

Zubillaga, María de las Mercedes; Zubillaga, Marta Susana. (marzo 2009). *Manejo sustentable del suelo qué caro... cosechar nutrientes!*. En: Encrucijadas, no. 46. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires: <<http://repositorioubas.sisbi.uba.ar>>

## Manejo sustentable del suelo

### ¡Qué caro... cosechar nutrientes!

El proceso de “agriculturización”, es decir, el notable incremento de la producción de granos que desde los años '90 experimenta la Región Pampeana fue acentuando el deterioro de la calidad de los suelos. Pero no sólo se ha incrementado la producción de granos, sino también las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y fosforados, más por acompañar el incremento de los rendimientos de los cultivos que por la manifiesta necesidad de reponer a los suelos los nutrientes exportados durante décadas.

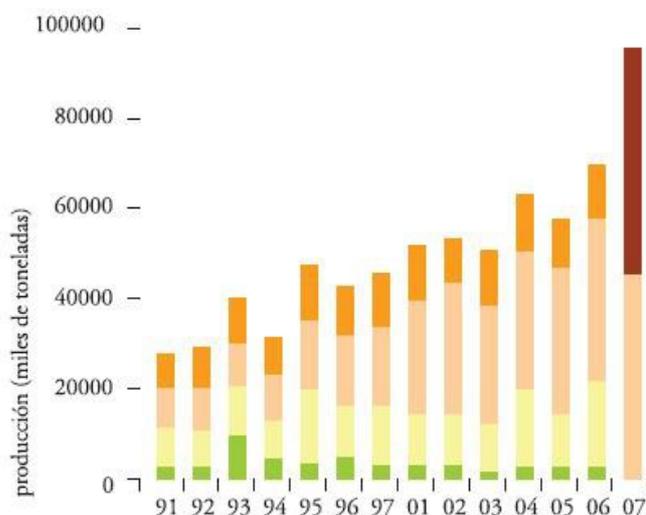
### María de las Mercedes Zubillaga y Marta Susana Zubillaga

Ingenieras Agrónomas, Magíster en Ciencias del Suelo.

Profesoras Adjuntas de la Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía, UBA.

La Región Pampeana ha sido tradicionalmente considerada una de las principales regiones agrícolas del mundo, con una extensión aproximada de 52 millones de hectáreas. La agricultura en sus pastizales naturales tiene su origen en 1870. Durante décadas los sistemas de explotación se basaron en períodos alternados de agricultura y de ganadería. Actualmente, la “agriculturización” ha generado una simplificación de los sistemas productivos, principalmente en la diagramación de las rotaciones y la preponderancia del cultivo de soja (soja de primera) o en su combinación con el trigo (doble cultivo trigo/soja de segunda). En la Figura 1 se evidencia que desde el comienzo de la década del '90 se ha triplicado la producción agrícola de la región.

Figura 1. Evolución de la producción de granos



Fuente: Datos obtenidos de SAGPyA (2006) y CIAFA (2007).

Este incremento en la producción granaria fue acentuando el deterioro de la calidad de los suelos desde el punto de vista físico, químico y biológico, atentando contra el desarrollo sustentable del sector agropecuario. Los elevados contenidos de materia orgánica y los nutrientes de los suelos han sido disminuidos por los procesos de degradación de los sistemas agrícolas. En este sentido, se han registrado en pampa ondulada disminuciones de los valores originales de la materia orgánica, nitrógeno, potasio y azufre en un rango de 20- 30%; y hasta casi 80% para el fósforo (Figura 2).

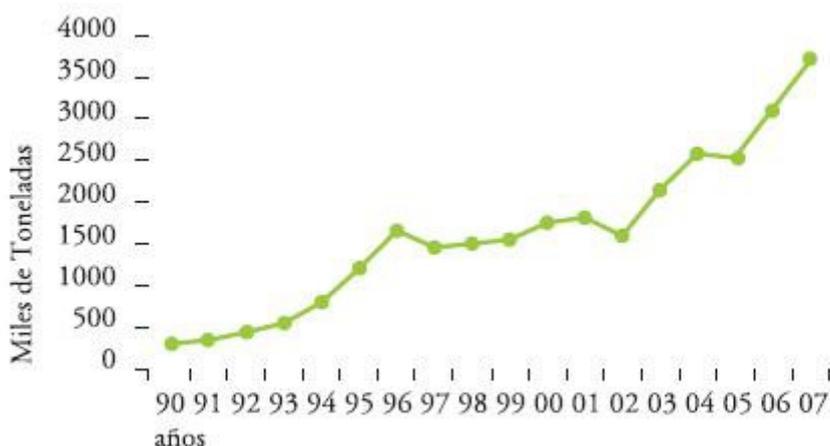
Figura 2. Disminución de la fertilidad de los suelos producida por más de 30 años de agricultura convencional.



