

Balance de Nutrientes

Ing. Agr. M.Sc. Gustavo Adolfo Cruzate e Ing. Agr. M.Sc. Roberto Casas
Instituto de Suelos, CNIA, INTA
gcruzate@cirn.inta.gov.ar; rcasas@cirn.inta.gov.ar

Publicado en: Revista Fertilizar INTA Año 8 Número Especial "Sostenibilidad"
ISSN 1666-8812 diciembre 2003
Páginas: 7 a 13

INTRODUCCION

En las últimas décadas la agricultura argentina sufrió un proceso de transformación pasando de sistemas productivos basados en planteos mixtos a una agricultura intensiva. Ello trajo aparejado el reemplazo de cultivos tradicionales tales como el maíz por otros de mayor atractivo económico como la soja que además posibilitaba su combinación con el ciclo del trigo de tal forma de obtener dos cosechas en un año (Casas, 2000, Díaz-Zorita y col, 2003). Esto produjo una elevada tasa de extracción de nutrientes que no fue repuesta en igual magnitud, generando procesos de degradación y agotamiento que pone en peligro la sustentabilidad de los sistemas productivos Casas, 2000. Martínez, 2002)

Asimismo, el proceso de acidificación de los suelos en la Región Pampeana se está generalizando en función de la intensificación de la agricultura con germoplasma de alto potencial de rendimiento y el uso de fertilizantes nitrogenados de reacción ácida.

La finalidad del presente trabajo es presentar una evaluación areal de la exportación de nutrientes de los principales cultivos, el balance con la reposición por fertilización y la susceptibilidad al empobrecimiento de nutrientes en los suelos.

MATERIALES Y METODOS.

Se generó un sistema de información geográfica para el manejo de los datos de atributos y cartográficos.

En base a una búsqueda bibliográfica de trabajos referidos a la extracción de nutrientes en granos, se calcularon las cantidades promedio de nutrientes exportados por los cultivos. Para ello se utilizó información de la campaña agrícola 2001/2002 suministrada por el Sistema Integrado de Información Agropecuaria, Estimaciones Agrícolas de la Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación.

Con los datos correspondientes a la producción de soja, trigo, maíz, girasol y sorgo por partido, se calculó la exportación total de nutrientes en los granos por departamento y referidos a la superficie sembrada.

Para evaluar la susceptibilidad a la degradación por pérdida de nutrientes se utilizó un índice relativo que se elaboró a partir de la magnitud de la extracción del elemento por hectárea sembrada y una estimación de la disponibilidad del elemento en los suelos. De manera que la susceptibilidad al empobrecimiento será mayor en las áreas de mayor extracción y menor disponibilidad.

Para estimar el contenido del elemento en los suelos se utilizaron mapas de disponibilidad, de acidez y características simples de los suelos más representativos que afectan a la fertilidad, utilizándose el mapa de suelos E 1:500.000 de la República Argentina (INTA, 1990), e integrando toda la información en mapas que se superpusieron con los de extracción de nutrientes.

Para el elemento fósforo se utilizaron mapas de disponibilidad de fósforo y fósforo total (Darwich, 1983, Morrás, 1993) asignando el índice menor a los lugares de mayor disponibilidad. Este índice se multiplica por el valor de exportación de P por hectárea dando por resultado un número que indicará mayor susceptibilidad en el valor más alto.

Según Díaz-Zorita (2000), Ratto y Diggs (1990), Diggs (1997) y Colacelli (1997), los suelos que tienen textura más gruesa y son bien drenados son los que presentan menores contenidos de Boro. Por

lo que se utilizó el contenido de arena de los suelos para evaluar la susceptibilidad al empobrecimiento de Boro.

Para evaluar la susceptibilidad a la degradación del azufre se utilizó un índice relacionado al contenido de materia orgánica de los suelos, por ser el contenido de materia orgánica el parámetro de los suelos más estrechamente relacionado al contenido de azufre de los suelos (Diaz-Zorita, 2000, AAPRESID, 2000; Salvagioti y col, 2002; Cordone y Martínez, 2000; Galantini y col., 2002 y 2003)

Para la susceptibilidad a la acidez se utilizó un mapa de acidez de los suelos de la República Argentina, adjudicando un índice a cada región y se relacionó con la extracción de calcio por los cultivos.(Agromail, 2003b; Colacelli, 1997; González y Gambaudo, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSION

Tasa de extracción de nutrientes:

La tasa de extracción de nutrientes es variable de acuerdo al cultivo realizado y al rendimiento alcanzado (Tabla 1)

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de los cultivos por tonelada de grano producido

SOJA			
Nutriente	Requerimiento (Kg)	Índice de cosecha	Extracción (Kg)
Fósforo	7,59	0,84	6,38
Calcio	16,84	0,19	3,20
Potasio	33,05	0,59	19,50
Azufre	6,71	0,70	4,70
Boro	0,025	0,31	0,008

TRIGO			
Nutriente	Requerimiento (Kg)	Índice de cosecha	Extracción (Kg)
Fósforo	5,13	0,75	3,85
Calcio	3,00	0,14	0,42
Potasio	20,70	0,17	3,52
Azufre	4,55	0,25	1,14
Boro	0,032	0,25	0,008

MAIZ			
Nutriente	Requerimiento (Kg)	Índice de cosecha	Extracción (Kg)
Fósforo	4,20	0,74	3,11
Calcio	3,00	0,07	0,21
Potasio	19,50	0,21	4,10
Azufre	4,02	0,45	1,81
Boro	0,025	0,25	0,006

GIRASOL			
Nutriente	Requerimiento (Kg)	Índice de cosecha	Extracción (Kg)
Fósforo	5,13	0,80	4,10
Calcio	18,00	0,08	1,44
Potasio	28,40	0,25	7,10
Azufre	5,53	0,38	2,10
Boro	0,165	0,22	0,036

SORGO			
Nutriente	Requerimiento Kg)	Índice de cosecha	Extracción (Kg)
Fósforo	3,81	0,75	2,86
Calcio	9,14	0,10	0,91
Potasio	20,80	0,17	3,54
Azufre	3,90	0,55	2,14
Boro	0,015	0,20	0,003

. Fuente: Cordone y Martínez, 2003; García 2003; Gudelj y col., 2000; Ventimiglia, y col. 1999; Inpofos, 1999; González y Gambaudo, 2003; Ferraris, 2001; INTA - Proyecto Fertilizar, 2001.

Area sembrada:

En la República Argentina la superficie sembrada de los principales cultivos (soja, trigo, maíz, girasol y sorgo) se distribuye en 15 provincias (Tabla 2 y Mapa 1)

Tabla 2. Superficie sembrada de soja, trigo, maíz, girasol y sorgo, en la campaña 2001/02

PROVINCIA	HECTAREAS
BUENOS AIRES	7.664.406
CATAMARCA	88.000
CORDOBA	5.862.355
CORRIENTES	11.823
CHACO	1.000.500
ENTRE RIOS	1.534.750
FORMOSA	31.520
JUJUY	9.273
LA PAMPA	1.287.200
MISIONES	34.020
SALTA	464.980
SAN LUIS	148.200
SANTA FE	4.944.250
SANTIAGO DEL ESTERO	984.129
TUCUMAN	383.639
TOTAL	24.449.045

Fuente: Estimaciones Agrícolas SAGyP

Exportación de nutrientes

De acuerdo a los valores de la tabla 1, se calculó para los cultivos más importantes de la región agrícola argentina, la cantidad de nutrientes exportados.

