

Extracción y balance de nutrientes en los suelos agrícolas de la Argentina

Gustavo A. Cruzate y Roberto R. Casas

Introducción

En los últimos 50 años la superficie agrícola en la Argentina se incrementó alrededor de un 50%, mientras que la producción de granos creció un 400%. Si bien nos estamos aproximando al techo de las tierras utilizables con fines agrícolas, subsisten aún brechas productivas de significancia que permitirán que la producción nacional continúe aumentando. Esta situación debería capitalizarse especialmente en los suelos de mayor calidad de la región pampeana, lo que permitiría disminuir la intensidad de uso en aquellos ubicados en ambientes frágiles.

Hasta ahora, el crecimiento de la producción se logró en base a las nuevas tecnologías, a un creciente nivel de manejo de conocimientos e información por parte de productores y técnicos, y a la capacidad productiva de las tierras. Sin embargo, la calidad natural de nuestros

suelos tiene límites, sobrepasados los cuales, la vulnerabilidad de los mismos se vuelve crítica.

Algunos parámetros “diagnóstico” sirven para ilustrar la situación descripta: el fósforo (P) extractable (P Bray) está disminuyendo a razón de 1 a 2 partes por millón (ppm o mg kg^{-1}) por año; la materia orgánica (MO) del área núcleo pampeana ha sufrido un descenso promedio de 0.5% en las últimas tres décadas, y el contenido de calcio (Ca) ha disminuido alrededor de un 50%. También se está registrando una acidificación creciente de los suelos, que se manifiesta por un descenso del pH entre media y una unidad (Casas, 2006).

Esta especie de “subsidio” que la riqueza natural de nuestros suelos otorga al usuario de la tierra y al estado, en realidad no es otra cosa que una pérdida paulatina del capital suelo. Un simple cálculo indica

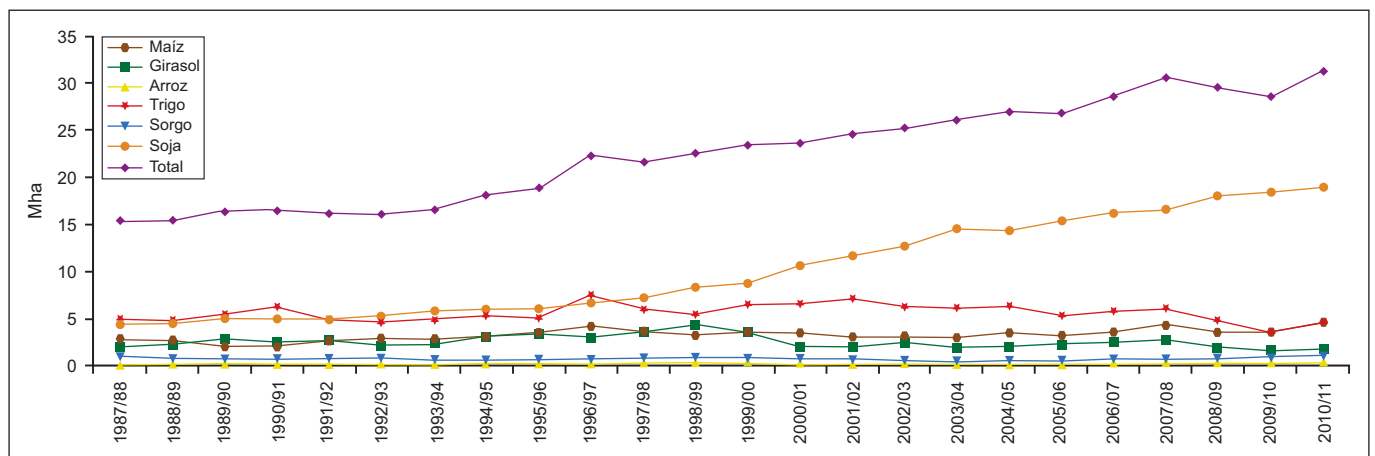


Figura 1. Evolución de la superficie sembrada de principales cultivos agrícolas. Fuente: Estimaciones agrícolas MAGyP (SIIA, 2011).

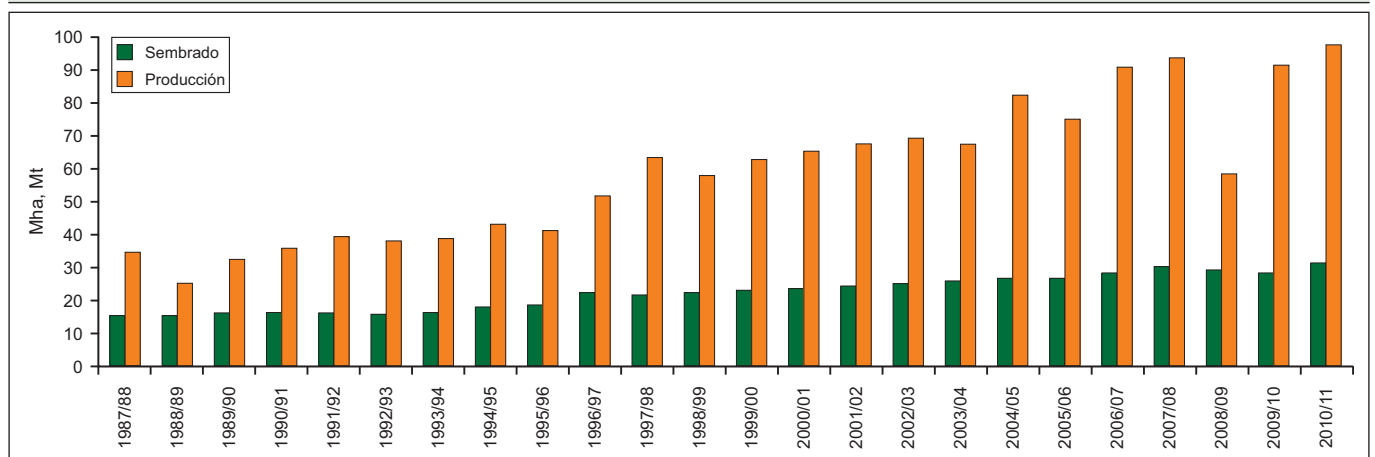


Figura 2. Superficie sembrada y producción de los principales cultivos agrícolas. Fuente: Estimaciones agrícolas MAGyP (SIIA, 2011).

