

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS CONTAMINANTES PROVENIENTES DE AGUAS RESIDUALES DE FEED-LOT SOBRE AGUAS SUBTERRÁNEAS

ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE POLLUTANTS FROM FEED-LOT WASTEWATER ON THE UNDERGROUND WATER

Walter M. Glessi^{1*}, Nélide N. Pose¹, Ester C. Zamuner¹

(1) Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Ruta 226 km 73.5, 7620 Balcarce - Argentina

*autor de contacto (e-mail: wglessi@mdp.edu.ar)

Recibido: 23/06/2011 - Evaluado: 10/08/2011 - Aceptado: 02/11/2011

RESUMEN

En este trabajo se investigó el impacto de los contaminantes de efluentes líquidos generados por doce feed-lot del sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, con el objeto de determinar los aspectos significativos sobre la vulnerabilidad de las aguas subterráneas. Se utilizó la Guía metodológica de Evaluación de Impacto Ambiental propuesta por Conesa (2010) partiendo de doce Estudios de Impacto Ambiental y analizando como influye la actividad sobre el agua subterránea. Se analizó la dimensión de los establecimientos partiendo del número de animales, el tipo de suelo, profundidad freática y tipo de práctica (estacional o continua), así como las doce matrices de impacto en la emisión de contaminantes sobre el medio físico agua. Se obtuvo que los parámetros de mayor incidencia son: el grado de Destrucción, el área de influencia, el momento de manifestación del efecto y la regularidad de la manifestación.

ABSTRACT

In this study is investigated the impact of pollutant from wastewater generated for twelve feed-lot of the southeast of Buenos Aires Province, Argentina, to determine the significant aspects on the vulnerability of the underground water. The Conesa (2010) methodological impact assessment guide was used starting from twelve Environmental Impact Assessment and is analyzed the influence of the feed-lot on the underground water. The amount of livestock, type of soil, groundwater deep, kind of practice (Seasonal or continuous) and twelve matrix impact in the pollutant emission and its impact on the underground water was analyzed. The result shows that destruction grade, influence area, regularity and moment of manifestation were the parameters of great influence.

Palabras clave: contaminación; ganado; vulnerabilidad; efluente

Keywords: pollutant; livestock; vulnerability; wastewater

INTRODUCCIÓN

El engorde a corral se ha implementado en los últimos veinte años como complemento para la finalización del ganado vacuno para carne en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Produce desbalances en el ciclo de nutrientes del suelo debido a la alta concentración de animales en una superficie pequeña con retorno de grandes cantidades de excretas al suelo (Viglizzo & Frank, 2010).

En el corral, la materia fecal y la orina forman un solo tipo de residuo inseparable, que se denomina estiércol. Un vacuno excreta por día alrededor del 5 al 6% de su peso vivo, por lo que, un novillo de 400 kg de peso vivo produce excretas por alrededor de 20 a 25 kg diarios de estiércol. Dado su porcentaje de humedad, del 80 - 85%, finalmente se eliminan 3 kg diarios de residuo seco por animal, en promedio. Las deyecciones contienen nutrientes, ya que el bovino absorbe en proporción muy poco de lo que ingiere, por lo tanto excretan a ambiente entre el 60 y el 80% del N y P que consumen (Andriulo *et al.*, 2003) determinaron que algunas formas químicas del nitrógeno pusieron en evidencia la contaminación de suelos y aguas: Nitrógeno total en el perfil del suelo, nitratos en el agua subterránea y amonio en las aguas superficiales. En un feed-lot del sudeste bonaerense Wyngaard *et al.* (2011), determinaron que en corral de encierro hay altas concentraciones de P en todas sus formas químicas: reactivo soluble, no reactivo, total y disponible. A su vez las excretas generadas en estos sistemas se concentran en áreas reducidas y conforman la principal fuente de nutrientes, metales pesados, antibióticos, microorganismos patógenos y de otras drogas veterinarias (Burton & Turner, 2003). El aumento de la concentración de ellos en superficie, por encima de los límites permitidos, puede conducir a la contaminación del recurso agua y eutrofización de los ecosistemas acuáticos. En la Provincia de Buenos Aires los efluentes descargados por las diversas actividades son reguladas mediante la Res. ADA/336/2003 de la Autoridad del Agua. Las estrategias de recuperación del agua contaminada son, en general, difíciles, costosas de implementar y requieren largo tiempo, por lo que es de fundamental importancia prevenir ésta situación.

