

Balance de nutrientes y exportación de Fósforo en predios ganaderos familiares y medianos de la Cuenca de Laguna del Sauce en el período 2019-2020

Lic. M.Sc. Mariana Nin Nicola

Ministerio de Ambiente

Ing. Agr. Alejandro Manovsky Estomba

MGAP

Ing. Agr. Ricardo Barbat Rodríguez

Plan Agropecuario

En este artículo se van a mostrar los resultados de un estudio realizado en el marco del Proyecto de Producción Sostenible en la Cuenca de Laguna del Sauce promovido por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. El objetivo del trabajo planteado es estimar en base a información real, el aporte de Fósforo hacia cuerpos de agua desde predios ganaderos familiares y medianos en la Cuenca de Laguna del Sauce, y su vínculo con las prácticas productivas.

Contexto y objetivos

La cuenca de la Laguna del Sauce se extiende por 70.500 hectáreas del departamento de Maldonado, y es el territorio de cosecha de agua de la laguna que abastece la segunda planta potabilizadora en importancia del país. Durante las últimas décadas se han presentado eventos de deterioro de calidad del agua, que han resultado incluso en floraciones algales de especies potencialmente tóxicas. En virtud de esto, en 2015, en el seno de la Comisión de Cuenca y bajo Resolución Ministerial, se elaboró un Plan de Acción tendiente a conservar y mejorar la calidad del agua (RM 617A/2015).

El Plan de Acción para la protección de la calidad ambiental y la disponibilidad como fuente de agua potable de la cuenca hidrológica de la Laguna del Sauce (en adelante Plan de Acción) consiste en un conjunto de 12 medidas principales tendientes a reducir el aporte de nutrientes (con énfasis en Fósforo) desde fuentes puntuales y difusas en la cuenca, así como a fortalecer la gestión del recurso hídrico. Específicamente la Medida 4 hace referencia a implementar un mecanismo de control de la aplicación de nutrientes en el sector rural y establecer requerimientos de fertilización

en base a análisis de fósforo en suelo. Esta es la única medida del Plan de Acción dirigida a controlar la incorporación de Fósforo en suelo rural (es una medida de prevención), mientras que las restantes se orientan a reducir la llegada del mismo a los cuerpos de agua (medidas de mitigación). En el marco de la implementación de esta medida se acordó, como primer paso, avanzar en generar información sobre el manejo del Fósforo a nivel predial mediante la estimación de balances e Índice de Fósforo. Esta información de escala predial constituye un primer nivel de monitoreo, que se ensambla con un esquema multinivel en el que se monitorea también la calidad de agua en microcuencas y a escala de cuenca.

En función de lo anterior, en el marco de la convocatoria a Proyectos de Producción Sostenible en la Cuenca de Laguna del Sauce lanzada por el MGAP en 2018, se llevó a cabo este proyecto con participación de todos los predios beneficiarios de la convocatoria. El objetivo de trabajo planteado fue estimar en base a información real el aporte de Fósforo hacia cuerpos de agua desde predios ganaderos familiares y medianos en la Cuenca de Laguna del Sauce, y su vínculo con las prácticas productivas. En particular, se buscó:

- Estimar el balance predial de Fósforo y la pérdida hacia cursos de agua mediante el cálculo del índice de Fósforo.
- Validar, mediante una implementación piloto, una metodología para registrar y analizar ambas variables (balance e Índice de P).
- Generar en técnicos y productores las capacidades de llevar a cabo un registro de entradas y salidas de nutrientes del predio y el cálculo de los balances.

La iniciativa se llevó a cabo en un grupo de trabajo denominado Grupo Zonal Coordinador, liderado por técnicos territoriales de MGAP (UD y DGDR) y MA (DINACEA) e integrado también por el Plan Agropecuario, Centro Universitario Regional Este, MGAP-DGRN y MA-DINAGUA. Las organizaciones de productores Agentes Territoriales de Desarrollo Rural participantes fueron la Sociedad de Fomento Rural de Pan de Azúcar y la Cooperativa Agraria Limitada de Maldonado.

Metodología de trabajo

El proyecto se desarrolló en 29 predios beneficiarios de la convocatoria a Proyectos de Producción Sostenible en la Cuenca de Laguna del Sauce. Todos los predios incorporados desarrollan actividad ganadera, y se encuentran ubicados sobre las

unidades de suelo José Pedro Varela y Santa Clara. La escala de producción fue en su mayoría familiar y minoritariamente productores medianos, variando la superficie de los predios entre 5 y 1200 ha, encontrándose el promedio en las 213 ha.

