



ESTABLECIMIENTOS DE ENGORDE DE GANADO BOVINO A CORRAL O "FEEDLOTS" Cuantificación de su impacto sobre los recursos suelo y agua

Ing. Agr (PhD) Verónica S. Ciganda¹
Ing. Agr. (MSc) Carolina Lizarralde¹
Lic. (PhD) Gabriela Eguren²

¹Programa Nacional de Producción
y Sustentabilidad Ambiental

²Laboratorio Ecotoxicología, Facultad de Ciencias, UdelaR

Durante los últimos 15 años, aproximadamente, se ha registrado un incremento en el número de establecimientos de engorde de ganado bovino a corral (EEC), conocidos comúnmente con el término "feedlots". Actualmente, se estima que existen en el país alrededor de 122 EEC, con una capacidad potencial de producción anual de entre 3600 y 105.000 cabezas (Gorga y Mondelli, 2013). El número de existencias vacunas cuya fase de engorde y terminación es realizada en los EEC, representa aproximadamente el 1,5 % del rodeo nacional y el 7% de la faena total de vacunos.

En la Figura 1 se observa la distribución en el territorio de los EEC, con una concentración destacada en los departamentos del litoral oeste y centro del país.

La bibliografía científica internacional ha reportado que el agua de escurrimiento de estos sistemas de producción contiene numerosos agentes contaminantes y que, por lo tanto, debe ser controlada evitando que la misma alcance las aguas superficiales y profundas (Miller et al., 2004). Por otra parte, estos emprendimientos productivos están sometidos a fuertes presiones del mercado

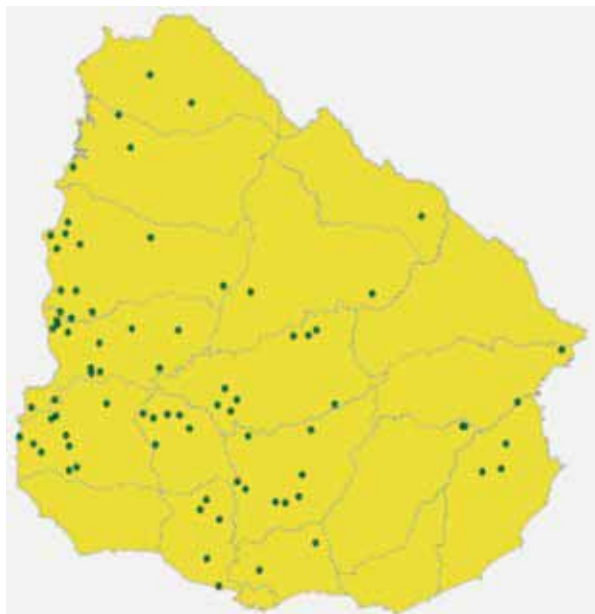


Figura 1 - Distribución geográfica de los establecimientos registrados como Establecimientos de Engorde Bovino a Corral (DINAMA, 2012).

internacional respecto a la calidad ambiental durante su proceso de producción y algunos EEC han recibido denuncias locales, canalizadas a través de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), en las que se los responsabiliza de la alteración de los recursos naturales en su zona de influencia. Recientemente, también se ha incluido a los EEC como responsables de la eutrofización de aguas superficiales utilizadas como fuentes de agua potable para gran parte de la sociedad uruguaya. Ante esta situación, se ha evidenciado la carencia de estudios publicados a nivel nacional que referan en forma científica y cuantitativa al impacto de los EEC sobre el ambiente, principalmente sobre el suelo, el agua superficial y el agua subterránea.

Este estudio ha pretendido profundizar en la caracterización del grado de alteración actual de los suelos bajo sistemas de producción de carne intensiva a corral y su potencial impacto sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

IMPLEMENTACIÓN DEL TRABAJO

El estudio se basó en una red de 18 predios comerciales con sistemas intensivos de engorde bovino a corral distribuidos en los departamentos de San José, Colonia, Soriano, Paysandú, Florida, Flores, Durazno, Treinta y Tres y Tacuarembó, abarcando un amplio rango de tipos de suelo, tamaño de producción y años de funcionamiento. Los muestreos de suelo en cada establecimiento fueron realizados en uno de los corrales del EEC, el cual mostraba características de manejo representativas del sistema. En cada punto de muestreo, se obtuvo una muestra compuesta por cuatro sub-muestras.