¹ Instituto de Suelos, CIRN, INTA. Correo electrónico: gcruzate@cniia.inta.gov.ar; rcasas@cniia.inta.gov.ar

que si en los márgenes brutos de las explotaciones agropecuarias se incluyeran los costos de reposición de nutrientes extraídos por las cosechas, la rentabilidad de los cultivos sufriría variaciones en función del sistema de rotación elegido. Serviría además para demostrar la dificultad de obtener planteos sustentables tanto desde el punto de vista físico como económico, cuando la visión es estrictamente cortoplacista.

En forma simultánea al incremento de los rendimientos, la frontera agrícola se ha desplazado hacia zonas más frágiles, tradicionalmente mixtas o ganaderas, en muchos casos ocupadas por montes nativos. Al analizar la evolución de la superficie sembrada, se observa que cultivos como maíz, sorgo y arroz tienen una tendencia estable a lo largo de los años mientras que trigo y girasol han disminuido en su área sembrada, en los últimos años.

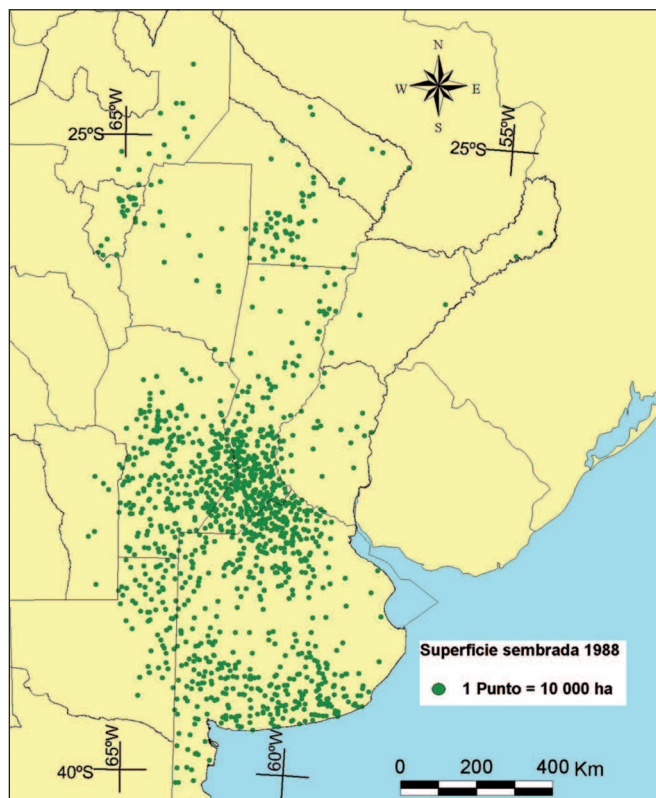
Un cultivo de mayor atractivo económico como la soja, que además posibilita su combinación con el ciclo del trigo (Casas, 2000; Díaz-Zorita et al., 2003), ha aumentado el área sembrada año tras año (Figura 1), cuadruplicando la superficie sembrada desde 1987 a 2010. Como consecuencia de la situación descrita, en los últimos 24 años se ha duplicado el área sembrada pasando de 15.4 millones de hectáreas (Mha) en la campaña 1987/99 a 31.3 Mha en la campaña 2010/11 (Mapas 1 y 2). En el mismo período, la producción se ha triplicado a base de mayores rendimientos (Figura 2).

Se registra una elevada extracción de nutrientes no repuestos en igual magnitud, que provoca un deterioro progresivo en la fertilidad de los suelos poniendo en peligro la sustentabilidad de los sistemas productivos (Casas, 2000; Martínez, 2002; Cruzate y Casas, 2003 y 2009). Fontanetto y Gambaudo (2010) señalan que en los últimos 20 años el tenor de MO de los suelos agrícolas en Santa Fe ha sufrido pérdidas del orden del 2 al 3%, implicando elevadas pérdidas de nutrientes del suelo.

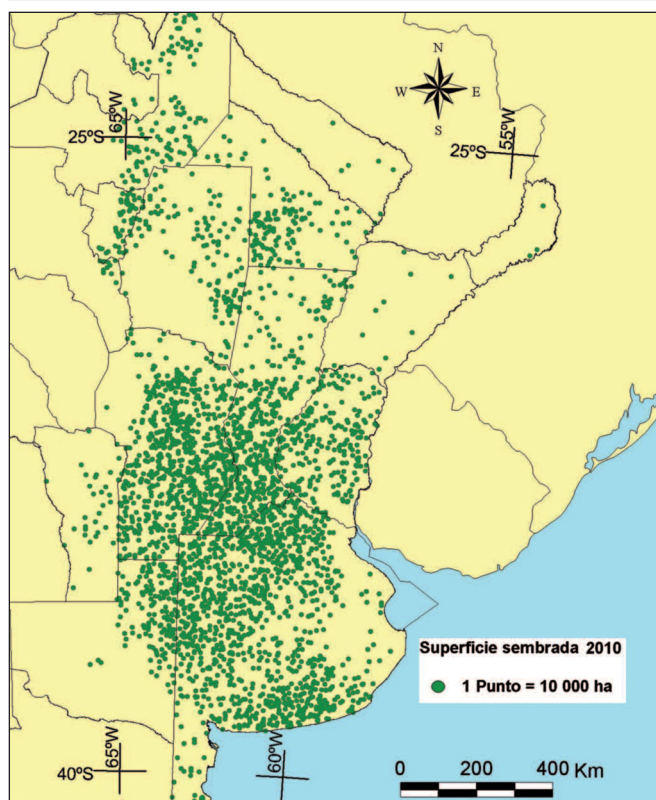
Según la Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos (CIAFA, 2009), en la campaña 2007/08 se registró un record de 3.7 millones de toneladas (Mt) de consumo de fertilizantes en función de la buena relación existente entre el precio de los granos y el de los fertilizantes (Fertilizar, 2008). En 2008/09 se observó una marcada disminución en el uso de los insumos ya que se aplicaron sólo 2.55 millones de toneladas de fertilizantes (Fertilizar, 2009). En la campaña 2010/11, el consumo aparente de fertilizantes creció hasta un nivel de 3.4 Mt (Webdelcampo, 2011; Urgente24, 2011; Noticias.terra, 2011; Infocampo, 2011).