De los 29 predios participantes, 13 presentaron como única cobertura campo natural, 13 combinan campo natural con mejoramientos y/o pasturas sembradas, y uno presenta como única cobertura pastura sembrada.

Metodologías de cálculo y fuentes de información

Balance de fósforo

Los balances de nutrientes brindan una estimación de la diferencia entre los nutrientes que ingresan al predio mediante insumos o carga animal y los que salen mediante salidas controladas (productos), pudiendo constituir indicadores del impacto de la producción en el flujo de nutrientes a nivel predial como de cuenca (Tierí et al. 2011). Resultados cercanos a cero indican que la relación entre los que ingresa y lo que sale está balanceada, resultados positivos indican que entra más de lo que sale, de modo que hay nutrientes que permanecen en el sistema (pudiendo eventualmente tener como destino final los cuerpos de agua), y resultados negativos indican que se está realizando una extracción excesiva de los nutrientes que el suelo ofrece, pudiendo afectar así su fertilidad y requerimiento de insumos a futuro. Para calcular los balances de Fósforo a nivel predial se utilizó la herramienta Evaluación Medio Ambiental Ganadera, desarrollada por el Plan Agropecuario, de acceso libre en su página web¹ La información sobre manejo predial para los cálculos fue registrada por los técnicos de las ATDR en planillas proporcionadas para tal fin, en las que se anotó para cada predio, durante el ejercicio julio 2019-junio 2020: usos del suelo, empleo de insumos y fertilizantes, stock ganadero y producción de lana.

Índice de Fósforo

El índice de fósforo (en adelante IP) es un estimador de la cantidad de Fósforo que la unidad de territorio en análisis tiene el potencial de exportar hacia los cuerpos de agua, en función características físicas, climáticas y el manejo agropecuario que sobre él se desarrolla. El IP se calcula como la sumatoria del Fósforo particulado y el Fósforo soluble que se exporta del predio por procesos físicos y químicos.

Para este proyecto el cálculo de IP se llevó a cabo mediante dos metodologías: siguiendo la metodología de Perdomo (2016) incorporada en la herramienta EMAG y siguiendo la metodología de Perdomo (2020), mediante una Calculadora de IP desarrollada por el autor. La primera estima un único valor a nivel predial, mientras que la segunda estima el valor de IP para cada cobertura del suelo analizada y obtiene en base a más información de manejo predial los valores que se estiman.

Para ambos métodos se utilizó como información de entrada el dato real de P Bray 1, medido a 15 y 2,5 cm de profundidad. Para ello se realizó muestreo de suelos en todos los predios que tuvieron, dependiendo de sus características, entre 1 y 3 unidades de muestreo. Las muestras obtenidas fueron secadas, trituradas y analizadas en el Laboratorio de suelos de Facultad de Agronomía para la obtención del valor de P Bray 1.

Resultados

Fósforo en suelos

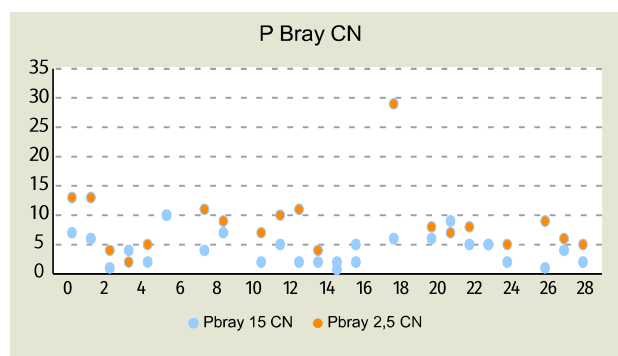
Los valores de Fósforo disponible (Bray I) en Campo natural variaron entre 0,7 y 7 ppm para los 15 cm de profundidad, y entre 2 y 29 ppm para los 2,5 cm de profundidad (Cuadro 1). En pasturas implantadas y mejoramientos los valores fueron más elevados a ambas profundidades, encontrándose entre 1 y 42 ppm a 15 cm de profundidad y entre 8 y 58 ppm a 2,5 cm.