Tabla 3. Extracción de nutrientes correspondiente a los principales cultivos durante el ciclo agrícola 2001/2002 (en toneladas)

Cultivo	Producción (tn)	Fósforo (tn)	Calcio (tn)	Potasio (tn)	Azufre (tn)	Boro (tn)
Girasol	3.799.389	15.578	5.471	26.976	7.979	137
Maíz	14.709.653	45.747	3.089	60.309	26.624	88
Soja	30.061.200	191.790	96.196	586.193	141.288	241
Trigo	15.298.460	58.899	6.425	53.851	17.440	122
Sorgo	2.789.973	7.979	2.539	9.877	5.971	8
Totales	66.658.675	319.993	113.720	737.205	199.302	596

Fuente: Estimaciones Agrícolas SAGyP y Tabla 1

Tabla 4. Balance de Fósforo (Extracción Vs. Reposición por fertilización) ciclo 2001/02+

Cultivo	Exportado (tn)	Reposición (tn)	Balance (tn)	% Fertilizado
Girasol	15.578	6.119	- 9.350	39 %
Maíz	45.747	30.242	- 14.967	66 %
Soja	191.790	30.419	- 160.830	16 %
Trigo	58.899	73.401	+ 14.502	124 %
Sorgo	7.979	1.919	- 6.026	24 %
Total	319.993	142.100	- 176.671	44 %

Fuente: Estadísticas Proyecto Fertilizar INTA y Tabla 3

En la actualidad la mayoría de los productores trigueros fertilizan con Nitrógeno y Fósforo, también lo hacen un 70% de los maiceros y muchos lotes de girasol de 1ra y girasol de 2da son fertilizados con fósforo. A su vez en trigo y maíz han comenzado a utilizarse otros nutrientes como Azufre y Magnesio. De todos modos muy pocos lotes son fertilizados bajo criterio de reconstrucción y mantenimiento (práctica que consiste en aplicar la cantidad de nutriente necesaria para llegar al nivel de máximo rendimiento económico y reponer la extracción de nutrientes en granos mediante la aplicación de fertilizantes, enmiendas y/o abonos), determinando balances negativos. (Darwich,2003; García y

Melgar, 2001; García, 2001; Echeverría, 1998). (Tabla 3 y Tabla 4). Esto ha contribuido a que los suelos se vayan empobreciendo progresivamente.

Exportación total de nutrientes en granos por Departamento

En los mapas 3, 4, 5 y 6 se muestra la exportación total de fósforo, azufre, boro y calcio, respectivamente. En el caso del fósforo y del azufre se observa una mayor intensidad de exportación en los departamentos del SO, SE y centro norte de Córdoba y sur de Santa Fe. Para el boro, la mayor exportación se produce en los departamentos de SO y SE de Córdoba, sur de Santa Fe y sur de Buenos Aires. Para el calcio la mayor extracción corresponde a los departamentos del SO de Córdoba y sur de Santa Fe.

Exportación de nutrientes por hectárea

Cuando se relacionaron los valores absolutos del elemento exportado con las hectáreas sembradas se generaron los mapas 7 al 10:

El mapa 7 muestra los valores de kilogramos del elemento fósforo exportado en los granos por hectárea. Las mayores exportaciones de fósforo ocurren en el NO de Córdoba (departamentos de Sobremonte, Ischilín y Pocho) con valores cercanos a los 20 kg de P.ha⁻¹. Asimismo se observa una ancha franja que comienza en el sur de Santiago del Estero, pasa por Córdoba, sur de Santa Fe y NO y norte de Buenos Aires donde los valores de fósforo exportado son superiores a los 14 kg.ha⁻¹.

El mapa 8 muestra los valores de kilogramos del elemento azufre exportado en los granos, por hectárea. Los departamentos con valores mayores son del centro de Córdoba (Sobremonte, Ischilín y Río Primero) con valores superiores a los 12 Kg de azufre por hectárea. Aquí se observa una región en forma angular más delgada que la de fósforo y que comienza en el SO de Santiago del Estero, pasa por el centro de Córdoba y penetra en el sur de Santa Fe y norte de Buenos Aires con valores superiores a los 10 Kg de azufre por hectárea.

El mapa 9 muestra los valores de gramos del elemento boro exportado en los granos, por hectárea. Los mayores valores se presentan en el sur de Córdoba y este de San Luis, con algunas zonas en el norte de La Pampa y sur de Buenos Aires con valores superiores a los 35 g de Boro por hectárea.

El mapa 10 muestra los valores de kilogramos del elemento calcio exportado en los granos, por hectárea. Los mayores valores se presentan en los departamentos de San Nicolás (Bs.As.) y Rosario (Santa Fe) con valores que rondan en los 7,80 kg de Calcio por hectárea. Aquí se observan tres áreas: una que abarca el sur de Santa Fe y norte de Buenos Aires, otra desde el centro de Córdoba al sur de Santiago del Estero y la tercera en el SO de Santiago del Estero y este de Tucumán, en las cuales los valores de calcio exportado son superiores a los 6 kg. por hectárea.

Susceptibilidad al empobrecimiento de nutrientes en los suelos

El área de siembra de los principales cultivos se caracteriza por presentar un 55,5% de suelos clasificados dentro del orden Molisoles, un 14,0 % de Alfisoles y un 13,5 % de Entisoles (Tabla 6 y Mapa 2).

Tabla 6: Principales Ordenes de suelos en la región agrícola

ORDEN	Superficie (ha)	%
No clasificado	10.870.490	8.41
Alfisol	18.114.248.	14.01
Aridisol	2.356.367.	1.82
Entisol	17.485.546.	13.52
Histosol	87.617.	0.07
Inceptisol	3.747.700.	2.9
Molisol	71.849.700.	55.56
Ultisol	1.313.002.	1.02
Vertisol	3.488.195.	2.7
total	129.312.869.	100.0

Fuente: Atlas de Suelos de la República Argentina (escala 1:500.000)

La susceptibilidad al empobrecimiento en fósforo es alta en el centro y norte de Buenos Aires, SE de Santa Fe, oeste de Córdoba, NE de Corrientes y SO de Misiones (mapa 11). En la región sojera-maicera de la Pampa húmeda los valores son los mayores y es allí donde se ha notado una disminución sustancial del fósforo disponible llegando en algunos casos a valores de 3 a 5 partes por millón (Agromail, 2003a)

En toda la Región Pampeana se observaron respuestas significativas al agregado de azufre. La mayor susceptibilidad se observa en el norte y en el oeste de Córdoba, este de San Luis y norte de Santiago del Estero. La región del norte de la provincia de Buenos Aires y sur de Santa Fe presenta niveles de susceptibilidad medianamente altos. Los sitios de mayor susceptibilidad al empobrecimiento en este elemento se caracterizan por poseer bajo contenido de materia orgánica (en muchos casos producida por el intenso uso agrícola) y/o alto contenido de arena (mapa 12).

Con respecto al elemento boro en los últimos tiempos se han comenzado a reportar situaciones de respuesta en girasol, maíz y trigo. Las áreas de mayor susceptibilidad son aquellas con menor contenido de materia orgánica y alto contenido de arena. En el mapa 13 se observa una mayor susceptibilidad en la región de la Pampa arenosa en el oeste y NO de Buenos Aires, norte de La Pampa y sur de Córdoba.

