

## Manejo de efluentes en instalaciones tamberas

Karina García

La producción de leche en Argentina comenzó en la década de los '90 un importante proceso de intensificación y concentración de los rodeos lecheros, donde, los grandes establecimientos fueron absorbiendo a los más pequeños. La disminución del número de tambos ha sido acompañada por un marcado crecimiento del tamaño de los rodeos, aumentando la carga animal por unidad de superficie, entre otros aspectos (Cuadro 1). Esta transformación del sistema productivo ocasiona, además de un aumento en los valores de producción individual de leche, un fuerte incremento de las cantidades de efluentes y residuos generados, donde en general, no existe en las instalaciones de ordeño, una adecuación de la infraestructura ni una planificación sobre su destino final que pueda hacer frente a este proceso de una forma sustentable y eficiente. Ante esta situación, es de suma importancia el manejo y el tratamiento que se hace de estos residuos, un tema que aún hoy en Argentina se encuentra escasamente desarrollado.

**Cuadro 1.** Evolución de la cantidad de unidades productivas (tambos), de vacas totales (VT) e indicadores de escala y de producción animal. Fuente: Taverna 2013 utilizando SENASA, MAGyP e INTA.

ITEMS	ANOS				VARIACION ANUAL		
	1988	2002	2008	2012	88/02	02/12	88/12
Tambos (unidad)	30.141	15.000	11.805	11.354	-3,6%	-2,4%	-2,6%
Vacas Totales (x 10 <sup>3</sup> )	2.010	2.005	1.784	1.748	-0,02%	-1,3%	-0,5%
Producción (litros/tambo/día)	551	1.557	2.323	2.736	+13,6%	+7,5%	+12%
Escala (vacas/tambo)	67	134	151	154	+7,4%	+1,5%	+5,6%
Producción Individual (litros/VT/día)	8-9	11-12	15-16	17-18	+2,5%	+5,2%	+4,4%

<sup>2</sup> Valor que incluye los casos de cese de actividad, fusión de tambos y apertura de nuevos.

En nuestro país, existen actualmente, alrededor de 11500 tambos y 1,8 millones de vacas en ordeño (MAGyP, 2013). Estudios realizados en diferentes cuencas lecheras (Taverna y Charlton, 1999; Nosetti y col., 2002; Herrero y col., 2009) demuestran que, si se considera un tambo de 100 vacas, este requeriría diariamente para el lavado de la instalación de ordeño y de los equipos, entre 3000 a 10000 litros de agua y podría generar entre 36 y 100 kg de materia seca provenientes principalmente del estiércol y de los restos de alimentos. Si bien existe una fuerte variabilidad entre los volúmenes de agua requeridos y de efluentes generados en cada caso, se puede decir que de acuerdo a numerosos ensayos y relevamientos realizados durante los últimos años, se estima que en promedio un tambo genera aproximadamente 50 litros de efluentes por vaca y por día, valor que explica la magnitud y relevancia del tema.

El efluente líquido proveniente del lavado de las instalaciones de ordeño posee una gran cantidad de sólidos (en suspensión y disueltos), materia orgánica, microorganismos, así como cantidades significativas de N y P, entre otros constituyentes. Estos componentes pueden contaminar cursos de agua superficial y subterráneos, por lo que es necesario un tratamiento adecuado antes de su disposición final de acuerdo a las leyes pertinentes. Sin embargo, si se maneja adecuadamente, una fracción de ese efluente generado puede ser aprovechado como fertilizante para la mejora de la productividad del suelo o se puede recircular (una vez tratado) para el lavado de las instalaciones, lo cual también disminuye el volumen final de volcado.

### Estrategias de manejo y tratamiento

Internacionalmente existe una heterogeneidad de estrategias, que responden a los grados de contaminación ya generados (UE, EEUU) y a la concientización de la sociedad a través de una legislación crecientemente imperativa en el control de la contaminación. Schmidt, D. y Wrigley, R. (2001) coinciden con que las estrategias de control de los efluentes son variadas y que deben ser adaptadas a las condiciones particulares de cada país y predio en particular. En 1965 Loehr observó que el tratamiento anaerobio con lagunas ofrecía una posibilidad para tratar grandes cantidades de efluentes que se originaban en las concentraciones del ganado; y en 1974 informó que cuando la concentración de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) excede los 4000 mg/l, los métodos anaerobios resultaban más baratos que los aerobios. Kiely (1999) reafirma lo planteado por Loehr (1965) y Lusk (2002), quienes establecen que para el tratamiento de residuos ganaderos los sistemas anaerobios son los procesos unitarios que más contribuyen a la reducción de la contaminación. En *Estados Unidos*, las lagunas anaeróbicas y las fosas de almacenamiento son los tipos más comunes de estructuras de almacenamiento usadas para estos residuos. En *Nueva Zelanda* el tratamiento es principalmente mediante la aplicación como riego, o a través de dos lagunas de estabilización, siendo la primera anaeróbica y la segunda facultativa. En *Australia*, el sistema más utilizado son dos lagunas en serie, diseñadas en base a los sólidos volátiles totales, la carga orgánica (DBO<sub>5</sub>), el flujo volumétrico y el tiempo de retención (Wrigley, 1994). En *Uruguay*, a partir de resultados internacionales y de experiencias propias, se infiere que el sistema de tratamiento que mejor se adapta a la dinámica de los tambos es el de lagunas de estabilización.