El objetivo del presente trabajo fue:

1) Realizar una evaluación espacial de la extracción de los nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K),



Mapa 1. Distribución de la superficie sembrada en Argentina. Campaña 1988/89.



Mapa 2. Distribución de la superficie sembrada en Argentina. Campaña 2010/11..

azufre (S), calcio (Ca), y boro (B) en la campaña 2010/11 generando mapas de exportación de los principales cultivos.

2) Estimar los balances de estos nutrientes a nivel nacional.

3) Valorizar los principales nutrientes exportados desde el suelo.

Esta información contribuirá a advertir sobre cuáles serían las zonas de mayor relevancia en cuanto a la extracción de nutrientes y su impacto sobre la sostenibilidad de los sistemas productivos. Este trabajo constituye una actualización y ampliación del trabajo previo de Cruzate y Casas (2009).

Materiales y métodos

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 la estimación de la superficie y producción por cultivo se utilizó información de la campaña agrícola 2010/2011 suministrada por el Sistema Integrado de Información Agropecuaria, Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación.

Con los datos correspondientes a la producción de soja, trigo, maíz, girasol, sorgo y arroz, que representan el 90% del área sembrada y el 94% de la producción en la República Argentina, se calculó la exportación total de nutrientes en dichos granos por departamento en las provincias productoras, referidos a la superficie total del departamento y a la superficie sembrada.

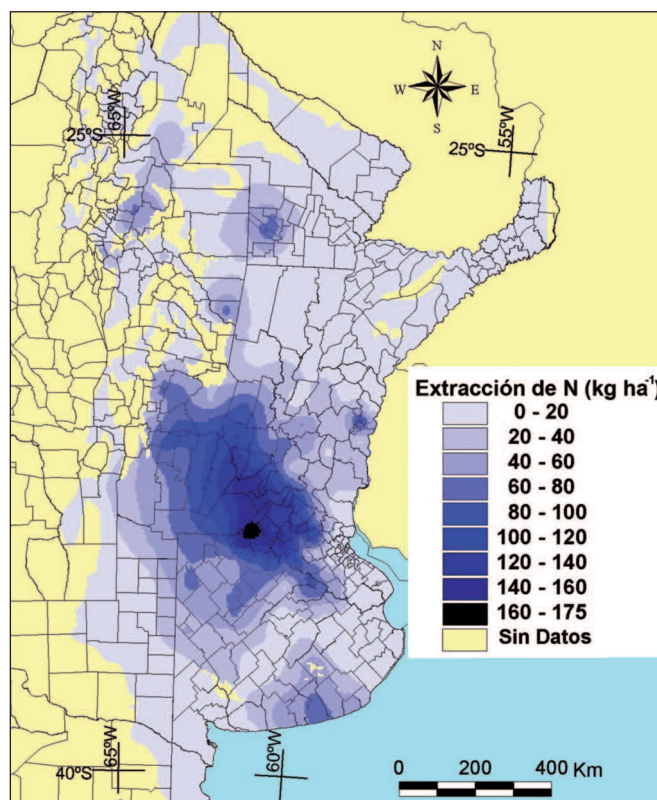
A partir de información satelital sobre uso de la tierra y el mapa de suelos a escala 1:500 000 de la República Argentina (INTA, 1990) se generó un mapa de áreas agrícolas. Toda la información se integró al superponerla con los mapas de extracción de nutrientes, mediante un Sistema de Información Geográfica para el manejo de los datos de atributos y cartográficos. Para visualizar la susceptibilidad a la degradación por pérdida de nutrientes se elaboraron mapas por interpolación de los elementos estudiados a partir de la magnitud de la extracción por hectárea en cada departamento (**Mapas 3 a 8**).

El costo económico debido a la exportación de nutrientes, se calculó con los precios de los principales fertilizantes utilizados en la República Argentina a partir del valor por unidad de elemento extraído en dólares por tonelada para enero de 2012. Se utilizaron los precios de cloruro de potasio (K), fosfato diamónico (P), urea granulada (N), sulfato de amonio (S) y carbonato de calcio (Ca) (Agromercado, 2012). No se consideró a B en este análisis, debido a la escasa disponibilidad de datos.