Para poder implementar medidas eficaces de prevención de la contaminación, resulta fundamental tener información sobre cantidad y dimensión de establecimientos que realizan engorde a corral y sobre los impactos que estos generan (Herrero & Gil, 2008). Una adecuada localización, un diseño apropiado y un correcto manejo de los sistemas de engorde a corral pueden hacer que el impacto ambiental sea mínimo (EPA, 2007). Una herramienta muy útil para recabar información acerca de la sensibilidad, naturaleza y magnitud de los impactos ambientales originados por los sistemas de engorde a corral son las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIAs). Diversos municipios de la Provincia de Buenos Aires establecen mediante Ordenanzas Municipales la obligatoriedad de la presentación de los correspondientes EIAs como requisito para la obtención de la habilitación del establecimiento. Este es el caso de los municipios donde se encuentran establecidos los establecimientos de engorde de ganado vacuno a corral (feed-lot) del presente trabajo (Balcarce, Benito Juárez y General Madariaga todos en Provincia de Buenos Aires, Argentina). Las EIAs son herramientas metodológicas orientadas a buscar una cuantificación sistemática de los efectos que tienen las actividades humanas sobre la calidad del medio ambiente, definida por Conesa (2010), como el mérito para que su esencia y su estructura actual se conserven. La importancia de un impacto ambiental se valora en función de diversos criterios o factores (carácter, intensidad, extensión, duración, reversibilidad, riesgo, etc.), permitiendo la comparación de impactos ambientales identificados en el proyecto evaluado.

El objetivo de este trabajo fue valorar el impacto de las acciones que implican la emisión de contaminantes al agua en distintos establecimientos de engorde a corral localizados en el sudeste de la provincia de Buenos Aires.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron las evaluaciones de impacto ambiental (EIAs), de 12 establecimientos de los cuales 6 pertenecen al partido de Balcarce, 3 al de Benito Juárez y 3 al de General Madariaga. Estos documentos fueron realizados por una consultora que utilizó para la valoración de los Impactos Ambientales la Guía Metodológica propuesta

por Conesa (2010). Esto implica la definición previa de los parámetros a cuantificar y que se resumen en la Figura 1. Para el análisis de los datos se utilizó el programa Statistix 8 en su versión Trial.

Naturaleza		IN - Intensidad (Grado de Destrucción)	
		Baja	1
Impacto Beneficioso	+	Media	2
		Alta	4
Impacto Perjudicial	-	Muy Alta	8
		Total	12
EX – Extensión (Área de Influencia)		MO – Momento (Plazo de Manifestación)	
Puntual	1	Largo Plazo	1
Parcial	2	Mediano Plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	8
Crítica	12		
PE – Persistencia (Permanencia del efecto)		RV - Reversibilidad	
Fugaz	1	Corto Plazo	1
Temporal	2	Medio Plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SI – Sinergia (Potenciación del efecto)		AC – Acumulación (Incremento Progresivo)	
Con Sinergismo Simple	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
EF – Efecto (Relación Causa - Efecto)		PR – Periodicidad (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto	1	Irregular o discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
MC – Recuperabilidad (Reconstrucción)		Importancia	
Recuperable de modo inmediato	1		
Recuperable a mediano plazo	2	Definida según (@)	
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fig. 1: Criterios y puntuación empleados en la evaluación del impacto del sistema de engorde a corral sobre el recurso agua

Se analizaron las acciones que implican la emisión de contaminantes sobre el factor ambiental Medio Físico Agua. La importancia del impacto se dedujo mediante un cálculo que resulta del valor asignado para la 1.

$$I.A = (+/-)[3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC] (@) \quad (1)$$