Los suelos de las zonas húmedas tienen la tendencia natural a incrementar su nivel de acidez. (Boschetti y col., 2003). Este fenómeno es acelerado cuando se entra en un proceso agrícola debido a que a los procesos de lixiviación de bases se adicionan la extracción por los cultivos y en algunos casos la erosión. (Casas y col. 1997; Agromail, 2003b)

Los suelos de la Región Pampeana han sufrido un descenso en los contenidos de calcio y magnesio que se manifiesta en una disminución generalizada del pH que en algunas zonas como el sur de Santa Fe y norte de Buenos Aires alcanza valores inferiores a 6 (mapa 14). Trabajos realizados en la Región Pampeana mencionan 10% de lotes agrícolas con problemas de acidez con pH menor 5,8; 25% con problemas menos severos con niveles de pH entre 5,8 y 6,2 y un 30% entre 6,2 y 6,5 (Melgar y col, 2003). Se estima que la saturación de bases del complejo de intercambio desciende hasta un 30% por ciento por cada unidad de disminución del pH del suelo, hecho frecuente y generalizado en los suelos pampeanos (Michelena y col., 1989).

CONCLUSIONES

El germoplasma y las tecnologías empleadas en la agricultura moderna de alta producción, incrementan continuamente los rendimientos de los cultivos y con ello la tasa de extracción de nutrientes del suelo.

En términos generales existe un balance negativo de los nutrientes del suelo debido a las bajas tasas de reposición, lo cual determina índices crecientes de susceptibilidad al empobrecimiento en fósforo, azufre, calcio y boro. Se debe considerar que además de los nutrientes estudiados en el presente trabajo, los cultivos necesitan otros nueve elementos suministrados por el suelo que también son exportados en los granos en distintas cantidades.

A manera de ejemplo, si se analiza el balance de fósforo para el cultivo de soja, en la campaña agrícola 2001/02 se observa que se han exportado alrededor de 160 mil toneladas de ese elemento en el grano. Para reponer esa cantidad extraída, se necesitarían unas 800 mil toneladas de superfosfato triple de calcio a un costo aproximado de 240 millones de dólares. Ello implicaría la aplicación de 70 kilogramos de superfosfato por hectárea a un costo de 20 dólares. Si se toma en cuenta un margen bruto de aproximadamente 200 dólares, solamente el valor del fósforo exportado representa un 10 por ciento del mismo.

En este contexto, la fertilización balanceada constituye unas de las bases de la producción sustentable, al evitar que la exportación continua de nutrientes, produzca el agotamiento de los suelos.

El diagnóstico de fertilidad se debe basar en el conocimiento de la demanda nutricional del cultivo (rendimiento objetivo) y de la oferta nutricional del suelo, para lo cual el análisis de suelo, la

evaluación de su condición de “salud” y las prácticas de manejo constituyen herramientas indispensables para planteos agrícolas sustentables.

BIBLIOGRAFIA

AAPRESID. 2000. Resultados de los ensayos de fertilización AAPRESID-INPOFOS Trigo, explorando deficiencias nutricionales en la Región Pampeana.

Agromail. 2003a. Disminución de fósforo en lotes núcleo. www.agromail.net

Agromail. 2003b. Control de la acidificación de los suelos . www.agromail.net.

Agromail. 2003c. Relacionar fertilización con rindes. www.agromail.net.

Boschetti N.G., Quintero, C. Y Lucca, C. 2003 Alta producción en suelos de la cuenca lechera entrerriana. Proyecto Fertilizar. INTA. www.fertilizar.org.ar

Casas,R.R.Michelena, R.O.,Quiroga, S.; Rimolo, M.m.; Brutti, N.L. y F. Mousegne. 1997. Estudio de la evolución de propiedades físicas, químicas y biológicas de suelos agrícolas con enmiendas cálcicas y su efecto en la productividad. INTA, Instituto de Suelos. Informe de Avance.

Casas R. A. 2000 La Conservación de los Suelos y la Sustentabilidad de los Sistemas Agrícolas. Disertación acto entrega premio Antonio Prego. www.insuelos.org.ar.

Colacelli, N. A. 1997. Suelos, Corrección de Suelos ácidos. Revista Producción JUN/97. www.produccion.com.ar

Cordone, G y Martínez. F. 2000. Fertilización azufrada en trigo-soja de segunda y en soja de primera en el centro-sur de Santa Fe. AER INTA Casilda.

Cordone, G. y Martínez, F 2003 El Azufre en el sistema productivo agrícola del centro sur de santa fe www.elsitioagricola.com

Darwich N. A. 1983 Niveles de fósforo asimilable en los suelos pampeanos
IDIA Nro 409-412 pp 1-5

Darwich, N. 2001 Fertilización del cultivo de trigo . Actas de Jornada de trigo .SUMIDEA .

Darwich, N. 2003. El balance Físico económico en las rotaciones agrícolas Proyecto Fertilizar. INTA. www.fertilizar.org.ar

Díaz-Zorita,M. 2000. Nutrición del girasol. Suplemento Girasol. Revista Agromercado. Año 2000.

Díaz Zorita, M, García, F y Melgar, R. 2003. Fertilización en soja y trigo-soja: respuesta a la fertilización en la Región Pampeana. Resultados de la red de ensayos del Proyecto Fertilizar – INTA. Campaña 2000/2001 y 2001/2002. www.fertilizar.org.ar

Diggs C. A. 1997. Fertilización de alfalfas con boro. INTA: Rev. Fertilizar Nro 7.

Echeverría, H.E. y García, F. 1998. Guía para la fertilización fosforada de trigo, maíz, girasol y soja. Boletín técnico Nro. 149. INTA Balcarce.

Echeverría, H.E. 2002. Exploración de deficiencias de azufre en el Sudeste bonaerense. Boletín Técnico Nro. 156. Unidad Integrada INTA-FCA Balcarce.

Echeverría, H. García, F. O. y Melgar R. 2003. Respuesta a la fertilización en la Región Pampeana. Secuencia trigo-soja. EEA INTA Pergamino.

Ferraris, G., Gutiérrez Boem, F., Salvagiotti, F. y Prystupa P. 2001 Fertilización azufrada en soja. Validación de herramientas de diagnóstico y elaboración de estrategias de recomendación. Proyecto Fertilizar. Módulo de investigación. www.fertilizar.org.ar

Ferraris, G.N. 2001. Nutrición. La Cosecha que se lleva el carretón del lote. Proyecto Fertilizar. INTA. Revista Fertilizar Año 6 Nro. 24.