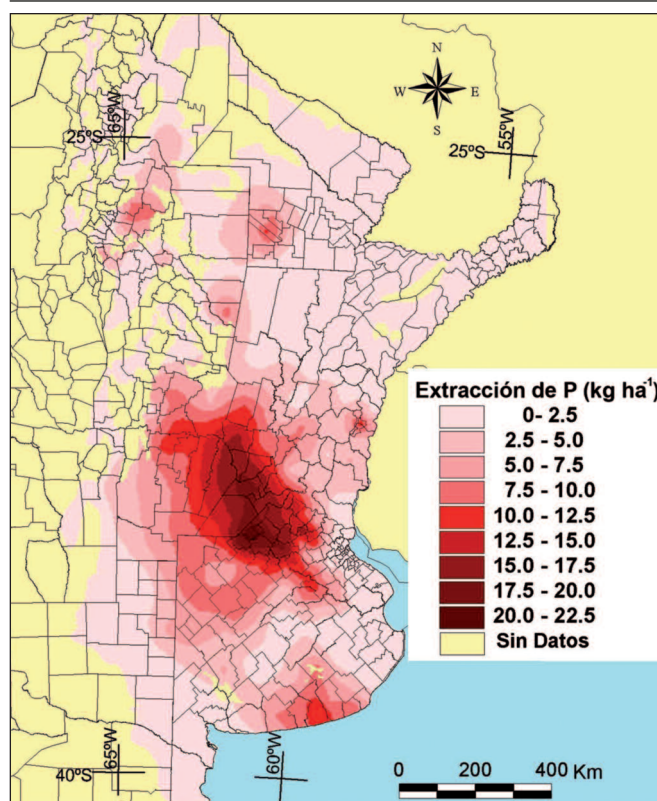
Resultados y discusión

En la **Tabla 1** se consigna la tasa de extracción promedio de nutrientes que varía en función del cultivo y del rendimiento alcanzado.

En la República Argentina, la superficie sembrada con

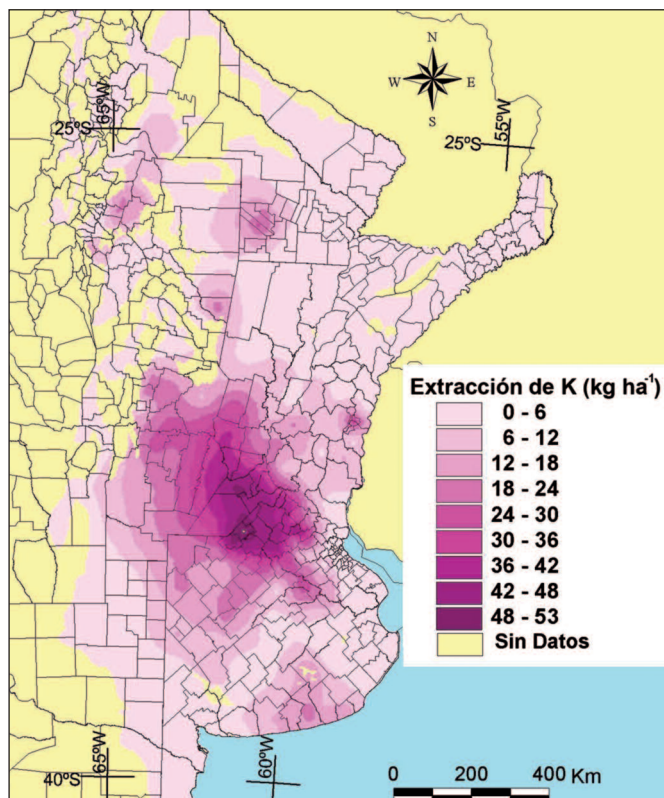


Mapa 3. Extracción de nitrógeno (N) en granos por superficie de cada departamento. Argentina. Campaña agrícola 2010/11.



Mapa 4. Extracción de fósforo (P) en granos por superficie de cada departamento. Argentina. Campaña agrícola 2010/11.

los principales cultivos en la campaña 2010/11 (soja, trigo, maíz, girasol, sorgo y arroz) se distribuye en 15 provincias (**Mapa 2**). Respecto a la campaña 2006/07, la superficie sembrada se ha incrementado en un 0.54%



Mapa 5. Extracción de potasio (K) en granos por superficie de cada departamento. Argentina. Campaña agrícola 2010/11.

con 31 149 300 ha, mientras que la producción se ha incrementado un 7.6% alcanzando las 97 725 687 toneladas, lo que corrobora el aumento de rendimiento por unidad de superficie.

Con los datos de producción se calculó la cantidad de nutrientes exportados para los cultivos más importantes de la región agrícola argentina (**Tabla 2**). Se estimó que aproximadamente la mitad del N extraído por la soja es aportado por la fijación biológica (FBN), por lo que para el cálculo del balance, sólo se consideró un 50% de las 2 536 484 t exportadas en el grano.

La extracción total de nutrientes en relación a la campaña 2006/07 (Cruzate y Casas, 2009) se ha incrementado en un 11%. Esto es debido al incremento en la producción, consecuencia de la mayor superficie sembrada y al mayor rendimiento de los cultivos. En base a la información sobre extracción de nutrientes (**Tabla 2**) y de consumo de fertilizantes (**Tabla 3**), se realizó el balance de nutrientes para la campaña agrícola 2010/11 (**Tabla 4**). Este balance se define como parcial ya que incluye como entradas a los nutrientes aplicados vía fertilización y vía FBN en soja y como salida a la exportación en granos, no considerando otros posibles componentes los aportes por enmiendas

Tabla 1. Extracción promedio de nutrientes por los cultivos por tonelada de grano producido.

Cultivo	N	P	K	Ca	S	B
----- kg t ⁻¹ -----						
Soja	51.89	5.66	16.96	2.78	3.08	0.007
Girasol	22.67	4.71	6.27	1.09	1.62	0.022
Maíz	14.29	2.88	3.75	0.20	1.40	0.005
Trigo	19.06	3.74	3.87	0.39	1.50	0.007
Arroz	14.41	2.91	2.74	0.13	0.70	0.008
Sorgo	18.39	3.65	3.80	0.79	1.96	0.002

Fuentes consultadas: Cordone y Martínez, 2003; García, 2003; Gudelj et al., 2000; Ventimiglia et al., 1999; Inpofos, 1999; González y Gambaudo, 2003; IFA, 1992; Campitti y García, 2007; Fontanetto y Keller, 2011; Ferraris, 2011.