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 se consideran irrelevantes, entre 25 y 50 moderados y entre 50 y 75 severos Conesa (2010). En cada establecimiento se determinó el tipo de suelo predominante mediante una recopilación de la Carta de Suelos de la República Argentina editada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Los estudios originales incluyeron el análisis fotográfico, la fotointerpretación de pares aerofotográficos y la comprobación en el terreno a escala 1:50.000. Las cartas utilizadas se listan a continuación:

- Carta de Suelos de la República Argentina Hoja 3757-21 y 22 "Estación Juancho y Pinamar" editada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Carta de Suelos de la República Argentina Hoja 3757-31 "Balcarce" editada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Carta de Suelos de la República Argentina Hoja 3760-28 "María Ignacia" editada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Para objetivos más específicos se realizaron mediciones sobre el terreno empleando un GPS BLAUPUNKT TP100. La profundidad de la capa freática se obtuvo mediante la instalación de tres freatómetros promediando su profundidad y determinando la dirección y sentido de flujo de acuerdo a la Ley de Darcy. Las características se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1: Tipos de suelos y profundidad de capa freática para cada establecimiento

Tipo de suelo y posición en el paisaje	Numero de establecimiento											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Argiudol típico(loma)			x		x							
Paleudol Petrocálcico (loma)					x		x				x	x
Argiudol Lítico (loma)					x		x				x	x
Hapludol Lítico (loma)					x		x					x
Hapludol Thapto-Argico (loma)	x	X		x		x		x	x			
Hapludol Thapto-Nátrico (loma)										x		
Natracuol Típico (bajo)		X		x		x		x	x	x	x	
Profundidad freática (m)	1,5	3,0	8,0	1,5	20,0	3,0	10,0	1,0	1,0	1,5	8,0	12,0

Los establecimientos relevados en su totalidad poseen pisos de tierra en los corrales de encierre sin mejoras mecánicas de compactado inicial. Todos los establecimientos están provistos de canales colectores a lagunas de tratamiento anaeróbico con pretratamiento primario de decantación calculados para una lluvia de intensidad máxima de los últimos 10 años.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de engorde a corral genera alta concentración de excrementos sólidos y líquidos pudiendo ocasionar contaminación localizada (Pordomingo, 2001). La emisión de contaminantes en el medio físico agua puede impactar en los factores: escurrimiento superficial, drenajes, aguas superficiales y subterráneas (Andriulo *et al.*, 2003). La Tabla 2 muestra los criterios y la valoración del impacto ambiental (IA) de la emisión de contaminantes sobre el agua para los 12 establecimientos habiendo resultado moderado (IA cercano a 25) para todos los casos.

Puede observarse valores bajos y constantes en acumulación (AC), sinergia (SI), permanencia del efecto (PE), reversibilidad (RV), relación causa-efecto (EF) y reconstrucción por medios humanos a medio plazo (MC). Estos efectos contribuyen al 44%, en promedio, de la valoración total del impacto en todos los establecimientos. La intensidad (IN) y la extensión (EX), es decir el área de influencia varían con la cantidad de cabezas de ganado. El plazo ó momento de manifestación (MO) del impacto depende principalmente de la profundidad de la napa freática y de la conductividad hidráulica. La regularidad de la manifestación (PR), que expresa si el efecto es periódico ó continuo, depende de si la actividad es típicamente estacional (cría) o continua (hotelería).

El parámetro IN, muestra una diferencia de valoración entre los establecimientos que poseen más de 500 animales y aquellos que poseen menos de 500 animales como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 2: Valoración cuantitativa de impacto para cada sitio

