



## A1-125 Exportación del Mg edáfico producida por cultivos extensivos e intensivos en los distintos partidos de la provincia de Buenos Aires

Ferro, D.; Machetti, N.; Vázquez M y Abbona, E.

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Av. 60 y 119 s/n, La Plata. CP1900  
CC31. [daniel\\_ferro91@hotmail.com](mailto:daniel_ferro91@hotmail.com), [natiem0345@hotmail.com](mailto:natiem0345@hotmail.com),  
[mvazquez@agro.unlp.edu.ar](mailto:mvazquez@agro.unlp.edu.ar), [eabbona@agro.unlp.edu.ar](mailto:eabbona@agro.unlp.edu.ar)

### Resumen

El Mg es un macronutriente secundario cuya principal pérdida en los suelos productivos es debida a la exportación agropecuaria. Argentina se caracteriza por el bajo consumo de fertilizantes magnésicos. El objetivo del trabajo fue analizar la exportación de Mg en los partidos de la provincia de Buenos Aires en la campaña 2005/06 producida por actividades agrícolas intensivas y extensivas. Se calculó la extracción para cada partido y cultivo, realizando el producto entre rendimiento, contenido del nutriente en el órgano cosechado y área cosechada. La exportación por superficie en agricultura extensiva fue mayor ( $6,24 \text{ kg Mg ha}^{-1}$ ) que en horticultura ( $5,42 \text{ kg Mg ha}^{-1}$ ). Los partidos con mayor extracción fueron Tres Arroyos, General Villegas, Pergamino, Coronel Dorrego y Necochea, en pérdidas superiores a  $1.600 \text{ t Mg}$  por partido. La horticultura no alcanzó valores extractivos absolutos cercanos a los cultivos agrícolas debido a su menor rendimiento, aunque, los valores de composiciones químicas son superiores.

**Palabras-clave:** cereales; oleaginosas; cultivos hortícolas; índice de cosecha.

### Abstract

The Mg is a secondary macronutrient whose primary loss in soils is due to the agricultural and livestock production exports. Argentina is characterized by low consumption of magnesium fertilizers. The objective was to analyze the export of Mg in the districts of the province of Buenos Aires in 2005/06 produced by extensive and intensive agricultural activities. Extraction for each district and crop was calculated, making the product of yield, nutrient content in the harvested organ and harvested area. The export for extensive agricultural area was higher ( $6.24 \text{ kg Mg ha}^{-1}$ ) than in horticulture ( $5.42 \text{ kg Mg ha}^{-1}$ ). Higher extraction was detected in Tres Arroyos, General Villegas, Pergamino, Coronel Dorrego and Necochea, with lose more than  $1,600 \text{ t Mg}$  by district. Absolute horticulture extractive values were lower than agricultural because of lower crops yield, although the values of chemical compositions in horticultural crops are higher.

**Keywords:** cereals; oil crops; horticultural crops; fertilization; harvest index.

### Introducción

El magnesio (Mg) es considerado un macronutriente secundario y tiene un comportamiento análogo al calcio (Ca). Sin embargo, ambos elementos son requeridos para el crecimiento vegetal en cantidades relativamente grandes. Son de carácter básico desde el punto de vista de su reacción en el suelo y han sido mayoritariamente utilizados en fertilizaciones y correcciones de suelos ácidos en regiones tropicales y subtropicales, donde la problemática de sus deficiencias se origina a partir de procesos genéticos naturales que provocan la pérdida de estos cationes. En algunas regiones templadas el proceso de acidificación a causa de la disminución o desbalance del contenido de estos elementos, se ha producido fundamentalmente por razones antrópicas. La principal pérdida de ellos en los suelos es la exportación a través de la producción agrícola extensiva, hortícola y ganadera. Esto viene



ocurriendo desde los inicios de la producción agropecuaria en la Región Pampeana. En estas situaciones se han informado respuestas por parte de numerosos cultivos a la aplicación de fertilizantes cálcicos y magnésicos, así como también a la aplicación de enmiendas básicas tendientes a neutralizar la acidez del suelo, a la vez que aportar estos elementos (Vázquez *et al.*, 2010).

