



El balance de nutrientes en la Provincia de La Pampa y sus implicancias económicas

Daniel H. Iglesias*

Facultad de Agronomía, INTA Anguil, Universidad Nacional de La Pampa. CC N°300. 6300 Sta. Rosa (LP), Argentina
dhiglesi@coseganet.com.ar

Norberto Luis Zanotti

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. CC N°300. 6300 Sta. Rosa (LP), Argentina
zanotti@agro.unlpam.edu.ar

Gabriela Iturrioz

Facultad de Agronomía, INTA Anguil, Universidad Nacional de La Pampa. CC N°300. 6300 Sta. Rosa (LP), Argentina
iturriozgabi@gmail.com

Enrique Álvarez Costa

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. CC N°300. 6300 Sta. Rosa (LP), Argentina
alvarezcosta@rnonline.com.ar

Héctor D`adam

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. CC N°300. 6300 Sta. Rosa (LP), Argentina
hjdadam@cpenet.com.ar

Knut Wiedenhöfer

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. CC N°300. 6300 Sta. Rosa (LP), Argentina
kanutow@infovia.com.ar

Juan José Vasallo

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. CC N°300. 6300 Sta. Rosa (LP), Argentina
jvasallo@nidera.com.ar

Fecha de recepción: 29/07/2007. Fecha de aceptación: 13/07/2008

* Autor de contacto.



Resumen

La provincia de La Pampa registra una intensificación de la agricultura con una apreciación del deterioro ambiental que merece ser analizada y evaluada económicamente. La falta de información económico-ambiental no permite dimensionar y posicionar esta problemática en su real magnitud. Se estimó el balance de nutrientes y su cuantificación económica, para trigo, maíz, girasol y soja. La extracción alcanzó valores de 21 millones de dólares, el 15% del valor de la producción. Los departamentos Chapaleufú, Maracó y Atreucó, concentraron el 46% del total del costo de reposición. La soja representó el 50% del costo de reposición total, el girasol 22%, el trigo 16% y el maíz 12%. Se presentó una gestión ambiental negativa con marcadas diferencias entre departamentos y cultivos considerados.

Palabras clave: Deterioro ambiental, intensificación agrícola, costo de reposición, balance de nutrientes, gestión ambiental.

Abstract

La Pampa province experienced an intensification of cropping that brought about environmental deterioration that deserves to be analyzed and evaluated from an economical point of view. The lack of economic-environmental information doesn't allow to evaluate and to position this problem in its real magnitude. The nutrient balance for Wheat, Corn, Sunflower and Soybean was considered and economically quantified. The extraction reached values of 21 Million dollars, 15% of the production value. Chapaleufú, Maracó and Atreucó counties, concentrated 46% of the total reinstatement cost. Soybean represented 50% of the cost of total reinstatement, Sunflower 22%, Wheat 16% and Corn 12%, respectively. A negative environmental administration is presented with marked differences between districts and considered crops.

Key words: Environmental deterioration, crop intensification, reinstatement costs, nutrient balance, environmental management.

Introducción

La conservación y protección del ambiente y los recursos naturales es de particular relevancia por su potencialidad para satisfacer las necesidades materiales y no materiales de la población actual y futura. Por ello, se deben promover sistemas de uso que resulten compatibles con el mantenimiento de la capacidad regenerativa de los recursos y la preservación de los procesos ecológicos esenciales.

Más allá de que la conservación del ambiente y los recursos naturales conforma un valor ético que es necesario incorporar a una sociedad civilizada, no debe subestimarse el beneficio económico y comercial que deriva de la conservación de los bienes y servicios naturales.

La valoración económica del ambiente puede servir para señalar cambios en la dotación de recursos ambientales -su escasez relativa o absoluta-; como medio de facilitar la toma de decisiones en materia de manejo y de guía para la aplicación de políticas públicas; la aplicación de impuestos, asignación de subsidios o la decisión de gastar en

conservación de recursos, requieren de una adecuada valoración de costos y/o beneficios ambientales a alcanzar (Tomasini 2001).

La reacción natural para compensar la pérdida de la producción agrícola suele ser el avance sobre tierras marginales, lo que a menudo provoca problemas de rápida degradación y desertificación. Un estudio de Bridges & Oldeman (1999) demuestra que el 40% de las tierras cultivables y de pastoreo del mundo esta degradada en distintos grados. Lo que nos habla del dilema de la revolución verde y de la agricultura sustentable dos paradigmas con razones validas para tomarlos; pero planteándose cual es el costo ambiental para satisfacer la demanda de alimentos del mundo sin llegar al colapso ecológico. En el contexto actual, la intensificación agrícola parece ser un camino sin retorno para las economías agro exportadoras (como la Argentina), en su articulación comercial con el mundo, utilizando paquetes tecnológicos de agricultura de altos insumos, que entran en forma agresiva (ciega) sin evaluar antes su impacto potencial sobre el ambiente.