Figura 2 - Detalle del muestreo de suelos con calador manual "holandés" en establecimiento de engorde bovino a corral.

Cada sub-muestra se obtuvo utilizando un calador hidráulico o uno manual del tipo "holandés" (Figura 2) y se muestreó un cilindro de aproximadamente 100 cm de largo. Este cilindro fue dividido en cinco profundidades (en cm): 0-7,5; 7,5-15; 15-30; 30-60; y 60-90 para la realización de determinaciones químicas (P Bray, $N-NO_3^-$ y Na^+ , entre otras).

Además, para disponer de valores de referencia se obtuvo una muestra compuesta en un punto cercano al sitio de producción, pero de mínima utilización productiva.

Los muestreos de agua superficial se realizaron en cursos de agua hacia los que drenan los corrales (cañada, arroyo o río), aguas arriba y abajo respecto a la ubicación de cada predio (Figura 3). Algunas determinaciones fueron realizadas en el mismo sitio utilizando una sonda portátil y otras determinaciones fueron realizadas en laboratorio.

En este estudio se presentan los resultados obtenidos de fósforo total (P total), nitrato ($N-NO_3^-$), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto (O_2), turbidez y sólidos totales suspendidos (SST).

RESULTADOS

FÓSFORO

Los suelos de los corrales de engorde mostraron una clara estratificación en la distribución vertical del fósforo, con una acumulación elevada en los primeros 30 cm de profundidad (Figura 4 A), con valores promedio supe-



Figura 3 - Detalles del muestreo de agua superficial.

riores a los puntos de muestreo de referencia en todas las profundidades (Figura 4 B). Los valores máximos en los corrales fueron:

Profundidad (cm)	mg P/kg
0 – 7,5	> 250
7,5 – 15	> 175
15 – 30	75

Estos elevados valores de fósforo en la superficie del suelo podrían ser movilizados por escorrentía superficial hacia los cursos de agua e incrementar la probabilidad de eutrofización de las mismas.

A mayor profundidad los suelos mostraron un menor rango de variación y valores promedio cercanos a 10 mg P/kg y máximos > 50 mg P/kg.

Estos valores muestran que el fósforo no sólo se acumuló en superficie, sino que también, en algunos casos, logró alcanzar capas profundas del suelo lo que podría implicar una potencial llegada de este nutriente a las napas de agua subterráneas.

NITRATOS

La distribución vertical de los nitratos en los corrales mostró valores superiores a los sitios de referencia a través de todas las profundidades de muestreo (Figura 5 A y 5 B) indicando un aporte importante del estiércol animal en el incremento de este nutriente en los suelos. Los resultados muestran, además, la ocurrencia de lixiviación del anión nitrato, ya que los valores promedio en los suelos de corral incrementaron desde la superficie hasta los 30 cm de profundidad.