- Galantini, J.A., Landriscini, M.R. y Fernández, R. 2002. Azufre en suelos del sur bonaerense. Disponibilidad y su relación con las fracciones orgánicas. Conferencia en Jornada Nacional del Azufre. La Plata, AGO/2002
- Galantini, J.A., Landriscini, M.R. y Fernández R. 2003 Materia orgánica y nutrientes en suelos del sur bonaerense. Relación con la textura y los sistemas de producción. Proyecto Fertilizar. INTA. www.fertilizar.org.ar
- García, F. O. 2001 Balance de fósforo en los suelos de la región pampeana. Informaciones Agronómicas del cono sur. INPOFOS Nro 9
- García, F. y Melgar, R. 2001. Soja. Respuesta a la fertilización en la Región Pampeana. Resultados campaña 2000/2001 de la red de ensayos del Proyecto Fertilizar. INTA EEA Pergamino.
- García, F. 2001. Hacia una sustentabilidad nutricional de los suelos. Resúmenes del Primer Seminario de siembra directa para estudiantes. AAPRESID. Villa Giardino, Córdoba.
- García, F. 2003. Balance y manejo de nutrientes en rotaciones agrícolas. En Trigo-Actualización 2003. INTA.
- González, B. Y Gambaudo, S. 2003. Encalado en Soja – Experiencias en restitución de Calcio magnesio y azufre. Proyecto Fertilizar. INTA. www.fertilizar.org.ar
- Gudelj, V. Vallone, P, Galarza C y Gudelj, O. 2000. Evaluación de la fertilización con azufre, boro y zinc en el cultivo de trigo implantado en labranza mínima y siembra directa. Hoja Informativa Nro 338 EEA Marcos Juárez INTA.
- INPOFOS 1999. Requerimientos nutricionales de los cultivos. Archivo Agronómico Nro 3.
- INTA (1990) Atlas de Suelos de la República Argentina E 1:500.000 y 1:1000.000. SAGyP, INTA CIRN.-Proyecto PNUD ARG 85/019
- INTA. 2001. Micronutrientes. Boro en Agricultura. Proyecto Fertilizar. INTA. Revista Fertilizar año 6 Nro 24.
- INTA 2003. Girasol: Altos requerimientos de Boro. www.agromail.net.
- INTA 2002 Estadísticas. Consumo de Fertilizantes según cultivos y Nutrientes en 2001. Proyecto Fertilizar. www.fertilizar.org.ar
- Martinez, F. Fertilización azufrada en trigo .INTA Casilda
- Martinez, F. 2002. La soja en la Región Pampeana . IDIA Año II Nro 3.
- Melgar, R. y Diaz Zorita, M. 1997. La fertilización de cultivos y pasturas. Ed. Hemisferio Sur. Bs. As.
- Melgar, R. Camozzi, M.E. y Lavandera, J. 2002. Trigo: Fertilización con potasio, Azufre y Magnesio.. Proyecto Fertilizar INTA. www.fertilizar.org.ar
- Michelena, R.O.; Irurtia, c.B. , Vavruska, F., Mon, R. y A. Pittaluga. 1989. Degradación de suelos en el norte de la Región Pampeana. INTA- EEA. Pergamino. Proyecto de Agricultura conservacionista. Publicación Técnica N° 6. Pergamino
- Montesano, A.M., Salomon, A., Teramo, C.D. y Masiero, B. 2003. Fertilización del cultivo de maíz. Proyecto Fertilizar. INTA
- Morrás, H. 1993. Fósforo total y materiales parentales de los suelos de la Región Central de la República Argentina. Actas del XIV Congreso Argentino de Ciencia del Suelo. Mendoza.
- Prieto, G.M., Bodrero, M., Lamas, M.C. Macor, L. Fertilización fosforada del cultivo de soja. Experiencias en el Sudeste de Santa Fe INTA OLIVEROS
- Ratto, S. y Diggs, C. 1990. Niveles de Boro en suelos de la Pradera Pampeana. Aplicación al cultivo de girasol. Ciencia del Suelo Vol. 8 Nro 2
- Ratto, S. Y Fatta, N. 1990. Disponibilidad de micronutrientes en los suelos del área maicera núcleo. Ciencia del Suelo. Vol. 8 Nro 1
- Salvagiotti, F., Pedrol, H.M. , Castellarín, J. , Vernizzi, A. y Rosso, O. 2002 Maíz Zona Núcleo: Efecto de la fertilización balanceada con nitrógeno y azufre sobre el rendimiento y sus componentes y sobre la rentabilidad. Revista Fertilizar Año 7 Nro 27.

Ventimiglia, L.A., Carta, H.G. Rillo S.N.. 1999. Exportación de Nutrientes en campos agrícolas
.www.elsitioagricola.com

Ventimiglia, L.A. ; Carta, H.G. Y Rillo, S.N. 2000. Azufre: Un caballo sin Domar. Proyecto Fertilizar. INTA.
www.fertilizar.org.ar

Ventimiglia, L.A. ; Carta, H.G. y Rillo, S.N 2003. Trigo: Micronutrientes. Proyecto Fertilizar INTA.
www.fertilizar.org.ar

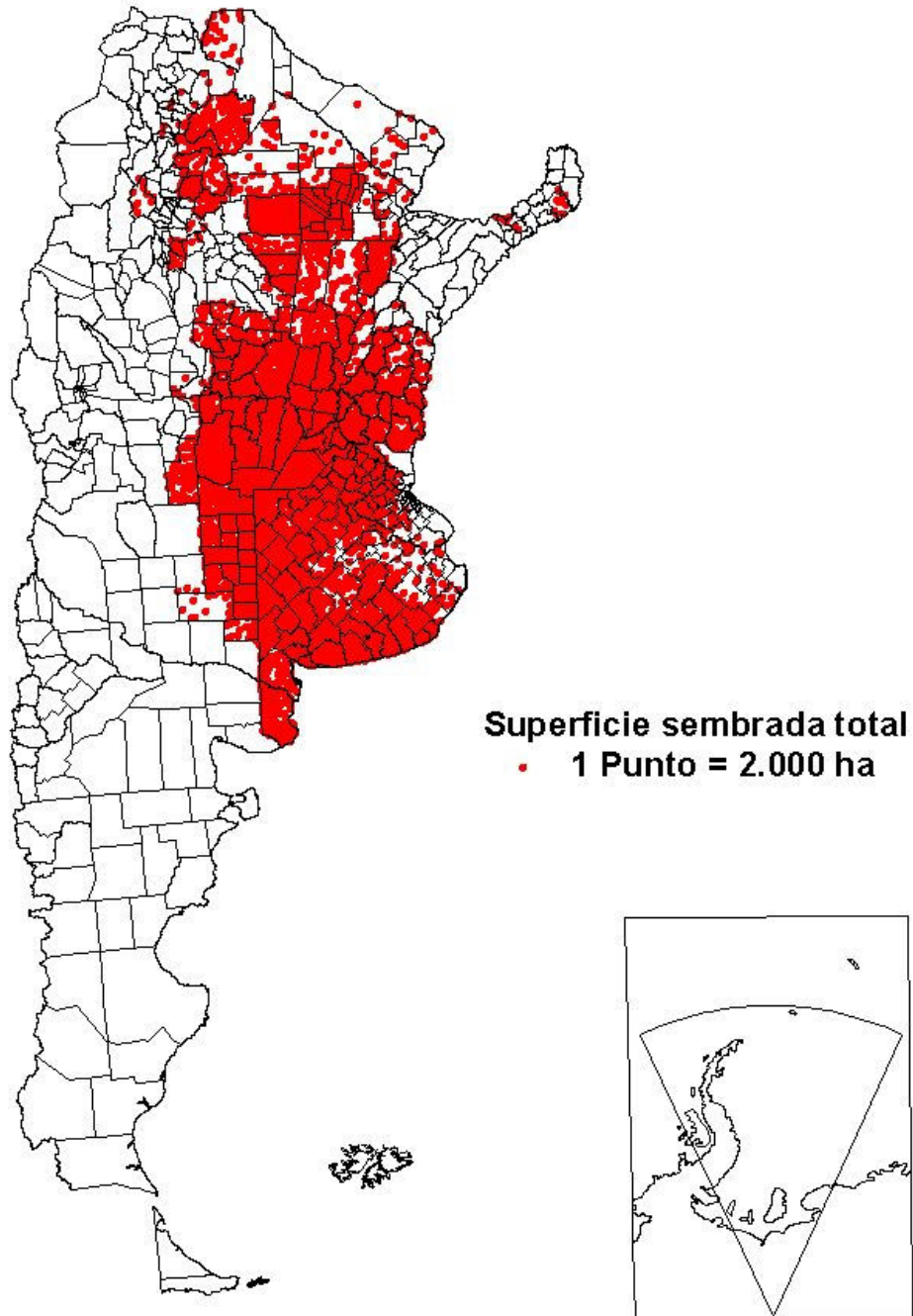
Vivas, H. 2001. Fertilización de alfalfa con azufre y boro en el área centro este de Santa Fe: 24° Congreso Argentino de Producción Animal. Rafaela, 19 al 21 de septiembre de 2001.