Viglizzo et al. (2002) en su trabajo sobre la sustentabilidad del agro pampeano muestra una tendencia hacia un modelo más intensivo del uso de la tierra y aplicación de tecnologías (más similar a modelos de producción de países de agricultura intensiva); muestra un patrón geográfico de deterioro ambiental que comienza desde la pampa ondulada y se proyecta hacia la pampa central subhúmeda, con regiones problema que merecen ser analizadas en detalle para identificar líneas de política ambiental y de investigación.

Puesto que casi todas las externalidades ambientales tienen una dimensión espacial, sería tentador considerar fundamentalmente toda la contaminación como un problema del uso de los suelos; sin embargo muchos problemas contemporáneos del uso de suelos no están relacionados con la contaminación, más bien, estos se deben a la utilización de los seres humanos de territorios que sustancialmente reducen o destruyen su valor ambiental (Field 1995).

El enfoque neoinstitucional tiene fundamental importancia para las decisiones medioambientales y el marco teórico de análisis para estudiarlas. Los economistas ambientales atribuyen a menudo la ausencia de intervenciones de política ambientales por falta de información, sobre todo falta de información sobre los valores monetarios de beneficios medioambientales. El enfoque neoinstitucional presta atención a, cómo la interdependencia crea conflictos medioambientales y problemas en la ausencia de derechos claros. Esto nos recuerda que la definición de derechos medioambiental no es un ejercicio de optimización y que por esta razón la valoración de beneficios medioambientales no va a ser una panacea para la protección del ambiente.

El enfoque neoinstitucional sugiere que debe prestarse más atención a los procesos y procedimientos en la toma de decisiones medioambiental, en orden de garantizar el aprendizaje adecuado y una justa representación de las partes afectadas y

legitimación de las decisiones medioambientales (Paavola & Adger 2005).

Cuando nos referimos a un sistema de producción sustentable, un aspecto importante a tener en cuenta es el vinculado a la nutrición mineral de los cultivos que integran una rotación y a la reposición de los nutrientes extraídos por los mismos del suelo. El requerimiento nutricional de un cultivo puede resumirse como la cantidad de nutrientes necesarios para el adecuado desarrollo del mismo y la extracción o exportación de nutrientes como la cantidad de nutrientes extraídos o exportados del suelo por los granos producidos. Oliverio et al. (2004), enfatiza la necesidad de desarrollar programas de Investigación aplicada en conjunto con Universidades, Estaciones Experimentales etc., y de extensión en el ámbito de los productores, que promuevan el correcto uso de los fertilizantes, y registrar un monitoreo permanente de la situación de fertilidad de las distintas zonas de producción.

Fernández (2001) presenta evidencias de que las actividades agropecuarias tienen efectos ambientales medibles y significativos sobre el planeta, y que no se trata de proyecciones inciertas o alarmistas, sino de fenómenos que ya están ocurriendo. Por ejemplo algo aparentemente tan "limpio" como un fertilizante nitrogenado si no es bien manejado puede provocar cambios muy lentos de revertir en el suelo que se aplica en ecosistemas más alejados (aguas abajo) o en la atmósfera.

Cervio (2001) destaca que es conveniente considerar las prácticas agrícolas no solo en términos técnicos y de mejoramiento productivo; el asesoramiento que los profesionales agrónomos realizan tiene consecuencias sobre el medioambiente, tanto en sentido restringido como en sentido amplio; al análisis común de costo-beneficio hay que añadir el análisis de costo-beneficio ambiental.

Sobre la contaminación en suelos, Giuffré & Ratto (2001) se refieren a aquellos efectos en suelos agrícolas causados por fenómenos naturales o antrópicos; las empresas agrícolas deberían tener en cuenta sistemas



de gestión ambiental que aseguren el mantenimiento ecológico de este capital natural. Un estudio llevado a cabo por la asociación civil Fertilizar mostró recientemente cuál es la situación en los tres principales nutrientes de los suelos a nivel nacional y nos muestra simplemente el peligro de que nuestros campos cada vez produzcan menos. En la última campaña se fertilizó con un 27/30% del nitrógeno (N) que luego extrajo la cosecha, con el 37% a 40% de fósforo (P) y un simbólico 10% para el azufre (S).

En Argentina, estimaciones para la campaña 2003/04 indicaron balances de nutrientes negativos para los sistemas de producción de granos. Los niveles de reposición de los nutrientes extraídos en los cuatro cultivos principales de grano (trigo, maíz, soja y girasol) fueron del orden del 30% para nitrógeno, 40% para fósforo, menos del 2% para potasio y del 15% para azufre. Obviamente, a nivel de lote, los balances de nutrientes varían de acuerdo a los rendimientos de los cultivos y a las estrategias de fertilización realizadas por el productor.

La producción de cultivos anuales creció a una tasa del 7% en la última década (1990-2000) por incrementos del área sembrada y de rendimientos. Una importante fracción de la superficie sembrada proviene de la expansión del doble cultivo y de la reasignación del uso de la tierra entre ganadería y agricultura, fundamentalmente en áreas marginales de la región pampeana (Reca & Parellada 2001).

