg^{-1} . En la Planicie medanosa los departamentos más problemáticos son Quemú Quemú y Atrucó, los cuales presentan un 76 % y 61% de las muestras por debajo de 15 mg kg^{-1} respectivamente. En Catrilo, Maracó y Chapaleufú estos valores se encuentran cercanos al 40%. En la zona Noroeste en los departamentos de Trenel y Conhelo el 70 y 60 % de las muestras presentan valores inferiores a 15 mg kg^{-1} , respectivamente.

Rangos de pH encontrados en los suelos de la región en estudio

Teniendo en cuenta los rangos establecidos, la mayor parte de la región bajo estudio esta representada por valores que oscilan entre 6.2 y 7.5, en los cuales no existiría ningún tipo de restricción para el establecimiento y la producción de cultivos y pasturas (Fig. 5). Sin embargo, existen áreas representadas por valores ligeramente ácidos entre 5.2 y 6.2, que involucra el norte de Rancul, oeste de Conhelo, y de la Planicie medanosa Chapaleufú, Maracó y este de Atrucó. Dentro de este rango se presentarían limitantes principalmente para las leguminosas como la alfalfa y la soja, las cuales son sensibles a la acidez. La acidez puede afectar a los cultivos por toxicidad por aluminio y/o manganeso, inhibición de la fijación biológica del nitrógeno, restricciones en el crecimiento radicular y/o afectando la nutrición fosfatada (Marschner, 1995).

El avance e intensificación de la agricultura en la provincia de La Pampa en estos últimos años ha sido sumamente importante. Este estudio muestra que numerosas áreas han disminuido los niveles de P extractable debido a los balances negativos de P, mientras que regiones cuasiprístinas como el noroeste no muestran valores problemáticos en la actualidad.

Estos valores para los departamentos de Chapaleufú y Maracó se justificarían ya que se trata de una región con un proceso de agriculturización muy importante. Las áreas con valores alcalinos a muy alcalinos que involucra los rangos entre 7.5 a >8.5 , son áreas muy limitantes para la producción y establecimientos de cultivos y pasturas. Estas áreas tienen un origen natural que corresponden a una asociación de suelos Haplustoles y Calciustoles, dentro del orden de los Molisoles (INTA, 1980).

Contenidos de MO

Dado que la MO esta relacionada con la textura que presentan los suelos, necesitaríamos de esta información para analizar correctamente los contenidos de MO de una zona en particular y conocer medianamente la evolución de este parámetro edáfico. En esta región semiárida pampeana, la influencia de manejos contrastantes sobre la MO y sus fracciones estuvo significativamente condicionada por variaciones en la granulometría de los suelos (Quiroga, 1994). La Planicie Medanosa presenta los valores más bajos de MO (Fig. 6). Si tenemos en cuenta que se trata de suelos textualmente muy arenosos estos valores de MO no serían tan bajos. A pesar de esto, la región presenta la menor capacidad de amortiguar los procesos de acidificación que se estan generando en el área (Fig. 5). Por otro lado, predominan áreas con niveles medios de MO, entre 1.5 y 2%, la cual involucra gran parte de la Planicie con tosca. Si bien los contenidos de MO son relativamente altos, existen departamentos de la región como este de Conhelo, norte de Capital y parte de Rancul que presentan texturas más finas (altos contenidos de limo), lo cual nos hace inferir que los contenidos de MO sean medios a bajos teniendo en cuenta la composición textural

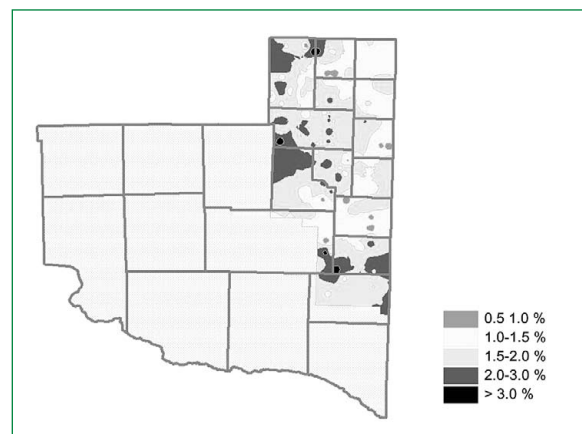


Figura 6. Contenidos de MO encontrados en el este de La Pampa.

de la región. El sector comprendido por noroeste de Rancul, sudoeste de Conhelo, norte de Toay y parte del departamento Guatraché presentan los mayores contenidos de MO. Teniendo en cuenta que se trata de una región con pocos años de agricultura y ganadería es esperable encontrar estos contenidos de MO. Estos suelos al ser cultivados presentan una inicial y rápida pérdida de nutrientes y carbono orgánico, principalmente a causa de la absorción por los cultivos y oxidación de la MO (Buschiazzo *et al.*, 2000). Luego de varios años de cultivo la MO tiende a estabilizarse (Casanovas *et al.*, 1995), quedando un nivel mínimo que corresponde a complejos organominerales (Rasmussen & Collins, 1991).