La superficie de la provincia de Buenos Aires es de 30,8 millones de hectáreas, en el bienio 2005-06, 8,8 millones de hectáreas fueron cultivadas con maíz, trigo, cebada y sorgo, entre los cereales, además de soja y girasol entre las oleaginosas. Todos ellos constituyen, tradicionalmente, la principal producción agrícola extensiva de esta provincia. Considerando que su extracción oscila entre 1 y 3,51 kg t<sup>-1</sup> de Mg en el grano de estos cultivos, puede preverse que la producción centenaria de los mismos, es una de los principales responsables del empobrecimiento de los suelos (CNA, 2002). La pérdida de este nutriente no sólo acarrea deficiencias para los cultivos, sino que también, debido a otros problemas edáficos secundarios (acidificación, alteración de la disponibilidad de N, P, Mo, aumento de toxicidad de Al, pérdida de estabilidad estructural), se afecta el rendimiento y hasta la posibilidad de instalación de algunas especies, particularmente la alfalfa, base de gran parte de la producción ganadera de la provincia.

Buenos Aires posee los principales cinturones hortícolas del país. La superficie cultivada a campo supera las 31.000 hectáreas (CHFBA, 2005), donde se producen más de 40 especies. Debido al incremento en la superficie e intensificación del uso de la tierra en este tipo de producciones, se ha generado un impacto negativo en la fertilidad edáfica física (densidad, porosidad, estabilidad estructural) y química (disponibilidad de nutrientes) (Ministerio de Economía BA, 2014; Benecia, 2015). Unas y otras propiedades están asociadas directa o indirectamente a la presencia de estas bases.

Frente a esta realidad, Argentina se caracterizó en el pasado por el bajo consumo de fertilizantes. Si bien a partir de la década del 90 dicho consumo ha aumentado considerablemente, aun en los nutrientes con mayor reposición (N, P, S) el balance sigue siendo negativo (García & Sanjuan, 2012), por lo que puede preverse que en el Mg el balance será aun más comprometido debido a la baja tradición en el empleo de este tipo de fertilizante.

### **Hipótesis**

- ✓ La pérdida de Mg del suelo que genera la producción de cultivos extensivos es mayor a la que provoca la producción hortícola por unidad de área
- ✓ Los suelos de los partidos de la provincia de Buenos Aires más comprometidos en la extracción de Mg, son los dedicados a actividades granarias.

### **Objetivo**

Analizar la exportación del Mg edáfico en los distintos partidos de la provincia de Buenos Aires para la campaña 2005-2006, producida por actividades agrícolas extensivas (cereales, oleaginosas) y hortícolas a campo y bajo cubierta.

### **Metodología**

Para cada partido de la provincia de Buenos Aires se realizó un cálculo de extracción del nutriente, en total para el partido y para cada cultivo, en la campaña 2005/06.

En el caso de los cultivos extensivos se tomaron en cuenta: trigo (*Triticum aestivum* L.), soja (*Glycine max* L.), maíz (*Zea mays* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.) y sorgo (*Sorghum graniferum* L.). Para el cálculo se realizó el producto entre el rendimiento ( $\eta$ ) en materia seca a partir de la información del SIIA (Sistema Integrado de Información Agropecuaria – MINAGRI), el respectivo contenido del nutriente en el grano (0% humedad) y la superficie cosechada. No se consideró salida de rastrojo. Se seleccionaron aquellos cultivos extensivos cuya superficie sembrada superara las 10.000 ha para la campaña en consideración. Para el caso del sorgo, la superficie de cultivo agrícola se calculó a partir de la proporción de sorgo agrícola y ganadero del CNA (2002).

Para la selección de los cultivos hortícolas se tomó como base el Censo Horti-florícola de la provincia de Buenos Aires (2005). El mismo contiene datos de superficie cultivada y producción total por partido, tanto a campo como invernáculo. Se consideraron aquellos cultivos cuya superficie a nivel provincial superaba las 300 ha. El resto de los cultivos no se tuvo en cuenta. La exportación se calculó como el producto del rendimiento en materia seca de cada órgano de cosecha, el contenido del nutriente tomado de diferentes autores (0% de humedad) y la superficie cultivada.

Estos cultivos se dividieron en:

- De hojas a campo: acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*), cebolla de verdeo (*Allium fistulosum* L.), espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.)
- Pesadas y de raíz a campo: zapallo anco (*Cucurbita moschata* D.), batata (*Ipomoea batatas* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), remolacha (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva*), zanahoria (*Daucus carota* L.) y zapallo total (varias especies)
- De tallo y frutos a campo: alcaucil (*Cynara scolymus* L.), choclo (*Zea mays* L. var. *saccharata*), espárrago (*Asparragus officinalis* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y zapallo de tronco (*Cucurbita máxima* M.)
- Crucíferas a campo: brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) y repollo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)
- En Invernáculo: espinaca (*Spinacia oleracea* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.)

## Resultados y discusiones

En la Tabla 1 se transcriben los resultados de la extracción de Mg total de la provincia de Buenos Aires para los cultivos hortícolas considerados y en la Tabla 2 para los agrícolas extensivos.