Número de establecimiento	Numero de cabezas de ganado	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Impacto Ambiental
1	400	3	6	4	4	2	1	1	4	2	2	-29,00
2	250	3	6	4	4	2	1	1	4	2	2	-29,00
3	100	3	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-27,00
4	500	3	4	8	4	2	1	1	4	4	2	-33,00
5	500	3	6	4	4	2	1	1	4	2	2	-29,00
6	500	3	4	8	4	2	1	1	4	4	2	-33,00
7	700	6	8	2	4	2	1	1	4	2	2	-32,00
8	1000	6	4	8	4	2	1	1	4	4	2	-36,00
9	1000	6	4	8	4	2	1	1	4	4	2	-36,00
10	1500	6	8	4	4	2	1	1	4	2	2	-34,00
11	1500	6	8	2	4	2	1	1	4	2	2	-32,00
12	1200	6	8	2	4	2	1	1	4	2	2	-32,00

Tabla 3: Promedios de IN, EX, MO y PR dentro de los grupos de establecimientos del 1 a 6 y del 7 al 12

Numero de establecimiento	IN	EX	MO	PR	I.A.
1 a 6	3	4,7	5,3	3	30
7 a 12	6	6,7	4,3	2,7	33,7

Tabla 4: Descripción estadística de las variables para del cálculo del Impacto Ambiental en establecimientos de diferente tamaño

(a) Grupo A: Establecimientos con menos de 500 cabezas					
Variable	n	Promedio	Desvío Standart	Mínimo	Máximo
Número de Animales	6	375,00	166,58	100,00	500,00
IN	6	3,00	0,01	3,00	3,00
EX	6	4,67	1,63	2,00	6,00
MO	6	5,33	2,06	4,00	8,00
PR	6	3,00	1,09	2,00	4,00
I.A.	6	30,00	2,45	27,00	33,00
(b) Grupo B: Establecimientos con más de 500 cabezas					
Variable	n	Promedio	Desvío Standart	Mínimo	Máximo
Número de Animales	6	1.150,00	314,64	700,00	1500,0
IN	6	6,00	0,01	6,00	6,00
EX	6	6,67	2,06	4,00	8,00
MO	6	4,33	2,94	2,00	8,00
PR	6	2,67	1,03	2,00	4,00
I.A.	6	33,67	1,97	32,00	36,00

Teniendo en cuenta la marcada diferencia en la Intensidad para ambos grupos, se analizó la contribución de esta variable para los establecimientos con menos de 500 cabezas de ganado (grupo A: establecimientos del 1 al 6) y para los que tienen cantidades mayores a 500 (grupo B: establecimientos del 7 al 12). Los resultados se muestran en la Tabla 4 (a) y (b).

La contribución del factor intensidad (IN) y Extensión (EX) en la valoración del Impacto Ambiental se incrementan al pasar del Grupo A al Grupo B, mientras que las contribuciones del momento de manifestación del impacto (MO), y la regularidad de la manifestación (PR) disminuyen (Tabla 5).

Tabla 5: Porcentaje de contribución de IN, EX, MO, PR sobre I.A. para el Grupo A y Grupo B.

	% IN	% EX	%MO	%PR
Grupo A	10,0	15,5	17,7	10,0
Grupo B	17,8	19,8	12,8	7,9

Se determinó que existe una relación inversa entre la profundidad freática y el momento de manifestación del impacto ($r = -0,56$; $n = 12$). Se considera que la profundidad freática mayor a 2 m es aquella a partir de la cual el riesgo es bajo (NSW, 1998), por ello se agruparon los establecimientos en función de la ubicación de la capa freática (Tabla 6).

Tabla 6: Valoración del momento de manifestación del impacto ambiental (MO) en función de la profundidad freática

	Profundidad < 2m					Profundidad > 2m						
Establecimiento	1	4	8	9	10	11	12	2	3	5	6	7
Profundidad Freática (m)	1,5	1,5	1	1	1,5	8	12	3	8	20	3	10
Valoración (MO)	4	8	8	8	4	2	2	4	4	4	8	2
Promedio (MO)	6,4					3,7						

Hubbard y Sheridan (1994), afirmaron que una vez que el suelo ha sido impactado por una alta carga de desechos animales, la contaminación de capas subterráneas poco profundas puede continuar varios años. Los resultados de este trabajo muestran que en los establecimientos con capa freática más superficial el plazo de manifestación del impacto ambiental es más inminente (entre inmediato y crítico). Sin embargo, y considerando el mismo grupo, la situación es relativamente menos restrictiva en los establecimiento n° 1 y 10, el primero ubicado en una zona alta del paisaje y el segundo con un horizonte con alto contenido de arcilla, lo que constituye un impedimento para el movimiento de agua en profundidad y mantiene a la capa freática con menor riesgo de contaminación (Figura 1).