Fuente: Elaborado a partir de Urricariet y Lavado (1999).

A partir de los '90, no sólo se ha incrementado la producción de granos, sino también las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y fosforados. El rápido avance de la fertilización ha sido más por la finalidad de acompañar el incremento de los rendimientos de los cultivos que por la manifiesta necesidad de reponer a los suelos los nutrientes exportados durante décadas. El consumo de fertilizantes en el año 2007 resultó 12,4 veces superior a los del inicio de la década del '90, cuando el mercado de fertilizantes se ubicaba alrededor de 0,3 millón de toneladas (Figura 3). Durante el año 2007 se alcanzó un nuevo récord de 3,72 millones de toneladas de consumo de fertilizantes, siendo 20% superior al récord anterior del 2006. En la actualidad, el 69% del consumo de fertilizantes es de origen importado mientras que el 31% restante es de fabricación nacional, principalmente de fuentes nitrogenadas.

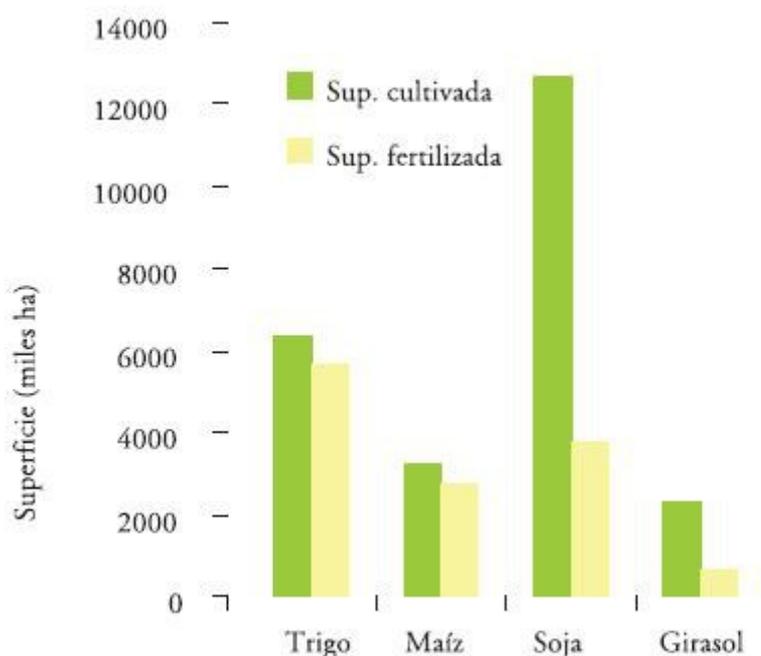
Figura 3. Consumo de fertilizantes



Fuente: Datos obtenidos de SAGPyA (2006) y CIAFA (2007).

Este vertiginoso incremento del uso de fertilizantes se ha diferenciado según cultivos. Aproximadamente el 85% del área cultivada con trigo o maíz ha sido fertilizada principalmente con fuentes nitrogenadas. A diferencia, la proporción fertilizada para los cultivos oleaginosos, soja y girasol, es casi del 30%, con predominio de fósforo (Figura 4).

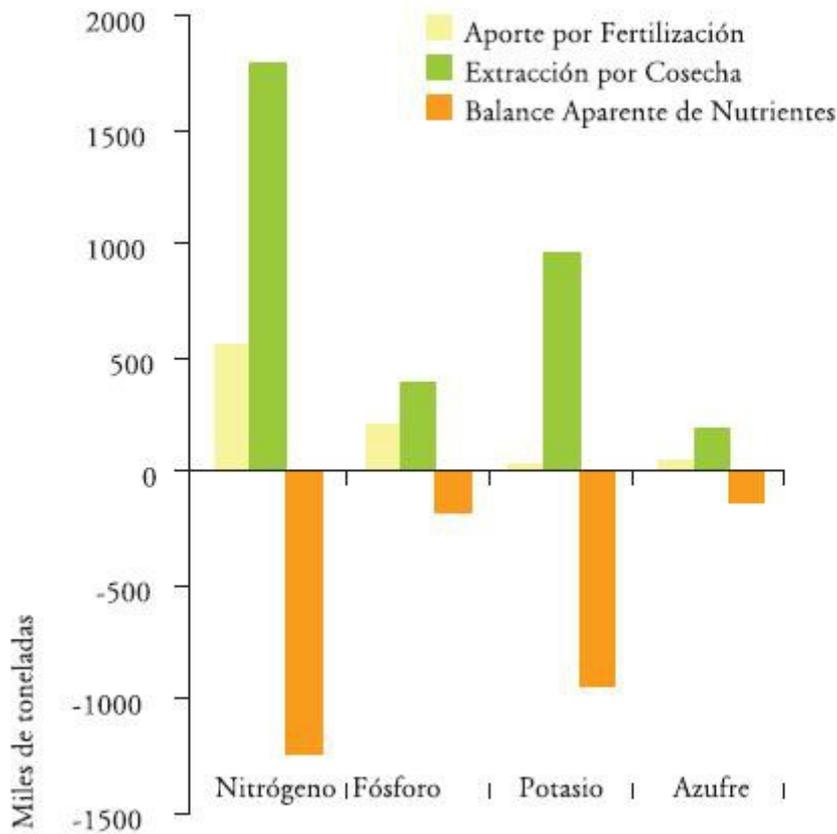
Figura 4. Superficies de tierras cultivadas y fertilizadas para los principales cultivos de granos de la región (2002-2003)