Vivas, H.S., y Guaita, M.S. 1998. Respuesta de alfalfa a la aplicación de fósforo y calcio en el departamento Las Colonias 1996/1997. INTA Rafaela.

(Vivas, H.S., Fontanetto, H.; Albrecht, R.; Hotián, J.L. y M. Vega. 2002. Fósforo y azufre en la secuencia trigo-soja-soja en la región central de Santa Fe. En Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2002. Publicación Miscelánea Nro 97. INTA EEA Rafaela

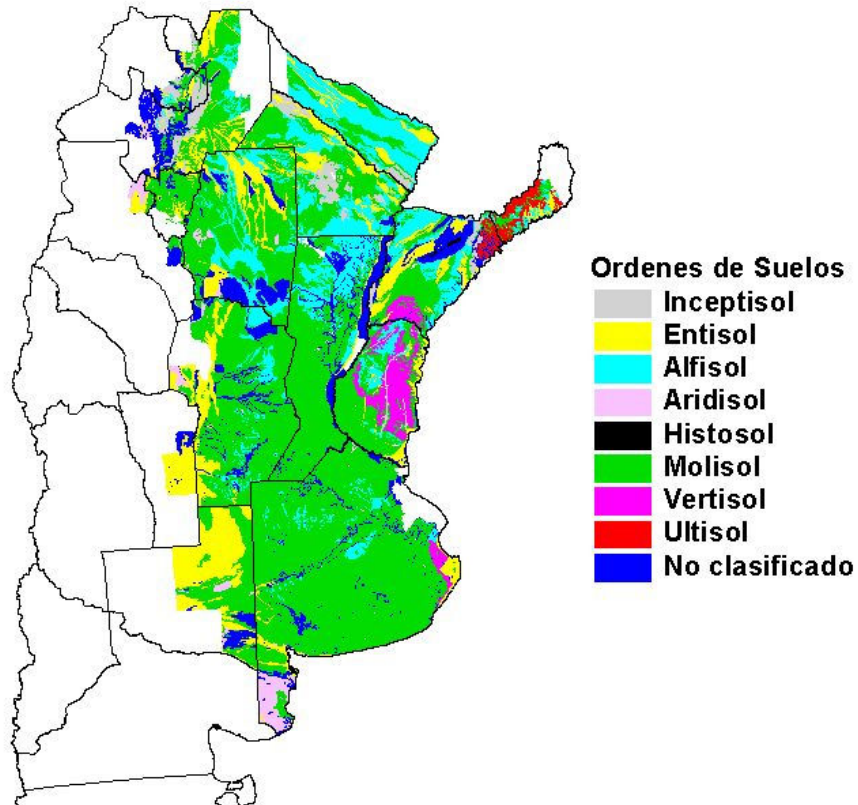
Mapa1

República Argentina Distribución de los principales cultivos



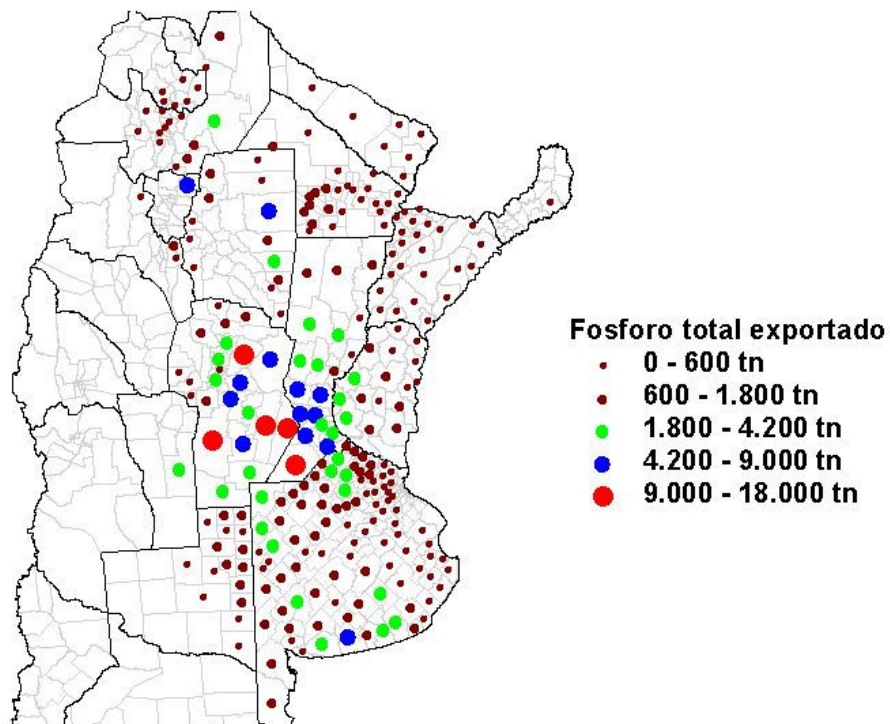
Mapa 2

Distribución de los principales Ordenes de Suelos

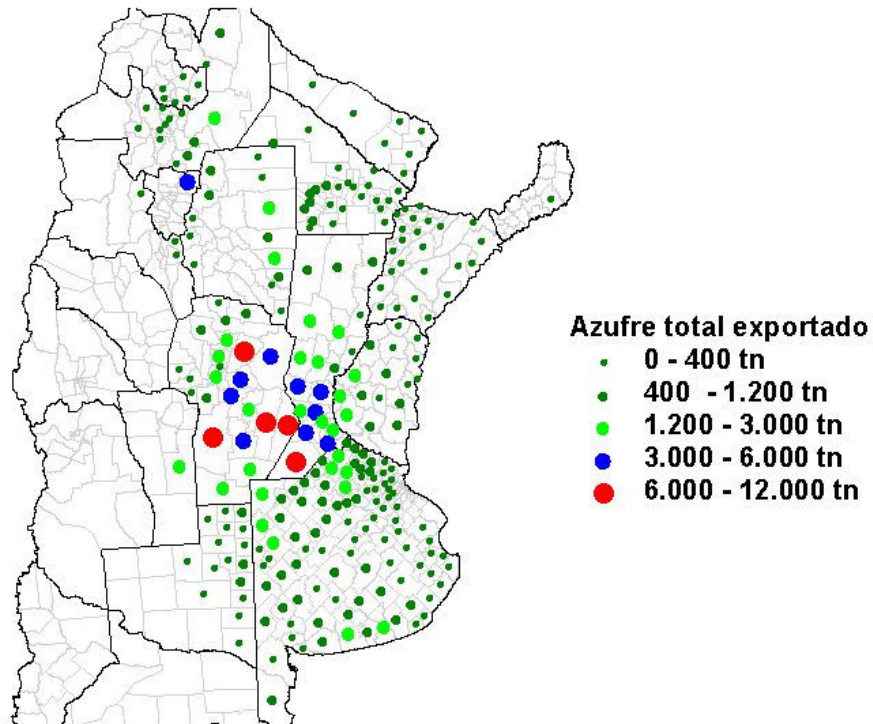


Mapa 3

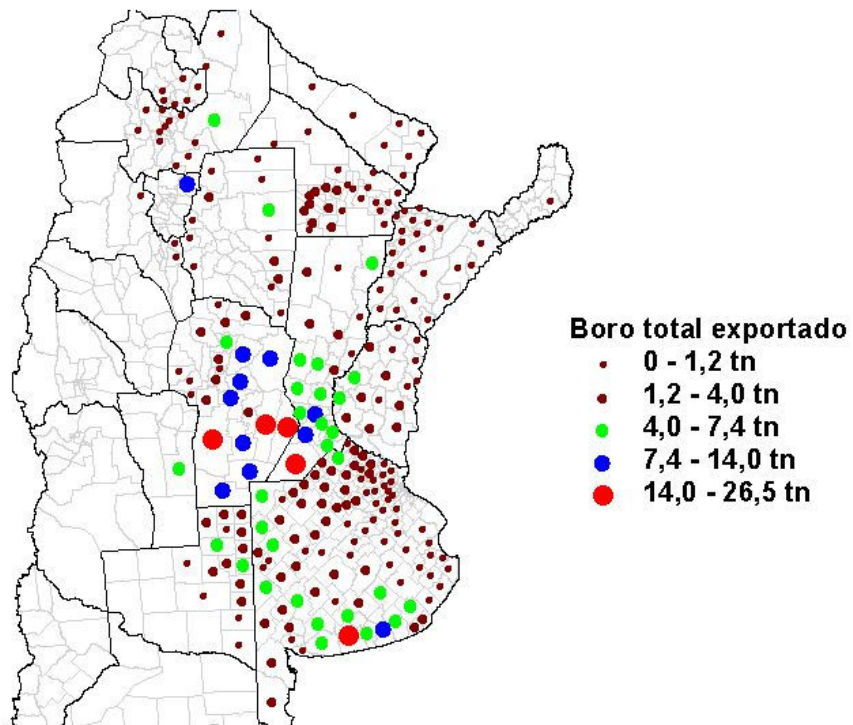
Fósforo exportado en granos