Tabla 2. Extracción de nutrientes en toneladas correspondiente a los principales cultivos en Argentina durante el ciclo agrícola 2010/11.

Cultivo	Producción	N	P	K	Ca	S	B
----- kg t ⁻¹ -----							
Soja	48 885 705	1 268 242	276 791	829 247	136 000	150 568	342
Girasol	3 669 166	83 166	17 282	23 002	3999	5944	26
Maíz	23 004 807	328 808	66 277	86 197	4509	32 276	115
Trigo	15 962 127	304 238	59 635	61 742	6193	23 943	112
Arroz	1 746 552	25 163	5077	4793	231	1219	14
Sorgo	4 457 330	81 957	16 287	16 937	3530	8714	9
Total	97 725 687	2 091 572	441 348	1 021 921	154 462	222 664	618

Tabla 3. Consumo en toneladas de fertilizantes por producto en Argentina en 2010/11. Datos estimados a partir de información de CIAFA y otras fuentes.

Fertilizante	Consumo	N	P	K	S	Ca
	----- t -----					
Cloruro de Potasio	38 857	0	0	19 351	0	0
Fosfato Diamónico y otros NP	371 982	72 537	7514	0	7440	0
Fosfato Monoamónico y otros MAP	511 558	61 387	117 147	0	10 231	0
Mezclas NPK	180 805	36 161	15 911	30 014	0	0
Nitrato de Amonio	3341	1136	0	0	0	0
CAN	79 994	21 598	0	0	0	6240
Nitrato de Potasio	17 801	2314	0	6497	0	0
Nitrato de Sodio	3182	509	0	0	0	0
Superfosfato Simple	346 967	0	29 145	0	46 841	56 556
Sulfato de Amonio	70 060	14 713	0	0	16 814	0
Sulfato de Potasio	11 552	0	0	4990	2079	0
Sulfonitrato de Amonio	31 491	8188	0	0	4409	0
Sulfato Doble de Potasio y Magnesio	961	0	0	176	211	0
Tiosulfato de Amonio	64 677	7761	0	0	16 816	0
Superfosfato Triple	133 771	0	28 493	0	1739	19 932
UAN (Con su contenido de Sólidos)	517 540	155 262	0	0	0	0
Urea	931 801	428 628	0	0	0	0
Mezclas NPS	83 660	10 039	15 059	0	8366	0
Total de reposición	3 399 999	820 233	280 895	61 028	114 946	82 727

Tabla 4. Balance de nutrientes para Argentina en la campaña agrícola 2010/11.

	N	P	K	Ca	S	Total
	----- t -----					
Extraído	2 091 572	441 348	1 021 921	154 462	222 664	3 931 967
Fertilizado	820 233	280 895	61 028	82 727	114 946	1 359 829
Balance	- 1 271 339	- 160 453	- 960 893	- 71 735	- 107 718	- 2 572 138
% Aportado	39	64	6	54	52	35

o abonos orgánicos o pérdidas de nutrientes vía erosión, lavado o en forma gaseosa.

Según datos publicados por Aproal (2011), en la campaña 2009/10 el cultivo con mayor superficie fertilizada fue el trigo, con 86%, seguido de los cultivos de maíz con 81%, girasol con 63% y soja con 52%. Asimismo, para la campaña 2009/10, estudios realizados por Fertilizar Asociación Civil (Fertilizar AC) muestran que 85% de los productores considera que fertilizar trigo y maíz es indispensable o muy importante y sólo 30% lo considera así para el cultivo de soja (Fertilizar, 2011). En soja, trigo y maíz ha comenzado a utilizarse S, mientras que otros nutrientes

como K, magnesio (Mg) y micronutrientes, se utilizan incipientemente. Muy pocos lotes fueron fertilizados bajo el criterio de reconstrucción y mantenimiento, práctica que consiste en aplicar la cantidad de nutrientes necesaria para llegar al nivel de máximo rendimiento económico evitando balances negativos.

En la **Tabla 4** se observa que el porcentaje de reposición de nutrientes totales es de un 35% de lo extraído, con un 39% de reposición de N, 64% de P, 6% de K, 54% de Ca, 52% de S y sin datos para B, determinando que los suelos se empobrecen progresivamente. Datos de trabajos anteriores indican una reposición del 35% en la cosecha 2006/07

Tabla 5. Nutrientes exportados en Argentina en la campaña agrícola 2010/11 y estimación de su valor económico.

Fertilizantes de referencia	N Urea 46% N	P Superfosfato Triple 21.3% P	K Cloruro de Potasio 49.8% K	Ca Carbonato de Calcio 38.8% Ca	S Sulfato de Amonio 24% de S	Total
----- U\$S t ⁻¹ -----						
Costo de los fertilizantes	590	690	650	50	480	-
----- t -----						
Déficit de nutrientes	1 271 339	160 453	960 893	71 735	107 718	2 572 138
Equivalente en fertilizantes	2 763 780	753 300	1 929 504	184 884	448 825	6 080 293
----- U\$S -----						
Valor total	1 630 630 200	519 777 000	1 254 177 600	9 244 200	215 436 000	3 629 265 000

(Cruzate y Casas, 2009; Capparelli, 2008; Ciampitti y García, 2008). Si bien los balances siguen siendo negativos, la relación entre lo extraído y adicionado, ha mejorado.