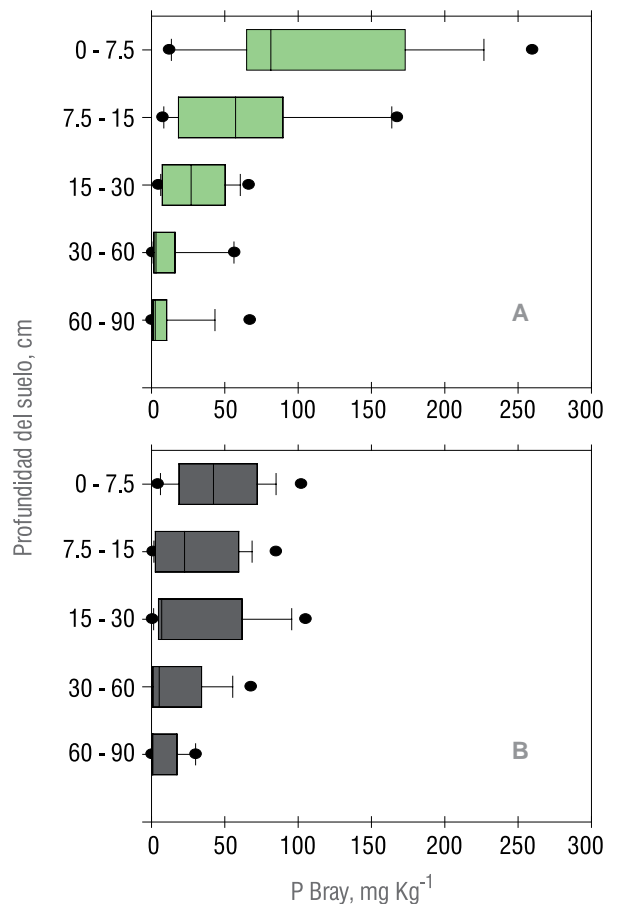


Figura 4 - Distribución vertical del contenido de fósforo inorgánico (P-Bray) en el perfil de suelos bajo corrales de encierro de engorde bovino (A) y sitios de referencia (B).

Los valores máximos encontrados fueron:

Profundidad (cm)	mg N NO ₃ /kg
15 – 30	> 50
30 – 60	> 40

Los procesos de lixiviación favorecerían la posibilidad de que este anión alcance napas de aguas subterráneas afectando potencialmente la calidad de la misma.

El patrón de distribución del NO_3^- en los suelos de los sitios de referencia contrasta con el observado en los suelos de corral, ya que se observa una disminución constante de los valores desde la superficie hasta la última profundidad de muestreo (Figura 5 B) mostrando el máximo valor cercano a $15 \text{ mg N-NO}_3^-/\text{kg}$ en los 0-7,5 cm superficiales.

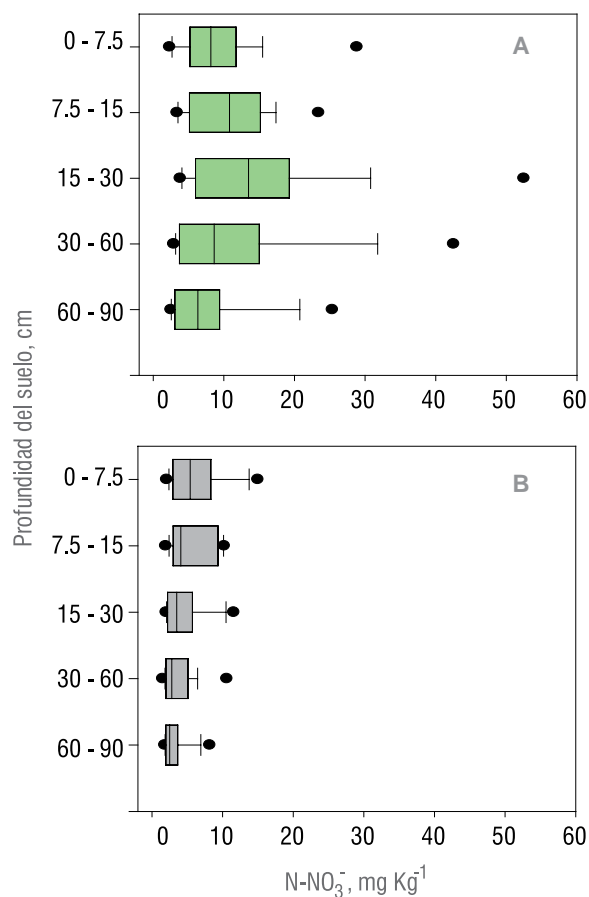


Figura 5 - Distribución vertical del contenido de nitrato (NO_3^-) en el perfil de suelos bajo corrales de encierro de engorde bovino (A) y sitios de referencia (B).