Procesos como la agriculturización, el aumento de los niveles productivos, el concepto de cortoplacismo económico para la toma de decisiones, han sido algunas de las causales de la degradación edáfica regional, entre ellas la anteriormente citada.

Si bien el proceso descrito se opone al concepto de sustentabilidad desarrollado en las últimas décadas, Spedding (1995) afirma que mientras haya producción no habrá sustentabilidad, lo que sí existe son trayectorias más o menos sustentables. Lee (1993) sostiene que la sustentabilidad debe

ser una meta deseable, no para ser alcanzada en su totalidad, sino para guiar una acción constructiva, apuntando a ella sin la esperanza de alcanzarla. Por otro lado Harte (1995), afirmó que la agricultura sustentable requiere mantener el capital natural.

Algunos autores han considerado que el balance de nutrientes puede ser una herramienta útil para evaluar prácticas sustentables de agricultura (Smaling & Fresco 1993; Koning et al. 1997; Brindabran et al. 2000; Stoorvogel 2000). De acuerdo a lo descrito, la exportación a través de la producción es uno de los términos de mayor peso en el balance de estos elementos.

Los cultivos de cosecha provocan una extracción relevante de nutrientes edáficos, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio que son exportados del sistema a través del grano producido. La magnitud de esta extracción depende del cultivo y los rendimientos considerados.

Zanotti & Buschiazzo (1997) estimaron para la provincia de La Pampa que el consumo atribuible a los cultivos representaba apenas 35% para el N y el 41% para el P de las pérdidas totales de dichos nutrientes minerales, correspondiendo el resto a otros fenómenos, principalmente a la erosión sufrida durante algo más de ocho décadas.

Son numerosos los autores (Viglizzo & Roberto 1991; Benintende & Benintende 1995; Berardó 1996; Darwich 1996; Díaz-Zorita 1998; Montoya et al. 1999) que convencidos de que los suelos empobrecidos comprometen la sostenibilidad de los sistemas de producción coinciden en proponer como herramientas tecnológicas correctoras la restitución de nutrientes.

La restitución de nutrientes adecuada a las necesidades del cultivo y a las condiciones del suelo puede mejorar el uso eficiente de los mismos en forma compatible con la protección ambiental (Roberts 1996).

Sí bien la extracción de los nutrientes es parcialmente repuesta por procesos que ocurren en el mismo suelo, la dotación original va reduciéndose campaña tras campaña, por lo que la extracción neta es



irreversible y deberá tarde o temprano restituirse para no comprometer la potencialidad productiva del recurso suelo. Esta restitución implicara en algún momento un costo en fertilizantes que debería ser restado de los ingresos obtenidos en cada campaña agrícola (Zanotti & Buschiazzi 1997).

La intensificación de la agricultura en su avance hacia zonas marginales muestran tendencias de deterioro del balance de nutrientes en la provincia de La Pampa, que merecen ser analizadas y evaluadas económicamente. Por lo que la falta de información económico-ambiental no permite dimensionar y posicionar esta problemática en su real magnitud y contribuir al diseño de políticas tendientes a atenuar la problemática ambiental.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar los resultados económico-ambientales del Balance Parcial de Nutrientes en el sector agropecuario pampeano, (N y P de los principales cultivos agrícolas y su costo de reposición).

Materiales y métodos

La importancia de estimar el balance de nutrientes, ya sea a nivel país o región o a nivel de lote, radica en que los balances negativos (aplicar menos nutrientes de los que se extraen con los granos y/o forrajes), disminuyen la fertilidad de los suelos afectando la productividad y rentabilidad del sistema y degradando el recurso suelo (García 2005; Cordone & Martínez 2005).

El balance de nutrientes es la diferencia entre la cantidad de nutrientes que ingresan y que egresan de un sistema definido en el espacio y en el tiempo (García 2005); esta definición permite estimar balances nutricionales de un lote / empresa / región en una campaña agrícola a partir de los nutrientes que egresan del suelo en los granos y forrajes cosechados, en los productos animales y otros productos que son transferidos a otra empresa / región.

Diferentes autores hablan sobre la utilización del concepto del balance de nutrientes como indicador de sustentabilidad agrícola (Koning et al. 1997; Brindabran et al. 2000; Stoorvogel 2000) aspecto que requiere de evaluaciones complejas. Los intentos de modelización encontrados en la literatura en general consideran cuatro fuentes de ganancia (*fertilizantes de síntesis, abonos orgánicos, deposición atmosférica y sedimentación*) a excepción del balance de N, donde debe adicionarse la fijación biológica, y cinco fuentes de pérdida (productos cosechados, remoción de residuos de cosecha, lavado, pérdidas gaseosas y erosión).

Si nos referimos a estos modelos, su cálculo resulta complejo, especialmente a nivel regional, y aún más si consideramos que el concepto de balances de nutrientes se amplía en el tiempo cuando se considera una rotación determinada que incluye más de un cultivo o un ciclo agrícola; por otra parte, la dinámica de los nutrientes en el sistema suelo-planta implica transformaciones que en muchas ocasiones exceden el período de crecimiento de un cultivo, por ejemplo la residualidad de fósforo.