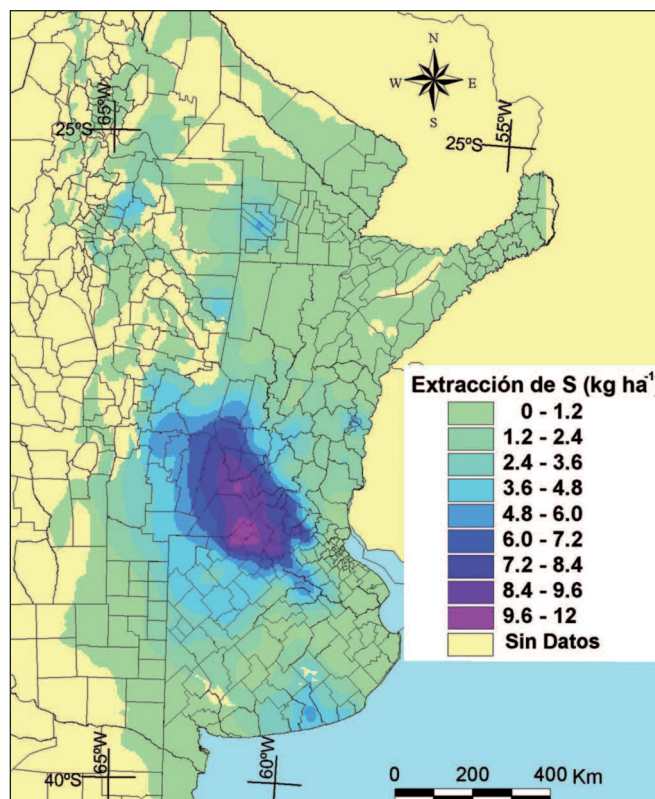
La reposición más alta de los últimos años se alcanzó en la campaña 2007. Los datos de CIAFA y de Fertilizar AC indican, que la cosecha de 2007/08, extrajo 4.0 millones de toneladas de nutrientes, mientras que la reposición, a través de los distintos fertilizantes (considerando N, P, K, y S), fue de 1.7 millones de toneladas. Esto significa que se repuso el 42% de lo que se extrajo de los suelos.

En la **Tabla 5** se realizó una estimación económica en dólares (U\$S) de los nutrientes exportados en los granos por los seis cultivos estudiados en la campaña 2010/11. Este valor sumaría un total de U\$S 3.63 mil millones.

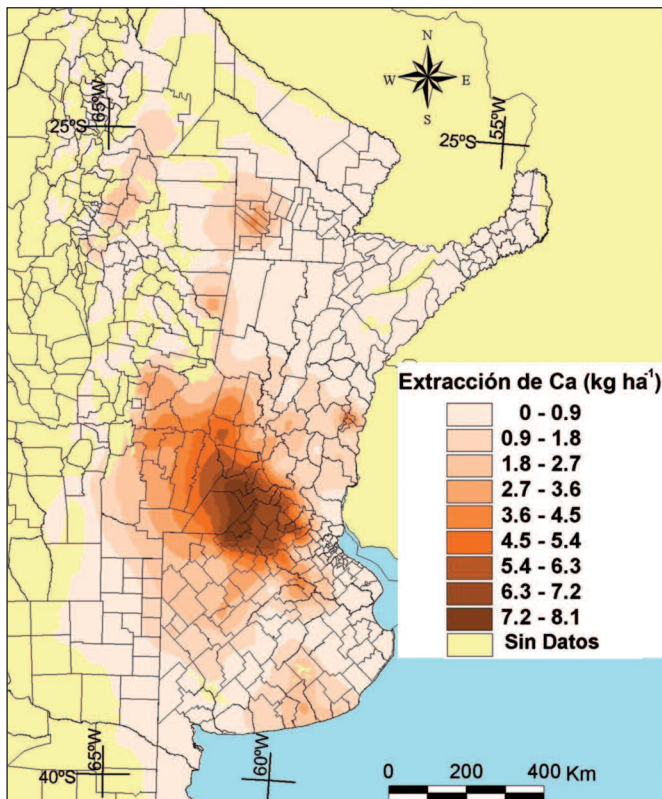
Exportación de nutrientes por hectárea

En los **Mapas 3 al 8**, se muestran las extracciones de cada elemento por unidad de superficie. Las mayores exportaciones de N ocurren en el norte de Buenos Aires (partidos de General Arenales, Leandro N. Alem y Junín) y en el departamento de Caseros en Santa Fe, con valores que rondan los 172 a 148 kg ha⁻¹ (**Mapa 3**). En el centro y sur de Santa Fe, oeste de Córdoba y norte de Buenos Aires se registran valores de extracción superiores a los 80 kg ha⁻¹ de N. Los departamentos de Chacabuco, Chaco y San Salvador, en la provincia de Entre Ríos, también tienen tasas de extracción superiores a los 80 kg ha⁻¹. Si se calcula la extracción por hectárea cosechada, se extrajeron cantidades mayores de 180 kg ha⁻¹ en los partidos de Colón, Rojas, Pergamino en Buenos Aires y en el departamento de Constitución, en Santa Fe.

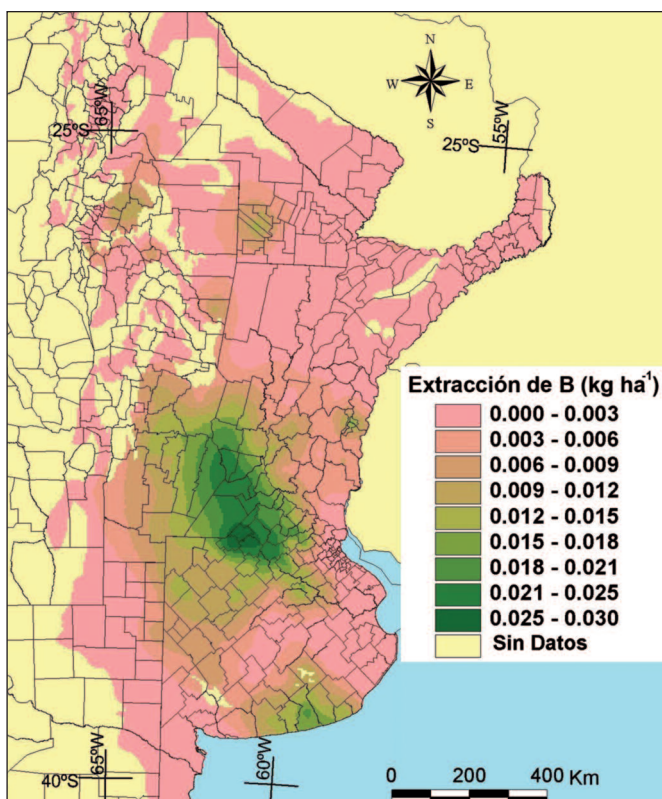
El **Mapa 4** muestra los valores kg ha⁻¹ de P exportado en los granos. Los departamentos con mayores valores son los mismos indicados para el caso de N, correspondientes a las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, con valores superiores a los 19 kg ha⁻¹. Extracciones mayores a los 23 kg ha⁻¹ cosechada se produjeron en San Alberto y San Javier (Córdoba), Ayacucho (San Luis) y Rojas (Buenos Aires). Un estudio realizado por Sainz Rosas y Echeverría (2008) indica que los balances negativos de P han resultado en caídas en los niveles de P asimilable en numerosas zonas de la región.