Fuente: Elaborado con datos provenientes de SAGPyA (2005) y FAO (2004).

Los fertilizantes de mayor demanda han sido los que aportan macronutrientes, entre ellos el nitrógeno y el fósforo. El balance de nutrientes para los agroecosistemas de la región se presenta como la diferencia entre los aportes por fertilización y la extracción de nutrientes por la cosecha de los cultivos de maíz, trigo, soja y girasol (Figura 5). En esta aproximación se desestimaron las posibles fugas de los agroecosistemas, tales como lixiviación, volatilización, desnitrificación, erosión, como así también las entradas por fijación de nitrógeno atmosférico. Sin embargo, la extracción anual de nutrientes por cosecha fue solo compensada por el aporte de la fertilización, en una proporción del 31, 53, 1 y 27% de reposición para el nitrógeno, fósforo, potasio y azufre respectivamente. En los casos del fósforo y del potasio, la única vía de reposición de los nutrientes es a través de la fertilización del suelo. Por este motivo, la superficie de suelos con deficiencias en los contenidos de fósforo disponible para los cultivos de la región se ha incrementado.

Figura 5. Aportes, extracciones y balances de nutrientes para la región pampeana

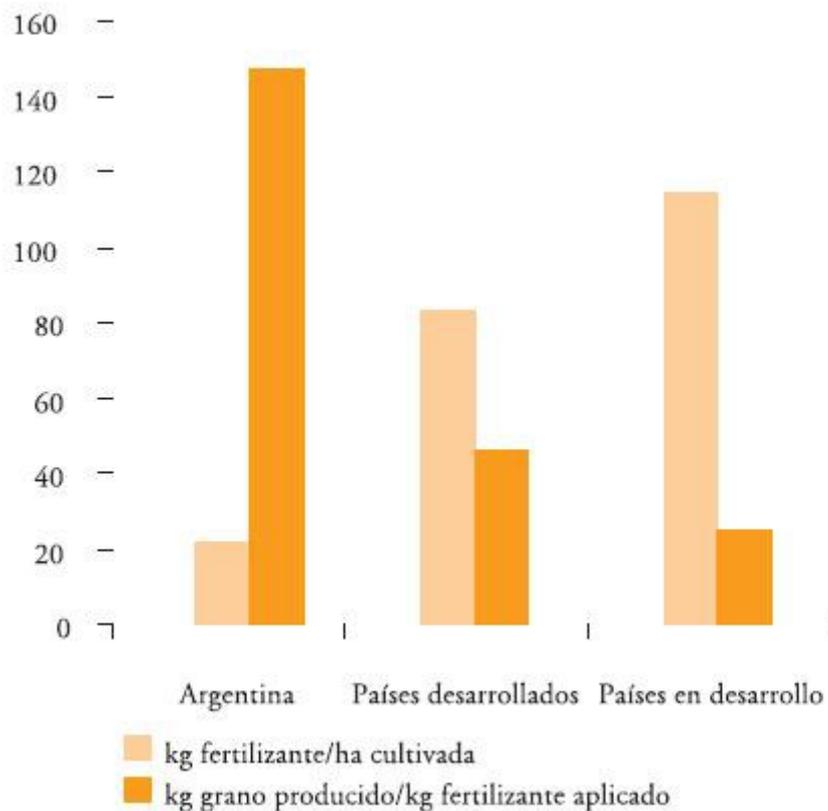


Fuente: SAGPyA 2006-2007.