La estratificación en el perfil vertical fue más marcada en las coberturas de mejoramientos y pasturas implantadas, donde los valores de P Bray a 2,5 son marcadamente más elevados que a 15 cm (Gráficas 1 y 2).

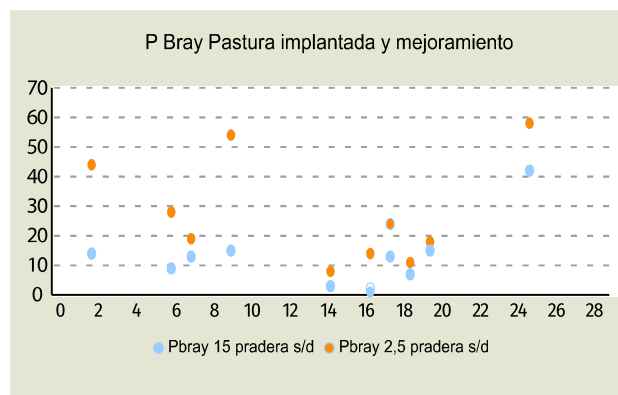
Tabla 1. Valores máximo, mínimo y promedio de P Bray 1 en los predios analizados.

| | CN | | Pasturas implantadas y mejoramientos | |
|---------------------|------|-------|--------------------------------------|-------|
| | 15cm | 2,5cm | 15cm | 2,5cm |
| P Bray mínimo (ppm) | 0,7 | 2 | 1 | 8 |
| P Bray Máximo (ppm) | 10 | 29 | 42 | 58 |
| P Bray Promedio | 4 | 8 | 13 | 28 |

Gráfica 1. Resultados de Bray en unidades de P para cada muestreo en Campo Natural.



Gráfica 2. Resultados de Bray en unidades de P para cada muestreo en campo mejorado o pasturas implantadas. El gráfico muestra los valores de P Bray (ppm) en el eje Y (0 a 70) frente a los números de muestreo en el eje X (0 a 28). Se comparan dos profundidades: Pbray 15 pradera s/d (puntos azules) y Pbray 2,5 pradera s/d (puntos naranjas). Los valores para 15 cm varían entre 0 y 20 ppm, mientras que los valores para 2,5 cm son más elevados, entre 8 y 58 ppm.



1. <https://www.planagropecuario.org.uy/web/102/contenido/evaluaci%C3%B3n-medio-ambiental-ganadera.html>

Al integrarse los valores a nivel de predio se observó que todos los predios a excepción de uno presentan valores de P Bray (15 cm) por debajo del umbral de 31 ppm establecido por el Plan de acción (Gráfica 3). El predio cuyo valor se encuentra por encima de este umbral presentaba como única cobertura pasturas implantadas.

Balance de Fósforo a escala predial

Del total de predios analizados, 16 presentaron balances de P cercanos a cero. Sin embargo 9 predios presentaron balances positivos, por encima de 5 kg de P/ha/año (Gráfica 4).

El aspecto de manejo predial más determinante en el resultado del balance de P fue la cantidad de Fósforo aplicado en fertilizante. Asimismo, valor predial de balance de Fósforo mostró correlación positiva con el valor de P Bray a las dos profundidades evaluadas, en particular para predios con valores elevados de P Bray.

Cada número indica un predio. Con color verde se indica la franja de valores que se considera dentro de los valores neutros, con color anaranjado los valores positivos (predios en los que permanece más Fósforo que el que sale como producto), y con color gris se encuentran los valores negativos (predios en los que se extrae más Fósforo que el que ingresa como insumo).

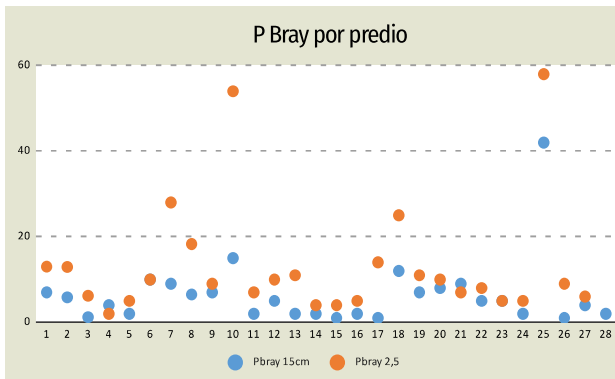
Índice de Fósforo

Los valores de IP estimados con la EMAG se encontraron en todos los casos por debajo de 1, indicando valores de bajo riesgo de exportación de P hacia los cuerpos de agua. Sin embargo, al emplearse la Calculadora de IP, que realiza una estimación basada en más información, los valores fueron en todos los casos más elevados y con marcada diferencia entre las coberturas de campo natural (que arrojaron valores de hasta 2,7 kg/ha/año y de mejoramientos o pasturas implantadas (donde los valores estuvieron entre 2,9 y 7 kg/ha/año (Cuadro 2).