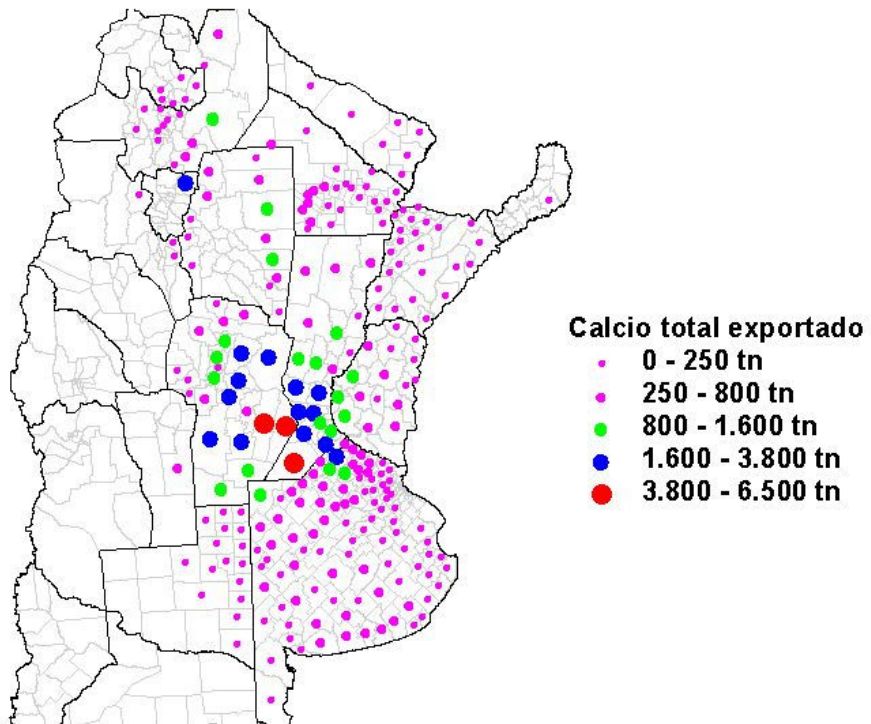
Mapa 4
Azufre exportado en granos



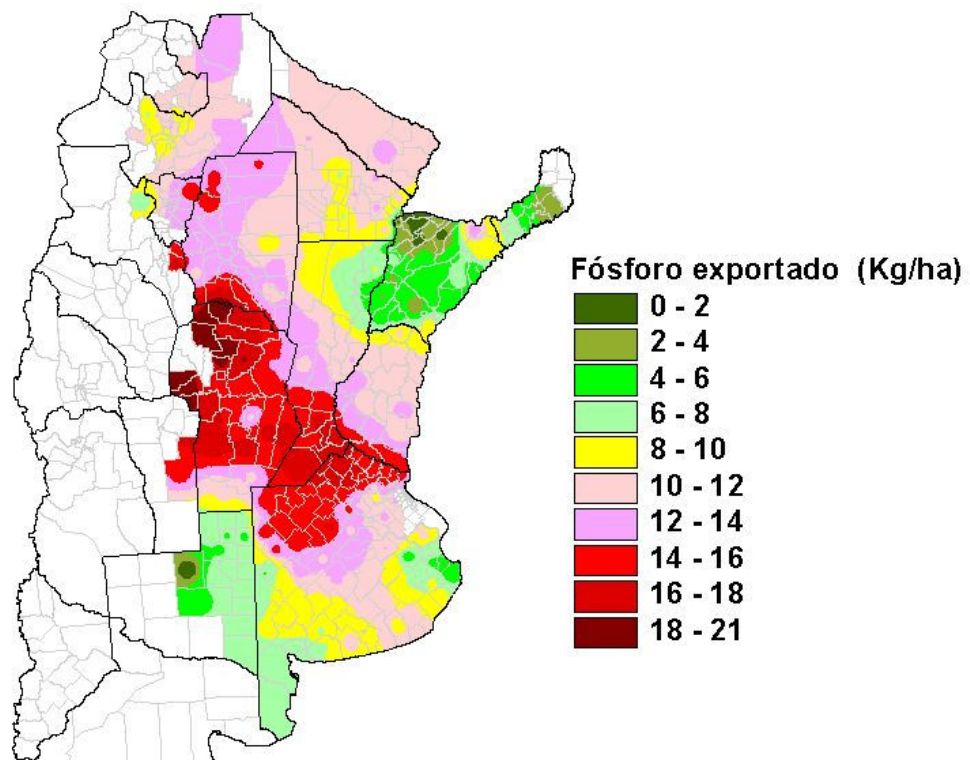
Mapa 5
Boro exportado en granos



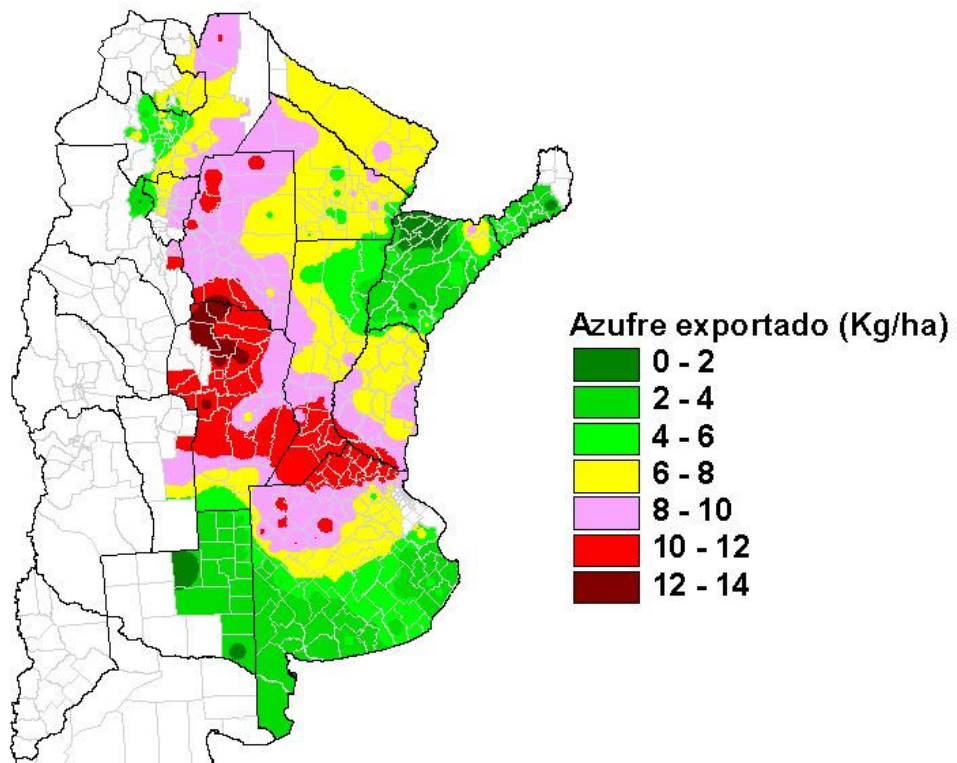
Mapa 6
Calcio exportado en granos



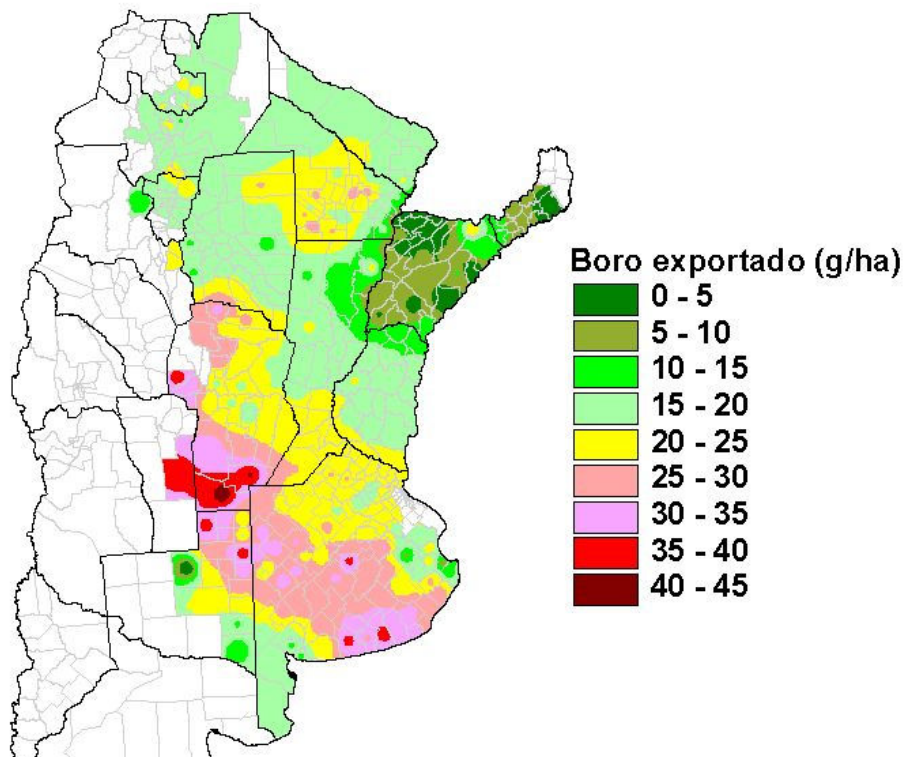
Mapa 7
Fósforo exportado (Kg/ha)



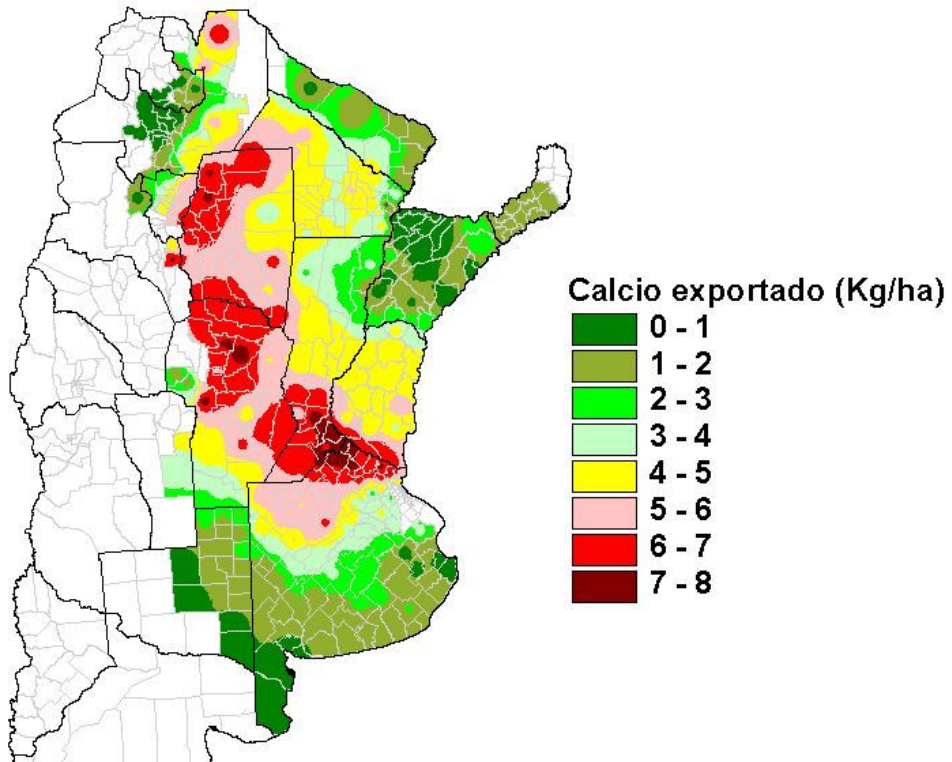
Mapa 8
Azufre exportado (Kg/ha)