En este trabajo se utilizó una metodología simplificada del balance de nutrientes, tomando en cuenta solamente la extracción por la producción de granos y la reposición por la fertilización realizada, referido a los principales cultivos agrícolas (trigo, girasol, maíz y soja) en la región.

Para la cuantificación del balance de nutrientes de la agricultura pampeana, se utilizaron estadísticas de producción de granos del Registro de Producción Agropecuaria de la Provincia de La Pampa (REPAGRO) 2004/05, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y alimentación (SAGPyA), Censo Nacional Agropecuario (CNA) 1988 y 2002.

Para la estimación de egresos de nutrientes de los diferentes cultivos, se utilizó la Planilla de cálculos "CalReq" (estimación de requerimientos Nutricionales de cultivos de granos y forrajeros) de INPOFOS Cono Sur (Oficina regional para el cono sur del Potash



& Phosphate Institute y el Potash & Phosphate Institute of Canada).

Cabe destacar la considerable diferencia de exportación de nutrientes básicos por unidad de peso de grano, originada por los diferentes cultivos de difusión en la región en estudio. El cultivo de soja duplica, aproximadamente, la concentración de estos elementos en trigo y girasol, quienes a su vez duplican la concentración en maíz.

El cálculo económico del costo de reposición de nutrientes, se realizó a precios de mercado de los fertilizantes más usados en la zona: Urea (1.082,96 \$/t) y Fosfato Diamónico (1.284,92 \$/t); los mismos son precios promedios 2004, constantes a Junio de 2006.

Estos valores de los fertilizantes se llevaron a toneladas puras de N y P, obteniéndose para la tonelada de N (Eq. Urea) \$ 2.354,24 y la tonelada de P (Eq. PDA) \$ 2.007,54. Considerando que la tonelada de Urea posee 46 % en peso de Nitrógeno; la tonelada de Fosfato Diamónico 18 % de Nitrógeno y 21 % de Fósforo

Los datos de producción de los diferentes cultivos se analizaron por departamento, calculando la extracción de N y P y su correspondiente valor económico, de esta manera se obtuvo la incidencia a nivel región y por cada cultivo analizado.

Resultados y discusión

En base a datos del CNA 1988/2002 se observa el incremento para La Pampa de más de 366.000 ha de los cuatro principales cultivos agrícolas (trigo, maíz, girasol y soja). Especialmente los cultivos de oleaginosas se han transformado en un "agronegocio" muy dinámico, con más de 264.000 ha de incremento en el mismo período.

Como puede observarse en las tablas A.1 a A.5 del anexo, la extracción anual de nitrógeno en la Provincia de La Pampa asciende a 24.395 toneladas, siendo extraída más de la mitad (el 51%) en la cosecha de soja. La extracción de fósforo es bastante menor, apenas unas 3.578 toneladas

anuales, de las cuales el 39% (1.399 t) se extraen nuevamente durante la cosecha del cultivo de soja. Es sorprendente la alta capacidad de extracción de nutrientes que presenta esta oleaginosa (véase Tabla A.4 en anexo), que apenas ocupa el 19% de la superficie cultivable de la provincia (186.739 ha).

Es importante señalar, como puede observarse en la figura 1, que este cultivo se encuentra localizado en la franja nororiental de la provincia, ocupando la superficie de doce departamentos, pero con mayor incidencia económica sólo en tres de ellos.

Si a los valores anteriormente expuestos, se le agregan los generados por la otra oleaginosa importante en La Pampa (girasol), la cual ocupa el 28% de la superficie cultivable de la provincia (274.788 ha), se observa que entre ambas extraen el 73% del total de nitrógeno. Algo similar ocurre en la extracción de fósforo, entre las dos oleaginosas extraen el 64% del P consumido en el ciclo del cultivo.

En cuanto a girasol, cinco departamentos concentran el 68% del costo de restitución para esta oleaginosa. En este caso, la mayor incidencia la presenta Atreucó en la zona centro-este, observándose un corrimiento hacia el sur de la zona núcleo de extracción de macro nutrientes (véase Tabla 1 y Tabla A.3 en anexo). Este cultivo extrae el 22% del N y el 25% del P del total de extracción.