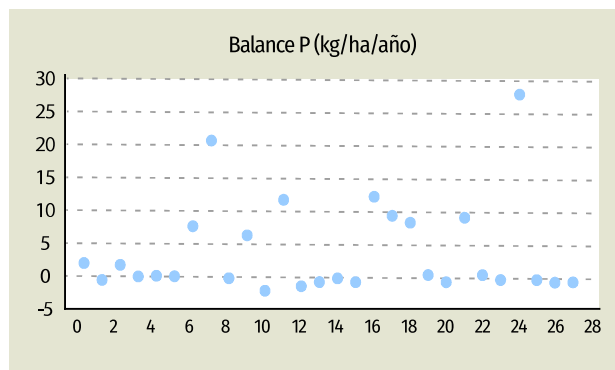
Todos los valores de IP en mejoramientos y pasturas implantadas se encontraron por encima de 2,5 kg/ha/año, representando valores de riesgo medio (en la mayoría de los casos) y alto (dos casos) de pérdida del nutriente hacia cuerpos de agua. Para campo natural todos los potreros excepto uno que estuvo levemente por encima, presentaron valores por debajo de 2,5 kg/ha.año, es decir de bajo riesgo (Gráfica 5).

No se observó correlación entre los valores de IP y los del Balance de P en base a la cantidad de datos con los que se cuenta. Sin embargo sí se encontró correlación entre el valor de IP y la superficie de mejoramientos o pasturas implantadas y la dotación. La relación con el empleo de ración no pudo ser evaluada dado que se contó con escasos casos para el análisis.

Gráfica 3. Valores de PBray 1 prorrateados para todo el predio. Cada número representa un predio participante, los puntos en azul indican el resultado para el análisis de 15 cm de profundidad y los puntos en anaranjado para 2,5 cm.



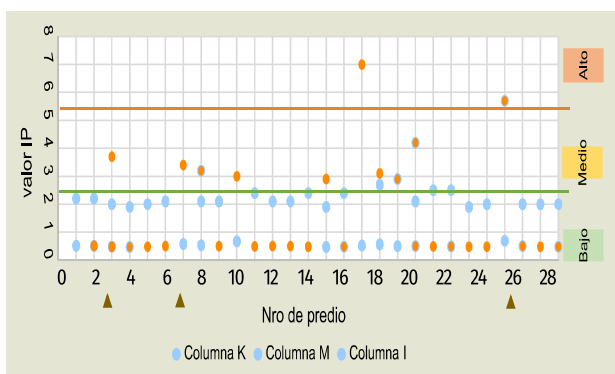
Gráfica 4. Resultados del balance de Fósforo, P Bray 2, 5 cm



Cuadro 2. Valores mínimo, máximo y promedio de IP con las dos fórmulas empleadas.

| | EMAG | Calculadora de P | |
|-------------|------|------------------|--------------------------------------|
| | | CN | Mejoramientos y Pasturas implantadas |
| IP mínimo | 0,47 | 1,9 | 2,9 |
| IP máximo | 0,69 | 2,7 | 7 |
| IP promedio | 0,51 | 2,16 | 3,9 |

Gráfica 5. Resultados del IP estimado con la fórmula incluida en la EMAG (puntos grises) para cada predio, y con la Calculadora de IP (puntos azules y naranjas dependiendo la cobertura). Se indica con franjas la categoría de riesgo bajo/medio/alto a modo de referencia.