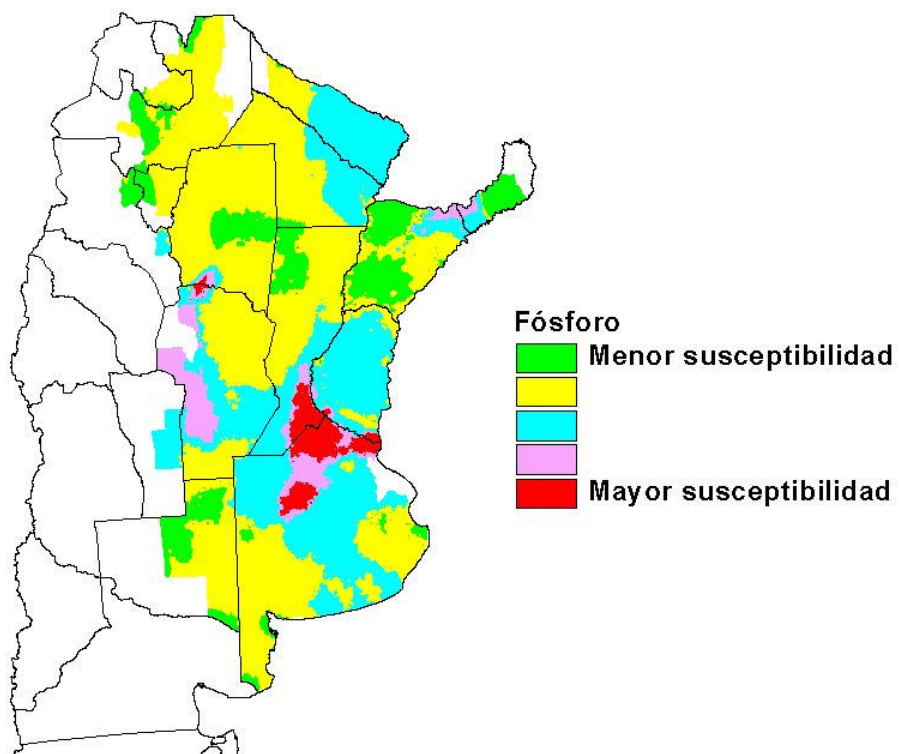
MAPA 9
Boro exportado (gramos/ha)



Mapa 10
Calcio exportado (Kg/ha)

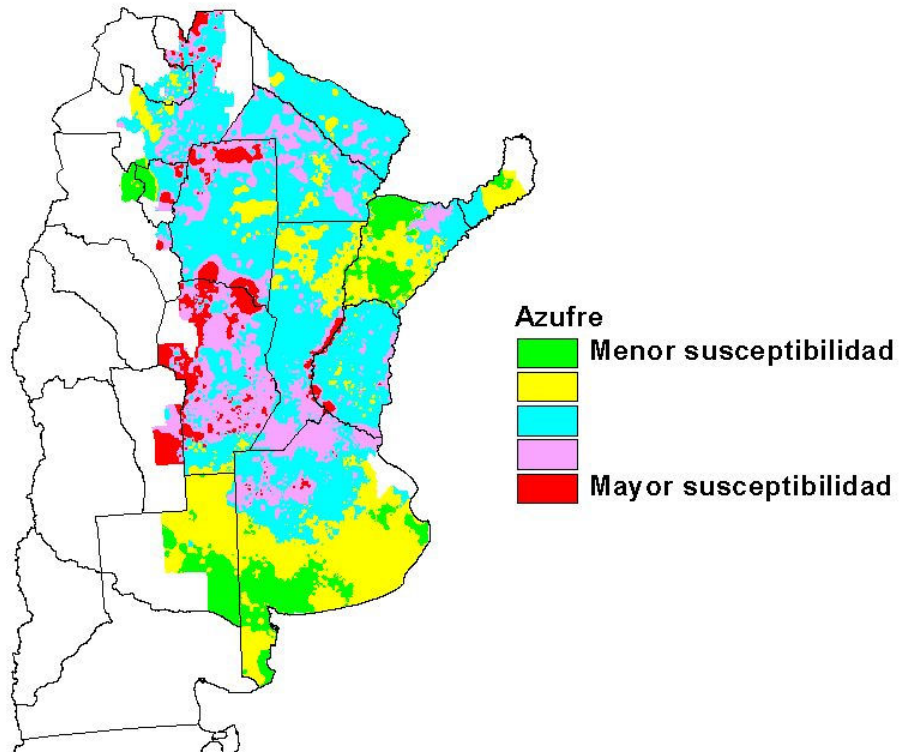


Mapa 11
Susceptibilidad al empobrecimiento de fósforo



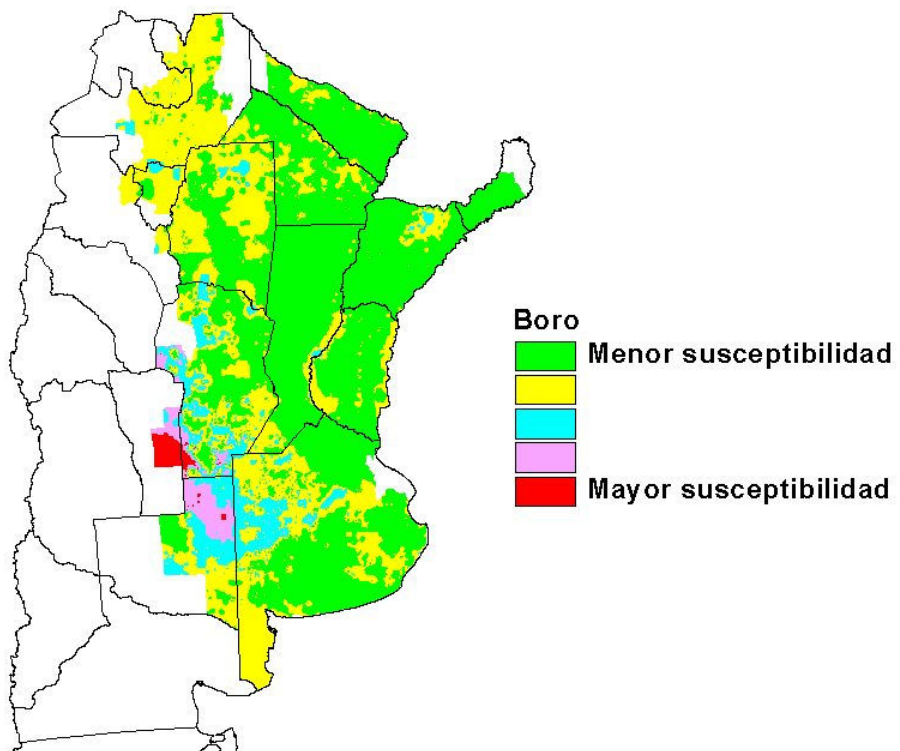
Mapa 12

Susceptibilidad al empobrecimiento de azufre



Mapa 13

Susceptibilidad al empobrecimiento de boro



Mapa 14

Susceptibilidad a acidificación