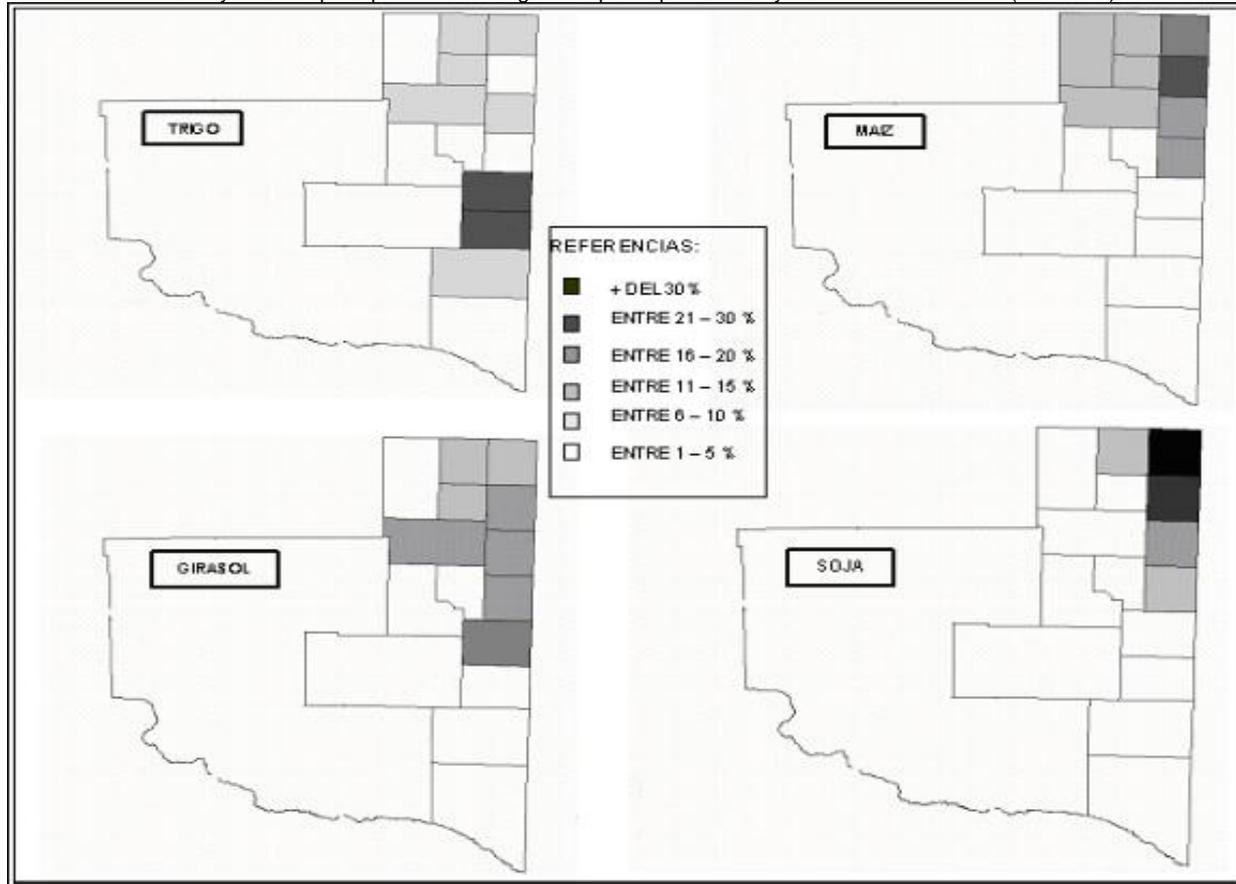
Tabla 1. Costo Reposición de Nutrientes según cultivo por departamento

Departamento	Trigo	Maíz	Girasol	Soja
Atreucó	20%		18%	
Guatraché	18%			
Hucal	8%			
Trenel	7%			
Realicó	6%			9%
Chapaleufú	6%	16%		35%
Catriló		11%	12%	
Conhelo			12%	
Q. Quemú		13%	14%	12%
Maracó		26%	12%	21%
Total La Pampa	65%	66%	68%	77%

Fuente: Elaboración propia



Figura 1. Extracción de N y P de los principales cultivos agrícolas por departamento y su costo de restitución (Año 2004)



Fuente: Elaboración propia

El trigo se encuentra más distribuido debido a las condiciones agro ecológicas favorables para su cultivo. Para el año 2004, llegó a ocupar algo más del 30% de la superficie cultivable provincial (297.964 ha), con mayor presencia en los departamentos Guatraché, Hucal y Atreucó. Con el 46 % de incidencia en el costo de reposición de macro nutrientes (fósforo y nitrógeno) (véase Tabla A.1 en anexo). La extracción que realiza este cultivo para N es del 15% y la de P del 20% del total de extracción.

El maíz, ocupa solamente el 13% de la superficie cultivable, siendo responsable el departamento Maracó de más del 25% de la extracción de N y P. Dentro del total de cultivos, la extracción de N es del 11% y la de P es del 16% del total (véase Tabla A.2 en anexo).

La reposición de nutrientes a través de fertilizantes en la Provincia de La Pampa de

acuerdo al CNA 2002 cubre una mayor superficie para los cereales (trigo 42% y maíz 41%), que para las oleaginosas (girasol 23% y soja 21%).

Conclusiones

No se desconoce, por cierto, que la reposición de nutrientes minerales de ninguna manera compensa la pérdida de materia orgánica y de estructura del suelo. Tampoco se ignora la relevancia que podrá eventualmente adquirir con el tiempo la necesidad de reposición de otros nutrientes además de los aquí considerados. Aún así, el costo actual de restitución de los macronutrientes primarios (N y P) para la provincia de La Pampa es de una magnitud considerable.