**TABLA 1.** Extracción de Mg por la producción hortícola en la provincia de Buenos Aires, campaña 2005.

| Categoría       | Cultivo               | $\eta$<br>(t MS ha <sup>-1</sup> ) | Comp. Qca.<br>(kg Mg t <sup>-1</sup> MS) | Extracción<br>(kg Mg ha <sup>-1</sup> ) | Superficie<br>(ha)                   | Extracción<br>(t Mg)                |        |
|-----------------|-----------------------|------------------------------------|--|---|--------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| Campo           | <b>Hojas</b>          | <i>Acelga</i>                      | 1,07                                     | 11,57                                   | 12,35                                | 1378,15                             | 17,02  |
|                 |                       | <i>Verdeo</i>                      | 1,18                                     | 4,20                                    | 4,95                                 | 323,60                              | 1,60   |
|                 |                       | <i>Espinaca</i>                    | 1,02                                     | 8,78                                    | 8,91                                 | 541,46                              | 4,83   |
|                 |                       | <i>Lechuga</i>                     | 0,65                                     | 4,00                                    | 2,59                                 | 5151,20                             | 13,33  |
|                 | <b>Pesadas y Raíz</b> | <i>Anco</i>                        | 1,07                                     | 1,50                                    | 1,60                                 | 1195,99                             | 1,91   |
|                 |                       | <i>Batata</i>                      | 4,93                                     | 0,76                                    | 3,73                                 | 1893,44                             | 7,07   |
|                 |                       | <i>Cebolla</i>                     | 3,92                                     | 2,73                                    | 10,68                                | 5726,90                             | 61,15  |
|                 |                       | <i>Papa</i>                        | 6,29                                     | 1,41                                    | 8,88                                 | 10812,91                            | 95,97  |
|                 |                       | <i>Remolacha</i>                   | 1,69                                     | 5,00                                    | 8,44                                 | 327,13                              | 2,76   |
|                 |                       | <i>Zanahoria</i>                   | 2,81                                     | 0,83                                    | 2,34                                 | 493,50                              | 1,15   |
|                 |                       | <i>Zapallo Total</i>               | 0,83                                     | 1,86                                    | 1,55                                 | 388,21                              | 0,60   |
|                 |                       | <b>Tallo y Fruto</b>               | <i>Alcaucil</i>                          | 1,24                                    | 4,00                                 | 4,95                                | 313,95 |
|                 | <i>Choclo</i>         |                                    | 2,16                                     | 1,54                                    | 3,33                                 | 764,59                              | 2,55   |
|                 | <i>Esparrago</i>      |                                    | 0,21                                     | 2,00                                    | 0,42                                 | 322,36                              | 0,14   |
|                 | <i>Pimiento</i>       |                                    | 1,50                                     | 2,50                                    | 3,75                                 | 106,94                              | 0,40   |
|                 | <i>Tomate</i>         |                                    | 2,25                                     | 2,00                                    | 4,50                                 | 401,54                              | 1,81   |
|                 | <i>Zapallo Tronco</i> |                                    | 0,79                                     | 3,60                                    | 2,84                                 | 531,07                              | 1,51   |
|                 | <b>Crucíferas</b>     | <i>Brócoli</i>                     | 1,10                                     | 1,91                                    | 2,11                                 | 365,90                              | 0,77   |
|                 |                       | <i>Repollo</i>                     | 1,40                                     | 1,50                                    | 2,10                                 | 461,88                              | 0,97   |
|                 | <b>Invernáculo</b>    | <i>Espinaca</i>                    | 1,18                                     | 8,78                                    | 10,34                                | 208,56                              | 2,16   |
| <i>Pimiento</i> |                       | 4,81                               | 2,50                                     | 12,03                                   | 214,83                               | 2,58                                |        |
| <i>Tomate</i>   |                       | 4,66                               | 2,00                                     | 9,32                                    | 517,09                               | 4,82                                |        |
| <i>Lechuga</i>  |                       | 0,72                               | 4,00                                     | 2,88                                    | 923,67                               | 2,66                                |        |
|                 |                       | <b><math>\bar{x} = 2,06</math></b> | <b><math>\bar{x} = 3,43</math></b>       | <b><math>\bar{x} = 5,42</math></b>      | <b><math>\Sigma = 33364,8</math></b> | <b><math>\Sigma = 229,31</math></b> |        |

**TABLA 2.** Extracción de Mg por la producción agrícola de cereales y oleaginosas en la provincia de Buenos Aires, campaña 2005-2006.