CONSIDERACIONES FINALES

El avance e intensificación de la agricultura en estos últimos años ha sido sumamente importante. Si bien los parámetros analizados en regiones cuasiprístinas como el noroeste no muestran valores problemáticos, se trata de zonas que han perdido su ecosistema natural y es factible que en los próximos años estos parámetros sufran cambios drásticos.


La evolución de parámetros químicos como P, pH y MO indica que en la región de estudio existe una gran variabilidad de situaciones, las cuales no pueden analizarse aisladamente y requieren de parámetros físicos para una mejor interpretación.

Los mapas son herramientas de mucha importancia para realizar análisis de una región en particular, detectar zonas problemáticas, realizar balances de nutrientes por zonas, etc. En contraposición no se puede extrapolar esta información a nivel de lote de producción teniendo en cuenta que la escala en la cual se trabajó es mucho mayor principalmente para P, nutriente que presenta un gran variabilidad, incluso a nivel de lote de producción.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo quieren expresar un profundo agradecimiento al **IPNI** Programa Cono Sur (International Plant Nutrition Institute) por la financiación del mismo. A los laboratoristas Raúl Brañas y Luís Cornejo de la EEA INTA Anguil por la realización de las determinaciones y al laboratorio ESAGRO por la información aportada para la realización del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez R. 2005. Balance de carbono en suelos de la pampa ondulada: Efecto de la rotación de cultivos y la fertilización nitrogenada. Simposio "FERTILIDAD 2005" Nutrición, Producción y Ambiente. pág. 61-70. INPOFOS. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- Berardo A. 2004. Manejo de la Agricultura Sustentable. Informaciones Agronómicas N° 23, pág. 23-27. INPOFOS. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- Bray R.H. y L. Kurtz. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soil. *Soil Science*, N° 59, pág. 39-45.
- Buschiazzo D.E., G. Hevia, E. Hepper, A. Urioste, A. Bono y F. Babinec. 2000. Organic C, N and P in size fractions of virgin and cultivated soils of the semi-arid pampa of Argentina. *Journal of Arid Environments*, 48(4):501-508.
- Casanovas E.M., G.A. Studdert y H.E. Echeverría. 1995. Materia orgánica del suelo bajo rotaciones de cultivos. II. Efectos de los ciclos de agricultura y pastura. *Ciencia del Suelo*, N° 13, pág. 21-27.
- Díaz Zorita M. y M. Barraco. 2002. ¿Cómo es el cambio de fósforo en los sistemas pastoriles de producción de carne en la región pampeana? *Informaciones Agronómicas*, N° 13, pág. 8-10. INPOFOS. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- García F.O. 2003. Introducción. Simposio "El Fósforo en la Agricultura Argentina". pág. 2-3. INPOFOS. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. Second Edition, 889 p.
- Montoya J., A. Bono, A. Suarez, N. Darwich y F. Babinec. 1999. Cambios en el contenido de fósforo asimilable en los suelos del este de La Pampa, Argentina. *Ciencia del Suelo* 17, N° 1, pág. 45-48.
- INTA-Gobierno de La Pampa y UNLPam. 1980. Inventario integrado de recursos naturales de la provincia de La Pampa, ISAG. Buenos Aires, pág. 493.
- Morón A. 2000. Alfalfa: Fertilidad de suelos y estado nutricional en sistemas agropecuarios de Uruguay. *Informaciones Agronómicas* N° 8, pág. 1-6. INPOFOS. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
- Quiroga A. 1994. Influencia del manejo sobre las propiedades físicas de los suelos. Su relación con la granulometría y contenidos de materia orgánica. Tesis MSc. UNS, Bahía Blanca.
- Rasmussen P.E. y H.P. Collins. 1991. Long-term impacts of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions. *Advances in Agronomy*, 45: 93-134.
- Roberto Z., E. Viglizzo, D. Buzchiazzo, A. Golberg, A. Pordomingo y O. Frank. 1997. Los sistemas de Información Geográfica Aplicada al uso de la Tierra. *Revista Nuestro Campo*, Año V, N° 39, pág. 24-27. 

VEA ESTE Y TODOS LOS ARTICULOS
DE INFORMACIONES AGRONOMICAS DEL CONO SUR EN:

WWW.IPNI.NET