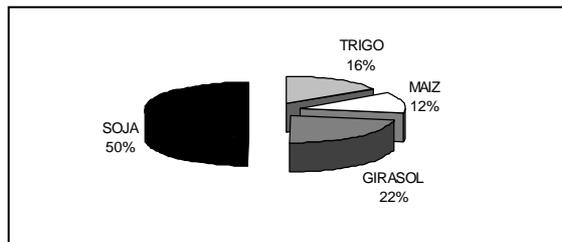
La extracción de nutrientes, en los cuatro cultivos evaluados alcanza valores de 3.578 t



de P y 24.400 t de N, representando más de 21 millones de dólares, equivalente al 15% del valor de la producción de los cuatro cultivos a precios 2004.

El cultivo de soja representa el 50% del costo de reposición total, siguiéndole girasol, trigo y maíz (véase Figura 2).

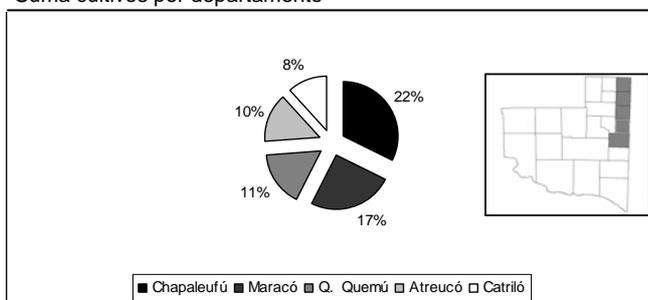
Figura 2. Costo de reposición por cultivo Provincia La Pampa



Fuente: Elaboración propia

Los Departamentos de Chapaleufú, Maracó, Quemu Quemu, Atreucó y Catrilló, representan casi un 70% del total del costo de reposición (véase Figura 3).

Figura 3. Concentración costo restitución nutrientes (en \$). Suma cultivos por departamento



Fuente: Elaboración propia

La situación se agrava si tenemos en cuenta que solamente se repone a través de fertilizantes el 20% del N y el 64% del P total extraído.

Sin tener en cuenta la exportación de otros nutrientes y el deterioro del suelo por otros factores como la erosión, pérdida de materia orgánica, etc., podemos concluir que el agro pampeano presenta una gestión ambiental negativa, existiendo marcadas diferencias económico-ambientales entre las diferentes regiones y cultivos considerados.

REFERENCIAS

- Benintende, S. & M. Benintende. 1995. Biomasa microbiana en praderas; en rotaciones ganadero-agrícolas fertilizadas con fósforo. INRA RIA 26: 93-99.
- Berardó A. 1996. La fertilización fosfatada y nitrogenada de las pasturas y sus efectos en distintos sistemas de producción. CPIA-SRA. 3º seminario de actualización técnica "Fertilización en cultivos extensivos y forrajeras".
- Bindraban, P. S., Stoorvogel, J. J., Jansen, D. M., Vlaming, J. & J. J. R. Groot. 2000. Land quality indicators for sustainable land management: proposed method for yield gap and soil nutrient balance. *Agriculture, Ecosystem & Environment* Vol. 81: 103-112.
- Bridges, E. M. & L. R. Oldeman. 1999. Global Assessment of Human-Induced soil Degradations. *Arid Land Research and Management* Vol. 13, No. 4: 319-325.
- Censo Nacional Agropecuario (CNA) 1988. INDEC. Argentina.
- Censo Nacional Agropecuario (CNA) 2002. INDEC. Argentina.
- Cervio, V. 2001. Los recursos no son tan naturales. En: *Impacto Ambiental en Agroecosistemas*. Giuffre, L. (coord). Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Cordone & Martínez. 2005. Balance de nutrientes y necesidades de fertilización del cultivo de trigo. Trabajo presentado en la 1a. Jornada de Trigo de la Región Centro. Organizada por la Bolsa de Cereales de Córdoba, Bolsa de Comercio de Rosario, Bolsa de Cereales de Entere Ríos y Bolsa de Comercio de Santa Fe. Córdoba, Argentina.
- Darwich, N. 1996. La fertilización de Maíz bajo riego. CPIA-SRA. 3º seminario de actualización técnica "Fertilización en cultivos extensivos y forrajeras".
- Díaz-Zorita, M. 1998. Producción de carne bajo pastoreo en Argentina: ¿es una práctica sostenible? AAPA 22 Congreso de Producción animal. Sustentabilidad de los sistemas mixtos agrícolas ganaderos. Río Cuarto. Córdoba. Argentina.
- Field, B. C. 1995. *Economía Ambiental: Una introducción*. Cano L. (tr). Santa Fé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana S. A.
- Fernández, R. J. 2001. Impacto global de las actividades agropecuarias. En: *Impacto Ambiental en Agroecosistemas*. Giuffre, L. (coord). Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- García, F. O. 2005. Balance de nutrientes y necesidades de fertilización del cultivo de trigo. Presentado en la 1a Jornada de Trigo de la Región Centro. Bolsa de Cereales de Córdoba, Bolsa de Comercio de Rosario, Bolsa de Cereales de Entere Ríos y Bolsa de Comercio de Santa Fe. Córdoba, Argentina. 30-31 marzo 2005. INPOFOS Cono Sur.