| Cultivo        | $\eta$<br>(t MS ha <sup>-1</sup> ) | Comp. Qca.<br>(kg Mg t <sup>-1</sup> MS) | Extracción<br>(kg Mg ha <sup>-1</sup> ) | Superficie<br>(ha)                 | Extracción<br>(t Mg)                    |                                       |
|----------------|------------------------------------|--|---|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| <i>Maíz</i>    | 6,12                               | 1,59                                     | 9,73                                    | 822300,00                          | 7997,28                                 |                                       |
| <i>Soja</i>    | 2,48                               | 3,51                                     | 8,71                                    | 3709800,00                         | 32326,27                                |                                       |
| <i>Girasol</i> | 1,53                               | 3,08                                     | 4,71                                    | 1111850,00                         | 5242,22                                 |                                       |
| <i>Sorgo</i>   | 4,28                               | 1,31                                     | 5,61                                    | 3857,32                            | 21,65                                   |                                       |
| <i>Trigo</i>   | 2,39                               | 2,52                                     | 6,01                                    | 2890695,00                         | 17378,32                                |                                       |
| <i>Cebada</i>  | 2,68                               | 1,00                                     | 2,68                                    | 258920,00                          | 693,94                                  |                                       |
|                |                                    | <b><math>\bar{x} = 3,25</math></b>       | <b><math>\bar{x} = 2,17</math></b>      | <b><math>\bar{x} = 6,24</math></b> | <b><math>\Sigma = 8797422,32</math></b> | <b><math>\Sigma = 63659,68</math></b> |

La extracción de Mg por unidad de área en los cultivos agrícolas (Tabla 2) fue mayor ( $6,24 \text{ kg Mg ha}^{-1}$ ) que en los cultivos hortícola a campo e invernáculo (Tabla 1) ( $5,42 \text{ kg Mg ha}^{-1}$ ). Dicho resultado se explica por un mayor rendimiento promedio en materia seca (MS) ( $1.200 \text{ kg}$ ). Este mayor valor más que compensa la menor concentración química de este elemento en los órganos cosechados ( $2,17 \text{ kg Mg t}^{-1} \text{ MS}$  en granos vs.  $3,43 \text{ kg Mg t}^{-1} \text{ MS}$  en hortícolas). La diferencia en el rendimiento y la concentración de Mg se deben fundamentalmente a cuestiones genéticas y a la naturaleza del órgano cosechado.

Si se analizan los cultivos extensivos, se observa que la soja y el maíz son los que mayor extracción de Mg provocan por unidad de superficie ( $8,71$  y  $9,73 \text{ kg Mg ha}^{-1}$ , respectivamente) (Tabla 2). En el primer caso se debe a que la soja es el cultivo que mayor contenido de Mg posee en su composición química ( $3,51 \text{ kg Mg t}^{-1} \text{ MS}$ ), mientras que el valor de extracción por hectárea del maíz se debe al alto rendimiento en materia seca de esta especie ( $6,12 \text{ t MS ha}^{-1}$ ). La cebada posee la menor tasa de extracción de Mg por hectárea, debido, fundamentalmente, a su bajo contenido en la composición química ( $1 \text{ kg Mg t}^{-1} \text{ MS}$ ). Los partidos que sufrieron mayor extracción de Mg son Tres Arroyos, debido principalmente a cebada, trigo y girasol, General Villegas a soja y sorgo, Pergamino a soja y sorgo, Coronel Dorrego a trigo y cebada; y Necochea a girasol. Sus pérdidas fueron mayores a  $1.600.000 \text{ kg}$  de Mg por partido.

En lo que a cultivos hortícolas se refiere (Tabla 1), los cultivos de hoja fueron los que mayor extracción por unidad de área provocaron ( $6,89 \text{ kg Mg ha}^{-1}$ ) debido al alto contenido del nutriente en su composición química, aunque, a su vez, tuvieron el menor rendimiento en materia seca por hectárea. El grupo de las crucíferas, por el contrario, fue el menos extractivo, ya que arrojó el menor contenido de Mg por unidad de área ( $2,13 \text{ kg Mg ha}^{-1}$ ) debido a sus bajos valores, tanto en rendimiento como en composición química.