Discusión

Los valores de P Bray en campo natural cuantificados en los predios participantes se encontraron en términos generales dentro de lo esperado para esta cobertura, con escasas excepciones de un predio muy por debajo y unos pocos con valores por encima de lo esperado, reflejando probablemente historia de fertilización que no pudo ser capturada con los relevamientos de prácticas de manejo. En contraposición a esto, los valores en pasturas implantadas y mejoramientos se encontraron en varias oportunidades por encima de lo esperado para las mencionadas coberturas, pudiendo dar cuenta de casos de sobrefertilización. Incluso en algún caso los valores se encontraron por encima del umbral de 31ppm (muestreo a 15cm) establecido por la Medida 4 del Plan de Acción. También en estas coberturas se encontró estratificación del nutriente en los primeros cm de suelo, representando esto un mayor riesgo de pérdida por escorrentía. A su vez, los valores de Balance de P más elevados se encontraron en términos generales en los predios con mayor cobertura de praderas y/o mejoramientos, y con una correlación muy clara con el aporte de P por fertilización.

De acuerdo con los resultados destacados en el párrafo anterior, el fomento de las mejoras en la práctica de fertilización debería ser el camino de trabajo a seguir en los predios de la cuenca, para optimizar el uso de los mismos asociado al resultado deseado (rendimiento de los cultivos) y minimizando el riesgo de pérdida hacia el ambiente. En particular las prácticas a promover deben ser la fertilización en base a análisis previo de suelo a profundidad adecuada al método de siembra, la fertilización fraccionada y la incorporación al suelo del fertilizante.

En relación a los valores estimados de índice de Fósforo, los resultados indican que los potreros que se manejan a campo natural no estarían generando aportes elevados. Se trata de un resultado de elevada relevancia dado que ésta es la cobertura del suelo predominante en la cuenca (ocupa el 60% de la superficie agropecuaria). Esta modalidad de uso sin lugar a dudas debe mantenerse bajo análisis por su gran extensión y por la vulnerabilidad del cuerpo de agua, pero de acuerdo a estos resultados

no constituye la fuente de aportes más relevante por unidad de superficie.

Sin embargo los resultados del índice de P para praderas y mejoramientos muestran una tendencia de mayor exportación de P (valores medios a altos), aunque existe en estos casos gran variabilidad dependiendo de las prácticas de manejo. Esto indica que es necesario ahondar en comprender las relaciones entre la superficie sembrada, el uso de fertilizantes, el manejo de la dotación y el empleo de ración, para diseñar estrategias a nivel predial que permitan reducir al mínimo posible el riesgo de pérdida de P por escorrentía desde estas coberturas, que representan el 13% del suelo agropecuario de la cuenca. En este sentido, el rol de las zonas de amortiguación, no evaluado por este trabajo, es clave y es sin duda una de las medidas a sostener en la cuenca.

El hecho de no encontrar correlación clara entre el Balance y el resultado del IP indica que no es posible utilizar el primero como estimador del riesgo de exportación de P hacia fuera del predio, como se pensaba inicialmente. De este modo, es necesario seguir trabajando en la identificación de indicadores de manejo predial de cálculo sencillo, que permitan evaluar el riesgo del manejo en cuanto a la exportación del nutriente, ya que el cálculo de IP presenta cierto nivel de complejidad que hace difícil su aplicación periódica.

Perspectivas

En el sentido de esto último, esta iniciativa permitió caracterizar un conjunto de predios representativos de un tipo de manejo agropecuario. Sin embargo, para contar con un diagnóstico más acabado de la situación a nivel de la cuenca, sería adecuado llevar a cabo una evaluación similar con otros manejos, para lo cual se recomienda abordar

- Con las mismas herramientas y en el corto plazo:
 - Predios ganaderos de mayor escala y más intensivos
- Con herramientas ajustadas a estos usos, en el mediano plazo:
 - Predios agrícolas
 - Predios forestales
 - Uso tipo “chacra turística” ●

Material consultado

Becoña G, Ledgard S, Astigarraga L, Lizarralde C, Dieguez F y H Morales. 2021. EMAG National model to evaluate environmental impacts of cattle production systems in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 24(2):48.

Tieri MP, La Manna A, Montossi F, Banchemo G, Mieres Jy E Fernández. 2011. El Balance de Nutrientes en 36 Predios Comerciales del GIPROCAR II (FUCEA/INIA): Una Primera Aproximación al Proceso de Intensificación en Sistemas Agrícola-Ganaderos y su Potencial Impacto en el Ambiente. *Jornada de Ganadería, Colonia del Sacramento, Colonia, UY. La Estanzuela, INIA Serie Actividades de Difusión no. 658.*