Mapa 6. Extracción de azufre (S) en granos por superficie de cada departamento. Argentina. Campaña agrícola 2010/11.



Mapa 7. Extracción de calcio (Ca) en granos por superficie de cada departamento. Argentina. Campaña agrícola 2010/11.



Mapa 8. Extracción de boro (B) en granos por superficie de cada departamento. Argentina. Campaña agrícola 2010/11.

Los mayores valores de exportación de K se presentan en los partidos de General Arenales, con 53 kg ha^{-1} ; Leandro N. Alem con 49 kg ha^{-1} y Colón con 47 kg ha^{-1} en la provincia de Buenos Aires; y Caseros con 49 kg

ha^{-1} en Santa Fe (Mapa 5). Si se consideran sólo las hectáreas cosechadas, valores mayores a 58 kg ha^{-1} se presentan en los partidos de Colón, Pergamino y Rojas en Buenos Aires y Constitución en Santa Fe. De acuerdo a García y González Sanjuan (2010), en general, los niveles de K en los suelos agrícolas argentinos son elevados, por lo cual no se repone mediante fertilización potásica, pero se debe considerar que los balances negativos inevitablemente disminuirán la disponibilidad del nutriente a medida que pasen las campañas, y más aún con la intensificación de la producción.

El Mapa 6 muestra los valores de S exportado en los granos. Los mayores valores se presentan en los departamentos General Arenales, Leandro N. Alem y Junín, en la provincia de Buenos Aires, y en el departamento de Caseros en Santa Fe, con valores mayores a los 10 kg ha^{-1} . Los mayores valores de exportación de S por hectárea cosechada se presentan en San Alberto (Córdoba), Colón, Rojas y General Arenales (Buenos Aires) con valores mayores a 12 kg ha^{-1} .

Por otra parte, los mayores valores de exportación de Ca se presentan en los partidos de General Arenales, Leandro N. Alem y Colón (Buenos Aires) y en el departamento de Caseros (Santa Fe) con valores que rondan entre 7 y 8 kg ha^{-1} (Mapa 7). La exportación mayor por hectárea cosechada se presentó en Colón y Pergamino (Buenos Aires), Constitución (Santa Fe.) y Lules (Tucumán) con valores superiores a los 9 kg ha^{-1} .

Por último, el Mapa 8 muestra los valores de exportación de B en los granos por hectárea. Los mayores valores se presentan en General Arenales, Leandro N. Alem y Junín (Buenos Aires) y en departamento Caseros (Santa Fe.), con valores superiores a los 0.025 kg ha^{-1} . Si se toma en cuenta sólo la superficie cosechada se ve que los valores mayores se presentan en la provincia de Corrientes, principalmente en los departamentos de Mercedes, San Martín, Saladas y Paso de los Libres, con valores superiores a los 0.5 kg ha^{-1} de B.

Conclusiones

- Las cifras correspondientes al balance entre la extracción de nutrientes por los principales cultivos y los aportes por fertilización, continúan siendo deficitarias en los suelos agrícolas de la Argentina. En la campaña 2010/11 se extrajeron 3.93 millones de toneladas de N, P, K, S y Ca, siendo la reposición de 1.36 millones de toneladas, lo que representa un 34.6% de reposición. La situación descrita indica la existencia de sistemas productivos que no son sostenibles, afectando negativamente los niveles de fertilidad e incrementado los procesos de degradación de los suelos y, por ende, limitando el crecimiento de la producción agrícola nacional.

- Las áreas de mayor extracción de nutrientes están centralizadas en el sur de la provincia de Santa Fe principalmente en los departamentos de General López, Constitución y Caseros; en la provincia de Córdoba en los departamentos de Marcos Juárez, Unión y Río Cuarto y en la provincia de Buenos Aires en los partidos de General Arenales, Leandro N. Alem, Junín y Colón.
- En términos económicos, se observa que la exportación neta de nutrientes en grano, correspondiente a la campaña agrícola 2010/11, fue de alrededor de 2.57 millones de toneladas, lo que representa una cifra de U\$S 3.63 mil millones.
- Los suelos de las principales regiones agrícolas del país se ubican entre los más productivos del mundo, aunque continúan existiendo brechas considerables entre el rendimiento actual y el potencial. Para incrementar la productividad y la producción agrícola global, como así también evitar el agotamiento de los suelos resulta imprescindible incrementar la tasa de reposición de nutrientes apuntando a lograr un balance más equilibrado. En este sentido, las mejores prácticas de manejo de la fertilización deben integrarse a un programa de aplicación de buenas prácticas de manejo agronómico tales como rotación de cultivos, siembra directa, cultivos de cobertura, manejo de integrado de plagas y enfermedades y agricultura por ambientes, entre otras herramientas, contribuyendo significativamente a preservar y mejorar la calidad del recurso suelo.