- Giuffre, L. & S. Ratto. 2001. Contaminación de suelos. En: Impacto Ambiental en Agroecosistemas. Giuffre, L. (coor). Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Harte, M. J. 1995. Ecology, sustainability, and environment as capital. *Ecological Economics* Vol. 15: No. 2: 157-164.
- INPOFOS Cono Sur. 2006. Oficina regional para el cono sur del Potash & Phosphate Institute (PPI) y el Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC).
- Koning, G. H, P. J. Van de Kop & L. O. Fresco. 1997. Estimates of subnational nutrient balances as sustainability indicators for agro-ecosystems in Ecuador. *Agriculture, Ecosystems & Environment* Vol. 65: 127-139.
- Lee, K. 1993. Greed, scale mismatch, and learning. *Ecological Applications*. Vol. 3, No. 4: 560.
- Montoya, J., Bono, E., Suárez, A. Babinec, F. & N. Darwich. 1999. Disminución del Fósforo asimilable en La Pampa. INTA Proy. Fertilizar. *Revista Fertilizar* No. 14: 27-28.
- Oliverio, G., Segovia, F. & G. López. 2004. Fertilizantes para una Argentina de 100 millones de toneladas. Buenos Aires, Argentina: Fundación Producir Conservando.
- Paavola, J. & W. N. Adger. 2005. Institutional Ecological Economics. *Ecological Economics* Vol. 53, No. 3: 353-368.
- Reca, L. & G. Parellada. 2001. El Sector Agropecuario Argentino: Aspectos de su evolución, razones de su crecimiento reciente y posibilidades futuras. Facultad Agronomía Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- REPAGRO. 2005. Registro de Producción Agropecuaria de la Provincia de La Pampa 2004/05. Dirección General de Estadísticas y Censos. Gobierno de La Pampa.
- Roberts, T. 1996. Fertilidad del suelo: comportamiento y dinámica de los nutrientes. CPIA-SRA. 3º seminario de actualización técnica "Fertilización en cultivos extensivos y forrajeras".
- SAGPyA. 2005. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Ministerio de Economía y Producción. Argentina.
- Smaling, E. M. & L. O. Fresco. 1993. A decision-support model for monitoring nutrient balances under agricultural land use (NUTMON). *Geoderma* Vol. 60, No. 1-4: 235-256.
- Spedding, C. R. 1995. Sustainability in animal production systems. *Animal Science* Vol. 61, No. 1-8.
- Stoorvogel, J. J. 2000. Land Quality Indicators for Sustainable Land Management. Disponible en: www.ciesin.org/lw-kmn/mbguid2.html.
- Tomasini, D. 2001. Valoración económica del ambiente. En: Impacto Ambiental en Agroecosistemas. Giuffre, L. (coor). Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Viglizzo, E. & Z. Roberto. 1991. Evolución y tendencia del agroecosistema en la pampa semiárida. CPIA. Boletín año III No. 9: 17-20.
- Viglizzo, E., Pordomingo, A., Castro, M. & A. Lértora. 2002. La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Programa Nacional de Gestión ambiental Agropecuaria. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Zanotti, N. & D. Buschiazzo. 1997. El Suelo: Un cálculo económico de la degradación. INTA CRLPSL. Horizonte Agropecuario, La Pampa.



Anexo

Tabla A.1: Extracción de N y P del cultivo de trigo por departamentos y su costo de restitución (Año 2004)

Departamento	N (t)	P (t)	N (\$)	P (\$)	Total (\$)	%
Atreucó	748	142	1.762.143	284.591	2.046.733	20%
Guatraché	676	128	1.592.505	257.194	1.849.699	18%
Hucal	312	59	735.298	118.753	854.050	8%
Trenel	263	50	618.134	99.830	717.964	7%
Realicó	231	44	543.565	87.787	631.353	6%
Chapaleufú	224	42	526.630	85.052	611.683	6%
Catrilo	193	36	453.209	73.194	526.403	5%
Conhelo	240	45	564.150	91.112	655.262	6%
Quemú Quemú	235	44	553.135	89.333	642.468	6%
Maracó	178	34	419.586	67.764	487.350	5%
Capital	166	31	390.094	63.001	453.095	4%
Utracán	127	24	299.084	48.303	347.387	3%
Rancul	119	22	279.549	45.148	324.696	3%
Toay	30	6	70.741	11.425	82.166	1%
Caleu Caleu	25	5	59.060	9.538	68.598	1%
Total La Pampa	3.766	713	8.866.883	1.432.025	10.298.907	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla A.2: Extracción de N y P del cultivo de maíz por departamentos y su costo de restitución (Año 2004)