SODIO

Los corrales con animales confinados resultaron en una acumulación de sodio (Na) muy importante en las cinco profundidades de muestreo presentando valores superiores a los suelos de referencia (Figura 6 A y 6 B). Se observó una lixiviación del Na proveniente de la acu-

mulación del estiércol animal hacia las capas más profundas del suelo con valores máximos $>14 \text{ meq Na}/100 \text{ g}$ en la profundidad 15-30 cm y $>4 \text{ meq Na}/100 \text{ g}$ en la última profundidad muestreada. Estos resultados coinciden con la extrema movilidad natural del Na reportada en la bibliografía científica (Hao y Chang, 2003).

En el caso que el Na alcance napas de agua subterráneas, se estaría favoreciendo el aumento de la salinidad de las mismas y afectando su calidad limitando su uso, por ejemplo para riego.

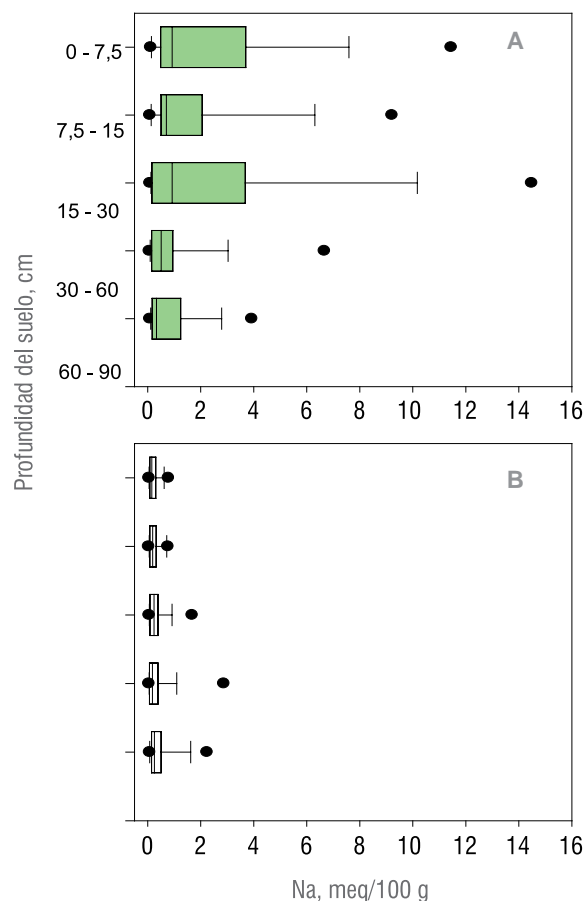


Figura 6 - Distribución vertical del contenido de Sodio (Na) en el perfil de suelos bajo corrales de encierro de engorde bovino (A) y sitios de referencia (B).

CALIDAD DE AGUA

En cuanto a la calidad del agua superficial, fueron comparados los valores de algunos parámetros físico-químicos obtenidos aguas arriba y aguas abajo del área de drenaje de los corrales con los valores establecidos en el Decreto 253/79.

Es de destacar que el 100% de las muestras analizadas presentaron, tanto aguas "arriba" como aguas "abajo",

Parámetro	Nivel aceptado (Decreto 253/79)	EEC fuera de niveles aceptados	
		Aguas arriba	Aguas abajo
		----- % -----	
Fósforo total, mg P L ⁻¹	Máx 0,025	100	100
Nitratos, mg N L ⁻¹	Máx 10	0	0
Sólidos susp. Totales, mg L ⁻¹	700	0	0
Turbidez, UNT	Máx 50	33	42
Oxígeno disuelto, mg L ⁻¹	Mín 5	5,5	11
DBO, mg O ₂ L ⁻¹	Máx 10	0	8,5

Cuadro 1 - Proporción de EEC con valores de parámetros de calidad de agua (aguas arriba y abajo de la ubicación de cada establecimiento) fuera de los niveles aceptados en nuestro país (Decreto 253/79).

niveles superiores a 0,025 mg P/L, límite máximo establecido en la normativa nacional (Cuadro 1).