Los partidos en los cuales se extrajo la mayor cantidad de Mg por cultivos hortícolas fueron Gral. Alvarado, debido principalmente a especies pesadas y de raíz; La Plata debido a la totalidad de los cultivos considerados; Lobería a papa; Patagones y Villarino a pesadas y de raíz. Sus pérdidas fueron mayores a  $20.000 \text{ kg}$  de Mg y menores a  $35.000 \text{ kg}$  de Mg por partido. Estos valores son considerablemente inferiores a los presentados para cultivos granarios. Los resultados obtenidos de la extracción de  $\text{Mg ha}^{-1}$ , no se asemejan a los resultados de obtenidos para  $\text{Ca ha}^{-1}$  encontrados por Abbona *et al.* (2012), donde los valores de extracción de este nutriente fueron mayores para cultivos hortícolas que granarios. Los valores promedio encontrados por Abbona *et al.* (2012) fueron de  $8,91 \text{ kg Ca ha}^{-1}$  para cultivos hortícolas, mientras que para los agrícolas fue de  $4,36 \text{ kg Ca ha}^{-1}$ . Estos resultados se adjudican a que la extracción de Mg en los cultivos granarios es cuatro veces mayor que el contenido de Ca (Malavolta *et al.* 1989; Andrade *et al.* 1996). Lo contrario sucede en el caso de los cultivos hortícolas donde la extracción de Mg es notablemente inferior que la del Ca (Balcaza 1996; Figueroa & Torres Dugan 2002).

Por lo dicho, se deduce que la extracción de Mg en algunos partidos de la provincia de Buenos Aires toma valores relevantes, a tal punto que la falta de reposición de este nutriente compromete la producción actual y futura, tanto en cultivos granarios como hortícolas en el corto-mediano plazo. Las deficiencias nutricionales en los vegetales, y los problemas edáficos asociados, entre ellos, acidificación, consecuencias físicas y hasta toxicidad de aluminio (Al), permiten prever que la producción bajo estos cánones no repositivos debe considerarse no sustentable.



## Conclusiones

La actividad que mayor extracción de Mg por unidad de área provoca es la granaria debido al alto rendimiento en MS que poseen las especies cerealeras y oleaginosas. Entre ellas se destacan el maíz y la soja. Ambos cultivos, además, se producen en una amplia superficie de la provincia de Buenos Aires.

La producción hortícola por su parte no alcanza niveles comparables de extracción por su menor rendimiento en MS por unidad de superficie, a pesar que el contenido de este elemento en los órganos cosechados es superior.

Los partidos más comprometidos son Tres Arroyos, General Villegas, Pergamino, Coronel Dorrego y Necochea, coincidiendo con los valores de extracción de los cultivos granarios.

## Referencias bibliográficas

- Abbona E, S Sarandón & M Vázquez (2012) Balance de nutrientes como indicador del manejo sustentable del suelo y el agua en la producción hortícola a campo de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/download/11707/8084>. Último acceso: marzo de 2015.
- Andrade F, H Echeverría, N González, S Uhart, & N Darwic (1996) Requerimientos de nitrógeno y fósforo de los cultivos de maíz, girasol y soja. Boletín Técnico 134. EEA INTA, Balcarce, Argentina. Benecia R. 2015. Producción Rural. Disponible en: [www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com\\_content&task=view&i=302&Itemid=144&limit=1&limitstart=0&lang=es](http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com_content&task=view&i=302&Itemid=144&limit=1&limitstart=0&lang=es). Último acceso: marzo de 2015.
- Balcaza L (1996) Fertirrigación en cultivos hortícolas. Boletín Hortícola FCAYF/UNLP, octubre, 7-9.
- CHFBA Censo Hortiflorícola de la Provincia de Buenos Aires (2005) Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Ministerio de Economía y Ministerio de Asuntos Agrarios. 115pp [http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura\\_ganaderia/archivos/resultadofinal.pdf](http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/archivos/resultadofinal.pdf)
- CNA (2002) Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina. [www.indec.mecon.ar](http://www.indec.mecon.ar)
- Figueroa, M & M Torres Duggan (2002) Cebolla. Fertilizar, diciembre: 12-14. INTA. Argentina.
- García F & M Sanjuan (2012) La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿Cómo estamos? Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/6E55A4956F44419585257B3400548C6E/\\$FILE/2.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/6E55A4956F44419585257B3400548C6E/$FILE/2.pdf). Último acceso: marzo de 2015.
- Malavolta E, G Vitti, & S De Oliveira (1989) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Ed. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, Brasil. 201 p.
- Ministerio De Economía B.A. (2014) Programación del Desarrollo Territorial. Diagnóstico preliminar y líneas de acción para la discusión. Tomo I: 189-190.
- Vázquez M, a Terminiello, A Casciani, G Millán, P Gelati, F Guilino, J García Díaz, J Kostiria & M García (2010) Influencia del agregado de enmiendas básicas sobre la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en ámbitos templados argentinos. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v28n2/v28n2a03.pdf>. Último acceso: marzo de 2015.