Bibliografía

Agromercado. 2012. Revista. Año 31. No. 321. Enero 2012.

Aproal. 2011. Uso de fertilizantes en Argentina representa el 0.7% de producción mundial. <http://aproal-alimentos.blogspot.com/2011/01/uso-de-fertilizantes-en-argentina.html>. Consultado 20 de enero de 2011.

Capparelli, C.E. 2008. Extracción de nutrientes.ppt. CIAFA. www.ciafa.org.ar. Consultado agosto de 2008.

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

Casas, R.R. 2006. Preservar la calidad y salud de los suelos: Una oportunidad para la Argentina. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria; Anales: Tomo LX. Buenos Aires.

CIAFA. 2009. Consumo de fertilizantes 2006, 2007, 2008. <http://www.ciafa.org.ar/mercado.htm>. Consultado en 2011.

Ciampitti, I.A. y F.O. García. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I Cereales, Oleaginosos e Industriales. Archivo Agronómico No. 11. IPNI Cono Sur.

Ciampitti, I.A., y F.O. García. 2008. Citado por M. García. 2009 en Producción de granos y consumo de fertilizantes. http://www.sagpya.mec.gov.ar/SAGPyA/agricultura/agua_y_suelos/05-fertilizan-tes/panorama.pdf

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

Cruzate, G.A., y R. Casas. 2003. Balance de Nutrientes. Revista Fertilizar INTA Año 8 Número Especial "Sostenibilidad" ISSN 1666-8812 diciembre 2003 pp. 7-13.

Cruzate, G.A., y R. Casas. 2009. Extracción de Nutrientes en la Agricultura Argentina. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, IPNI. 44:21-26.

Díaz-Zorita, M., F.O. García, y R. Melgar. 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.

Ferraris, G.N. 2011. Nutrición. La cosecha que se lleva el carretón del lote. Proyecto Fertilizar INTA. Revista Fertilizar No. 24.

Fertilizar AC. 2008. Mercado de fertilizantes 2007. <http://www.fertilizar.org.ar/estadisticas.php>.

Fertilizar AC. 2009. Fuerte caída del consumo de fertilizantes en 2008. http://www.fertilizar.org.ar/vertext.php?id_nota=590.

Fertilizar AC. 2011. Campaña de soja 2010-2011. http://www.fertilizar.org.ar/2011/vertext.php?id_nota=624&area=8.

Fontanetto, H., y O. Keller. 2011. Fertilización en sorgo. <http://www.profertilnutrientes.com.ar/images/archivos/610.pdf>

Fontanetto, H., y S. Gambaudo. 2010. El balance de nutrientes para sistemas agropecuarios sustentables. Ergomix.com. consultado en 2011 en www.produccion-animal.com.ar.

García, F.O. 2003. Balance y manejo de nutrientes en rotaciones agrícolas. En Trigo-Actualización 2003. INTA.

García, F.O., y M.F. González Sanjuán. 2010. Balances de nutrientes en Argentina ¿Cómo estamos? ¿Cómo mejoramos? *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, IPNI. 48:1-5.

González, B. y S. Gambaudo. 2003. Encalado en Soja – Experiencias en restitución de calcio, magnesio y azufre. Proyecto Fertilizar. INTA. www.fertilizar.org.ar

Gudelj, V., P. Vallone, C. Galarza, y O. Gudelj. 2000. Evaluación de la fertilización con azufre, boro y zinc en el cultivo de trigo implantado en labranza mínima y siembra directa. Hoja Informativa No. 338 EEA Marcos Juárez INTA.

IFA. 1992. World fertilizer user manual. International Fertilizer Industry Association. Paris, France.

Infocampo. 2011. Advierten que la recuperación parcial del consumo de fertilizantes no es suficiente para cuidar el recurso suelo. <http://infocampo.com.ar/nota/campo/26453/advienten-que-la-recuperacion-parcial-del-consumo-de-fertilizantes-no-es-suficiente-para-cuidar-el-recurso-suelo>

INPOFOS. 1999. Requerimientos nutricionales de los cultivos. Archivo Agronómico No. 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

MAGyP. 2007. Fertilización en Girasol - Campaña 2005/06. http://www.minagri.gob.ar/site/agricultura/agua_y_suelos/05-fertilizantes/Fertilizaci%C3%B3n%20en%20girasol_%2005.06%20IU.pdf?PHPSESSID=e937cdc039c2865b6a30d2292e8fc147

Martínez, F. 2002. La soja en la Región Pampeana. IDIA Año II No. 3.

Noticias.terra. 2011. Crece 31% en 2010 consumo de agroquímicos y prevén mayor repunte. <http://noticias.terra.com.ar/crece-31-en-2010-consumo-de-agroquimicos-y-preven-mayor-eeepunte,09779b1341ebd210VgnVCM10000098f154d0R.CRD.html>. Consultado 25 de enero de 2011.

Sainz Rosas, H., y H. Echeverría. 2008. Relevamiento de la concentración de fósforo asimilable en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana. Actas CD XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Luis. AACs. Version CD.

SIIA. 2011. Sistema integrado de información agropecuaria. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina. <http://www.siia.gov.ar>. Consultado en noviembre de 2011.

Urgente24. 2011. Dos buenas y dos malas. <http://www.urgente24.com/noticias/val/3250-176/2-buenas-y-2-malas.html>. Consultado 12 de diciembre de 2011.

Ventimiglia, L.A., H.G. Carta, y S.N. Rillo. 1999. Exportación de Nutrientes en campos agrícolas. <http://www.elsitioagricola.com>

Webdelcampo. 2011. El consumo de agroquímicos creció 31% durante el 2010. <http://www.webdelcampo.com/agricultura/568-el-consumo-de-agroquimicos-crecio-31-durante-el-2010.html>★