Los valores de P-total promedio (0,21 mg P/L) y máximo (0,67 mg P/L) aguas abajo fueron superiores a los encontrados aguas arriba (0,17 y 0,47 mg P/L, promedio y máximo respectivamente) de los EEC (Figura 7). Si bien las concentraciones de fósforo en las capas superficiales del suelo son elevadas, la movilización hacia los cursos de agua superficial no son significativas dado que no se observan diferencias en los niveles aguas arriba y abajo de los corrales. Sin embargo, es importante destacar que en ambos casos los valores de P total fueron superiores al límite establecido y por lo tanto, hay aportes de otra u otras fuentes de fósforo que están afectando la calidad del agua superficial.

Los niveles de nitrato encontrados en aguas superficiales no superaron en ningún caso el nivel máximo aceptado de 10 mg N-NO₃⁻ (Cuadro 1). Esto estaría indicando que los aportes de nitrógeno de los EEC no habrían contribuido a alterar la calidad de las aguas superficiales. Eso coincide con los resultados de nitrógeno en suelo donde se observó que el NO₃⁻ percola hacia capas más profundas, concentrándose entre los 15 y 60 cm (Figura 5 A), proceso por el cual los nitratos podrían potencialmente alcanzar las napas profundas.

Los sólidos suspendidos totales en ningún caso superaron el límite máximo establecido (Cuadro 1). Sin embargo, el 42% de los muestreos aguas abajo presentaron valores de turbidez superiores al nivel aceptado. Esto estaría indicando que las posibles descargas desde los EEC presentarían un nivel de descomposición del material orgánico en el agua que por su tamaño (< 2 micrones) no son medidos como SST pero que en algunos casos sí habrían afectado la claridad del agua medida como turbidez.

Es importante destacar, que en posiciones aguas arriba, es decir sin influencia de los EEC, un 33% de las

muestras presentaron valores de turbidez superiores al nivel aceptado, lo que revelaría que en varios casos el agua habría recibido otra fuente distinta a los EEC que también afectan la claridad del agua.

En el caso del O₂ disuelto y DBO, mostraron aguas abajo un mayor porcentaje de muestras con valores por encima (DBO) y por debajo (O₂ disuelto) de los límites establecidos en la norma. Esto estaría indicando que, en algunos casos, la ocurrencia de eventos de lluvia habrían generado escurrimiento y arrastre de partículas de suelo y material orgánico (estiércol) desde los EEC hacia las aguas superficiales y estarían afectando la calidad del agua.

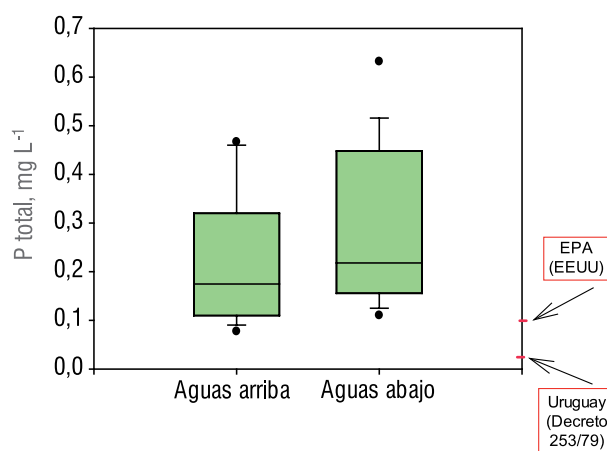


Figura 7 - Distribución de los niveles de P total en aguas superficiales en posiciones aguas arriba y debajo de la ubicación de los EEC. Las líneas rojas indican los niveles aceptados de P total en agua.

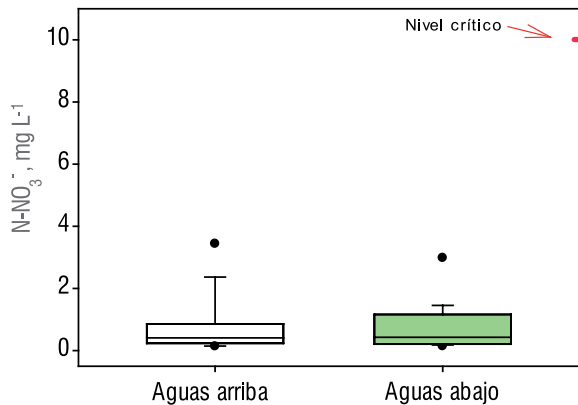


Figura 8 - Distribución de los niveles de nitrato (NO_3^-) en aguas superficiales en posiciones aguas arriba y abajo de la ubicación de los EEC. La línea roja indica el nivel aceptado de N-NO_3^- en agua.