Esta situación pone en evidencia que el solo requisito de profundidad freática podría ser revisado en planteos donde un horizonte subsuperficial duro y continuo (tosca, roca, etc.) impongan una barrera a la infiltración. Por otro lado, podría ser insuficiente si la textura de suelo es muy gruesa (arenosa) y la capacidad de retención hídrica es limitada.

CONCLUSIONES

Los aspectos significativos que inciden en la valoración del Impacto Ambiental sobre el medio físico agua a partir la emisión de contaminantes son:

- Intensidad del Impacto (IN)
- Extensión del Impacto (EX)

- Plazo de la Manifestación del Impacto (MO)
- Periodicidad del Impacto (PR)

Las dos primeras (IN y EX) dependen del número de cabezas, en tanto que el plazo de manifestación (MO) de la profundidad freática y características del suelo, y la periodicidad (PR) de las características del sistema de explotación.

El dimensionamiento del establecimiento es el aspecto que influye con mayor incidencia en la valoración del Impacto Ambiental, puesto que entre Intensidad y Extensión aportan el 25,5% en el Grupo A y 37,6% en el Grupo B.

El Plazo o Momento de Manifestación (MO) es el parámetro de mayor dispersión cuadruplicando su valoración entre los casos más desfavorables y los menos desfavorables.

Los establecimientos con suelos llanos, anegables y con capas freáticas a poca profundidad son los más vulnerables y sería importante un monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de aguas subterráneas por la potencialidad de su contaminación. Por otra parte, sería importante una ponderación más precisa de la incidencia de diferentes tipos de suelo sobre la conductividad hidráulica.

REFERENCIAS

1. Andriulo, A., Sasal, C., Améndola, C. & Rimatori, F. (2003). Impacto de un sistema intensivo de producción de carne vacuna sobre algunas propiedades del suelo y del agua. *RIA*, 32 (3), 27-56.
2. Burton, C.H. & Turner, C. (2003). *Manure management: Treatment strategies for sustainable*. 2º ed. Silsoe Research Institute Silsoe Bedfords. pp. 451.
3. Conesa Fernández Vitora, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación de impactos ambientales*. 4ª ed. Madrid, Mundi Prensa. 864p.
4. EPA-South Australia. (2007). *Environmental Assesment Guide for planners. Cattle feedlots*. http://www.epa.sa.gov.au/xstd_files/Industry/Guideline/ea_cattle.pdf.
5. Herrero, M.A. & Gil, S.B. (2008). Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. *Ecología Austral*, 18, 273-289.
6. Hubbard, R.K. & Sheridan, J.M. (1994). Nitrates in groundwater in the southeastern USA. In: *Contamination of groundwaters*. Adriano, D.C.; Iskandar, A.K. and Murarka, I.P. (Eds.), Science Reviews, Northwood USA, 525 pp.
7. NSW (1998). *Inter-Departmental Committee on Intensive Animal Industries. Feedlot Section. The New South Wales feedlot manual*. 2ª ed. NSW Agriculture.
8. Pordomingo, A. (2001). *Proyecto INTA N° 360 Contaminación por intensificación ganadera*. INTA. Programa de Gestión Ambiental.
9. Viglizzo, E.F. & Frank, F.C. (2010). Erosión del suelo y contaminación del ambiente. In: *Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental* (Viglizzo, E. F.; Jobbágy E. eds).37-42. INTA Buenos Aires, Argentina.
10. Wyngaard, N., Picone, L., Videla, C., Zamuner, E. & Maceira, N. (2011). Impact of Feedlot on Soil Phosphorus Concentration. *Journal of Environmental Protección*, 2, 280-286.