A modo de ejemplo, se plantea el costo de mantenimiento de la fertilidad por la pérdida de fósforo de los suelos. El costo de la reposición del fósforo para equilibrar el balance de la extracción de los cultivos de la campaña 2006-2007 ha sido de 867 millones de dólares según los precios de los fertilizantes de mayo 2008 (4765 dólares por tonelada de fósforo). Estos costos de reposición se han incrementado abruptamente comparados con el promedio de la década del '90. En ese período, el costo de reposición promedio era de 162 millones de dólares por año, 435% menores que en la actualidad. Esto merece una clara discusión. A pesar que el consumo de fertilizantes ha aumentado, los balances de fósforo en la actualidad son más negativos, debido a la mayor extracción del nutriente por la mayor producción de granos (Figura 1). Además, debe considerarse que el precio actual del fertilizante fosforado es 3,5 veces superior al registrado al inicio de la década actual. Este simple análisis nos lleva a reflexionar que el costo de equilibrar al balance de nutrientes en la región pampeana es cada vez más oneroso. Por ende, los nutrientes que han sido exportados durante el período de "agriculturización" de la región llevan a una encubierta descapitalización del suelo, siendo relevante este recurso natural para generar esquemas de desarrollo sustentables.

No sólo se necesita aplicar fertilizantes para hacer sustentables a los agroecosistemas, sino también aumentar la eficiencia en el uso de los mismos. Si bien la Argentina ha tenido bajo consumo de fertilizantes respecto de otros países, la eficiencia aparente de uso (kg grano/kg fertilizante aplicado) ha sido adecuada (Figura 6).

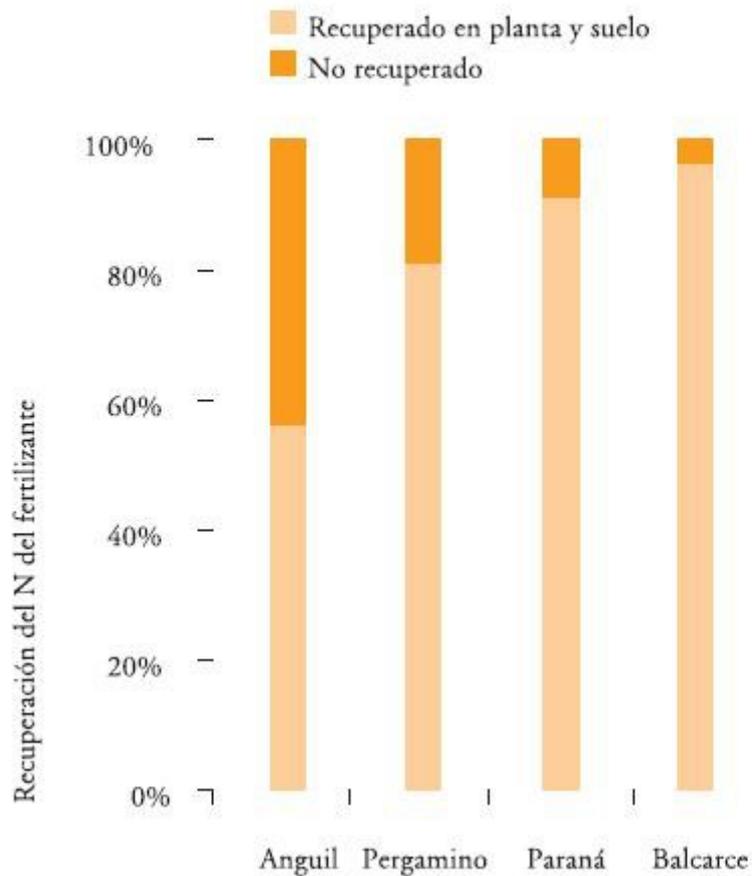
Figura 6. Consumo de fertilizante (fertilizante/ha) y eficiencia aparente de uso (kg grano producido/kg fertilizante aplicado).



Fuente: Elaborado a partir de datos de FAO (2004).

Otro tipo de eficiencias de uso, tales como la eficiencia de recuperación del fertilizante, indican indirectamente cuánto del mismo no es aprovechado por el cultivo. Para el caso del trigo, ha sido observado que el nitrógeno no recuperado en el sistema oscilaron entre el 8-45% según los diferentes suelos de la región (Figura 7).

Figura 7. Recuperación y pérdidas del nitrógeno del fertilizante para suelos de diferentes localidades de la región.



Fuente: Elaborado a partir de Echeverría y Videla (1998).