Departamento	N (t)	P (t)	N (\$)	P (\$)	Total (\$)	%
Maracó	726	150	1.709.937	301.265	2.011.202	26%
Chapaleufú	443	92	1.043.111	183.780	1.226.892	16%
Quemú Quemú	357	74	840.365	148.059	988.425	13%
Catrilo	308	64	725.375	127.800	853.175	11%
Realicó	175	36	411.642	72.525	484.167	6%
Conhelo	162	34	382.220	67.341	449.561	6%
Atreucó	99	20	232.076	40.888	272.964	4%
Trenel	217	45	510.121	89.876	599.997	8%
Rancul	205	42	483.650	85.212	568.861	7%
Capital	43	9	100.944	17.785	118.729	2%
Loventué	5	1	12.682	2.234	14.916	0%
Toay	4	1	9.982	1.759	11.740	0%
Guatraché	3	1	7.537	1.328	8.865	0%
Utracán	0	0	684	120	804	0%
Hucal	0	0	342	60	402	0%
Total	2.749	568	6.470.669	1.140.033	7.610.701	100%

Fuente: Elaboración propia



Tabla A.3: Extracción de N y P del cultivo de girasol por departamentos y su costo de restitución (Año 2004)

Departamento	N (t)	P (t)	N (\$)	P (\$)	Total (\$)	%
Atreucó	971	162	2.286.773	325.001	2.611.775	18%
Quemú Quemú	728	121	1.713.495	243.526	1.957.021	14%
Conhelo	660	110	1.553.312	220.760	1.774.073	12%
Catrilo	650	108	1.529.661	217.399	1.747.060	12%
Maracó	647	108	1.522.875	216.434	1.739.309	12%
Realicó	449	75	1.057.052	150.231	1.207.283	8%
Chapaleufú	367	61	863.731	122.755	986.487	7%
Trenel	329	55	773.899	109.988	883.887	6%
Rancul	266	44	627.147	89.132	716.278	5%
Capital	207	34	487.079	69.225	556.304	4%
Guataché	58	10	137.152	19.492	156.645	1%
Toay	34	6	80.278	11.409	91.687	1%
Utracán	14	2	32.505	4.620	37.125	0%
Hucal	8	1	18.154	2.580	20.734	0%
Loventué	3	1	7.063	1.004	8.066	0%
Total	5.390	898	12.690.177	1.803.557	14.493.734	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla A.4: Extracción de N y P del cultivo de soja por departamentos y su costo de restitución (Año 2004)

Departamento	N (t)	P (t)	N (\$)	P (\$)	Total (\$)	%
Chapaleufú	4.310	483	10.145.626	968.970	11.114.596	35%
Maracó	2.562	287	6.031.040	576.002	6.607.042	21%
Quemú Quemú	1.447	162	3.406.194	325.313	3.731.507	12%
Realicó	1.151	129	2.710.474	258.867	2.969.341	9%
Catrilo	862	96	2.028.413	193.726	2.222.139	7%
Trenel	634	71	1.492.720	142.564	1.635.284	5%
Atreucó	584	65	1.375.196	131.340	1.506.536	5%
Conhelo	397	44	935.034	89.301	1.024.335	3%
Rancul	390	44	918.973	87.768	1.006.740	3%
Guataché	79	9	185.312	17.698	203.010	1%
Capital	73	8	172.330	16.459	188.789	1%
Utracán	1	0	2.204	210	2.414	0%
Total	12.490	1.399	29.403.516	2.808.218	32.211.734	100

Fuente: Elaboración propia



Tabla A.5: Costo de restitución de N y P por cultivo y departamentos. Año 2004 (en \$)

Departamento	Trigo	Maíz	Girasol	Soja	Total	%
Chapaleufú	642.468	1.226.892	986.487	11.114.596	13.970.442	22%
Maracó	487.350	2.011.202	1.739.309	6.607.042	10.844.903	17%
Quemú Quemú	526.403	988.425	1.957.021	3.731.507	7.203.356	11%
Atreucó	2.046.733	484.167	2.611.775	1.506.536	6.649.211	10%
Catriló	631.353	853.175	1.747.060	2.222.139	5.453.727	8%
Realicó	655.262	599.997	1.207.283	2.969.341	5.431.883	8%
Conhelo	611.683	568.861	1.774.073	1.024.335	3.978.952	6%
Trenel	717.964	449.561	883.887	1.635.284	3.686.696	6%
Rancul	324.696	272.964	716.278	1.006.740	2.320.679	4%
Guatraché	1.849.699	8.865	156.645	203.010	2.218.219	3%
Capital	453.095	118.729	556.304	188.789	1.316.917	2%
Hucal	854.050	402	20.734	-	875.186	1%
Utracán	347.387	804	37.125	2.414	387.730	1%
Toay	82.166	11.740	91.687	-	185.593	0%
Caleu Caleu	68.598	-	-	-	68.598	0%
Loventué	-	4.916	8.066	-	22.982	0%
Total parcial La Pampa	10.298.907	7.610.701	14.493.734	32.211.734	64.615.076	100

Fuente: Elaboración propia