El incremento de material orgánico en las aguas favorece procesos microbianos de descomposición que utilizan y consumen el O_2 presente en el agua. Este tipo de procesos estarían haciendo aumentar la DBO a la vez que disminuir el O_2 disuelto. El O_2 disuelto es necesario para distintas formas de vida en el agua, incluyendo peces, invertebrados, bacterias y plantas, quienes lo utilizan para su respiración. Cuando los valores de O_2 son inferiores al nivel mínimo establecido se estaría en riesgo de afectar negativamente a dichos organismos presentes en los cuerpos de agua.

CONCLUSIONES

Los EEC estudiados mostraron, en general, una importante estratificación del fósforo en los suelos con una acumulación importante del mismo en superficie, lo que confiere a estos sistemas un alto potencial de pérdida de fósforo por escurrimiento hacia aguas superficiales. Sin embargo, aunque las concentraciones de fósforo fueron superiores aguas abajo no se observan diferencias significativas con las concentraciones obtenidas aguas arriba, por lo tanto existen en la cuenca otras fuentes que están aportando fósforo a los cursos de agua. Cabe resaltar que los valores de P-total en el agua superficial, tanto aguas arriba como aguas abajo, superan en un orden de magnitud el nivel máximo aceptado, lo que representa un factor de riesgo de eutrofización.

El patrón de distribución de los nitratos en el perfil vertical de los suelos mostró la existencia de procesos de lixiviación y acumulación entre los 15 y 60 cm de profundidad lo que incrementaría la probabilidad de que los nitratos alcancen las napas de agua profundas o subsuperficiales. En las aguas superficiales, los valores de nitrato fueron siempre bajos e inferiores al nivel crítico.

En algunos EEC muestreados, los niveles de turbidez, DBO y O_2 disuelto estuvieron fuera de los niveles aceptados. Los resultados obtenidos hacen necesario seguir investigando en los efectos de estos sistemas de producción en la calidad de las aguas para poder lograr recomendaciones que minimicen los efectos ambientales de los EEC.

Se considera importante, además, que la instalación y el manejo de los EEC sigan las normas recomendadas en la "Guía de Buenas Prácticas de Encierros de Engorde a Corral" elaborada interinstitucionalmente a nivel nacional la que próximamente estará publicada y disponible.

AGRADECIMIENTOS

Se destaca y agradece la colaboración de AUPCIN que facilitó el contacto con la mayoría de los responsables de los establecimientos incluidos en este estudio, así como a los productores que nos permitieron realizar los muestreos en sus predios. Agradecemos también a la compañera de INIA La Estanzuela, Dra Georgette Banchemo, quien nos facilitó y colaboró en el trabajo de algunos predios. Se agradece especialmente a los colaboradores de INIA La Estanzuela Wilfredo Mesa y Emiliano Barolín, así como a Julieta Mariotta, quienes trabajaron en forma destacada en los muestreos de campo y análisis de laboratorio, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

Gorga L. y M. Mondelli. 2013 Anuario OPYPA 2013. Coordinación en la cadena de carne vacuna uruguaya: análisis de la transacción de ganado para faena. Publicaciones, MGAP.

Hao X y Chang C. 2003. Does long-term heavy cattle manure application increase salinity of a clay loam soil in semi-arid southern Alberta? Agriculture, Ecosystems and Environment 94: 89-103.

Miller J.J., B.P. Handerek, B.W. Beasley, E.C. S. Olson, L. J.Yanke, F.J. Larney, T.A. McAllister, B.M. Olson, L.B. Selinger, D.S. Chanasyk y Paul Hasselback. 2004. Quantity and Quality of Runoff from a Beef Cattle Feedlot in Southern Alberta. J. Environ. Qual. 33:1088-1097.