El impacto ambiental del uso de fertilizantes implica riesgos en su utilización. En el orden global, todos los fertilizantes aplicados que no son recuperados por los cultivos y/o suelo, pueden difundirse a la atmósfera o en los cursos de agua. Para el caso de los nutrientes móviles como el nitrógeno y el azufre, las vías de fuga de los agroecosistemas son de mayor relevancia que para los nutrientes poco móviles como el fósforo. Para los nutrientes móviles, los procesos relacionados con las pérdidas son la lixiviación hacia las napas subsuperficiales. Uno de los gases de efecto invernadero (GEI) más peligroso es el óxido nítrico, cuya emisión producida por la fertilización nitrogenada si bien es escasa debe contemplarse. Este gas posee un potencial de producción de calentamiento global unas 296 veces mayor que el CO<sub>2</sub>. Para el caso del fósforo las vías de pérdida son a través de los procesos de transporte tales como el escurrimiento del agua y la erosión de partículas del suelo.

Agudizar el análisis de las posibles estrategias de fertilización permite aumentar las eficiencias de uso de los fertilizantes. Esto es posible a través de diversas alternativas, tales como el diagnóstico de la fertilidad de suelos, la predicción de la respuesta a la fertilización de los cultivos y la adopción de diferentes tecnologías de fertilización. Estas últimas, contemplan el momento, dosis, ubicación y tipo de fertilizantes. También es de interés considerar la nutrición no solo del cultivo implantado, sino también de la misma dentro de la rotación de los cultivos, como además los programas de fertilización balanceados de nutrientes que posibiliten una nutrición equilibrada de los cultivos.

Por otro lado, los avances en sistemas de geoposicionamiento global (GPS), sistemas de información geográfica (SIG), y la adecuación de la informática a la maquinaria agrícola, tales como monitores de rendimientos, permiten el manejo localizado de los nutrientes dentro de un lote de producción (manejo sitio-específico de la fertilización). Esta tecnología caracteriza e identifica la heterogeneidad de los ambientes intra-lote y dosifica los fertilizantes según las necesidades diferenciales de los cultivos. incrementando la eficiencia de uso del fertilizante.

Por todo lo expuesto, es necesario dar pautas para concientizar a los distintos sectores involucrados en el proceso productivo acerca del manejo sustentable del suelo, recurso no renovable. Para generar esquemas de desarrollo que permitan compatibilizar la rentabilidad económica y la conservación del medio ambiente debe tenerse en cuenta la reposición de los nutrientes y el manejo de estrategias de fertilización que mejoren la eficiencia de uso de los fertilizantes. Como también, contemplar la inclusión de prácticas de manejo de la fertilidad del suelo que incluyan tácticas de renovación natural de los nutrientes, tales como la incorporación de leguminosas en la rotación con praderas, abonos verdes y cultivos de cobertura y el uso de biofertilizantes.

¡Qué caro... cosechar nutrientes!. Si, pero cuanto antes los repongamos, mejor.

## Referencias bibliográficas

CIFA: [www.ciafa.org.ar/](http://www.ciafa.org.ar/)

Chagas, C.I.; Lavado, R.S.; Revilla, C.A., y Macias, G.J. (1999), "Movimiento superficial de fósforo en suelos de pampa ondulada". *Ciencia del Suelo* 17: 46-53.

Echeverría, H.E.; Videla, C.C. (1998), "Eficiencia fisiológica y de utilización de nitrógeno en trigo en la Región Pampeana Argentina". *Ciencia del Suelo* 16: 83-87

FAO: [www.fao.org/index\\_ES.htm](http://www.fao.org/index_ES.htm)

Flores, C.C.; Sarandón, S.J. (2003), "¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El análisis económico convencional y el costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina". *Revista de la Facultad de Agronomía La Plata* 105 (1): 52-67.

SAGPyA: [www.sagpya.mecon.gov.ar/](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/)

Urricariet, S.; Lavado, R.S. (1999), "Indicadores de deterioro en suelos de la Pampa Ondulada". *Ciencia del Suelo* 17(1):37-44.

Zubillaga, M.M. y Urricariet, S. (2007), "Caracterización de la variabilidad en la fertilidad de los suelos según la tecnología de la fertilización". En: *Tecnología de la fertilización de cultivos extensivos*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA, págs. 119-133.

Zubillaga, M.M.. (2007), "Pautas para la elección del momento de la fertilización de cultivos extensivos". En: *Tecnología de la fertilización de cultivos extensivos*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA. págs. 101-118.

Zubillaga, M.S.; Rimski-Korsakov, H. (2007), "Reacciones y efectos de las fuentes de nutrientes sobre el agroecosistema". En: *Tecnología de la fertilización de cultivos extensivos*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA. págs. 69-99.