En nuestro país, gran parte de los antecedentes en el tema se corresponden a los obtenidos en la Estación Experimental

Agropecuaria (EEA) Rafaela del INTA en donde desde hace aproximadamente 15 años se divulgan resultados y experiencias prácticas, recogidas a través de la ejecución de proyectos de investigación, con el objetivo de brindar pautas técnicas conducentes a un manejo racional y sustentable de los efluentes de tambos. Una de ellas es la propuesta denominada “Manejo de efluentes de tambos INTA Rafaela”, el cual responde a muchas de las necesidades y requerimientos de nuestro país. Aún así, se continúan realizando mejoras e incorporaciones tanto al sistema como fuera de él, de manera que la propuesta se adecue a las variaciones del sector lechero del país.

Independientemente del manejo y tratamiento por el que se opte, es importante conocer qué y cuanto es lo que se está generando en cada instalación, ya que, como se mencionó anteriormente, la variabilidad que existe es muy amplia, debido a que depende directamente de la rutina y el manejo que se haga en cada tambo, entre otros factores. Es importante también, tener en cuenta que los efluentes líquidos y los residuos sólidos generados en el tambo, constituyen una fuente de nutrientes, que, utilizados de manera correcta pueden reemplazar parte del uso de los fertilizantes comerciales. Para esto, es necesario e importante, conocer las cantidades de nutrientes que son aportados a los diferentes cultivos, de manera de ajustar las dosis de los fertilizantes comerciales, a los requerimientos según el cultivo y el suelo en cuestión, por un lado, y de evitar o minimizar la contaminación de agua superficial y subterránea por percolación y escorrentía.

Retomando al sistema de manejo de efluentes INTA Rafaela, el mismo consta básicamente de una etapa de separación de sólidos (tratamiento físico), una de almacenamiento en lagunas en serie (tratamiento biológico) y una final de reutilización y/o disposición final.

En cuanto a la separación de la fracción sólida de los efluentes como parte del tratamiento, es de especial importancia, ya que disminuye su carga orgánica, el nivel de patógenos y la cantidad de sólidos que ingresan a las lagunas de tratamiento (que se acumulan en el fondo, haciendo que deban limpiarse con mayor frecuencia). Además concentra la materia orgánica y los nutrientes en una forma que facilita la aplicación directa de los mismos al campo. Esta separación puede realizarse de diferentes formas tales como la sedimentación, evaporación en lagunas, centrifugación y el filtrado mediante tamices. En la EEA Rafaela del INTA actualmente funciona un tamiz estático que cumple dicha función (Imagen 1).

Mediante el bombeo desde una cámara de almacenamiento temporario, el efluente crudo ingresa al tamiz a través de una tubería embridada ubicada en la parte trasera del equipo. El efluente fluye hacia el cajón de alimentación, en donde el nivel de líquido va aumentando, hasta llegar a desbordarlo, cayendo en forma de lámina de agua homogénea que se desliza por gravedad a través de toda la superficie del tamiz, en donde, por la forma geométrica de la malla filtrante se produce la separación líquido-sólido. El líquido filtrado pasa a través de las ranuras depositándose en el cajón de salida el cual es direccionado hacia las lagunas de estabilización en serie. Los sólidos que se van acumulando sobre la malla, van deslizándose a medida que sigue fluyendo efluente crudo, hasta caer sobre el playón de sólidos, en el cual se acumulan y almacenan por un tiempo determinado antes de su utilización. Existen varias aberturas de ranura de malla, en este caso se utiliza un tamaño de abertura de 1,25 mm. En el Cuadro 2 puede verse la eficiencia del tamiz, a través de la evaluación de algunos parámetros indicativos de su funcionamiento. La eficiencia de remoción se calcula como la diferencia porcentual entre el valor a la entrada y a la salida del tamiz (García et al., 2011).



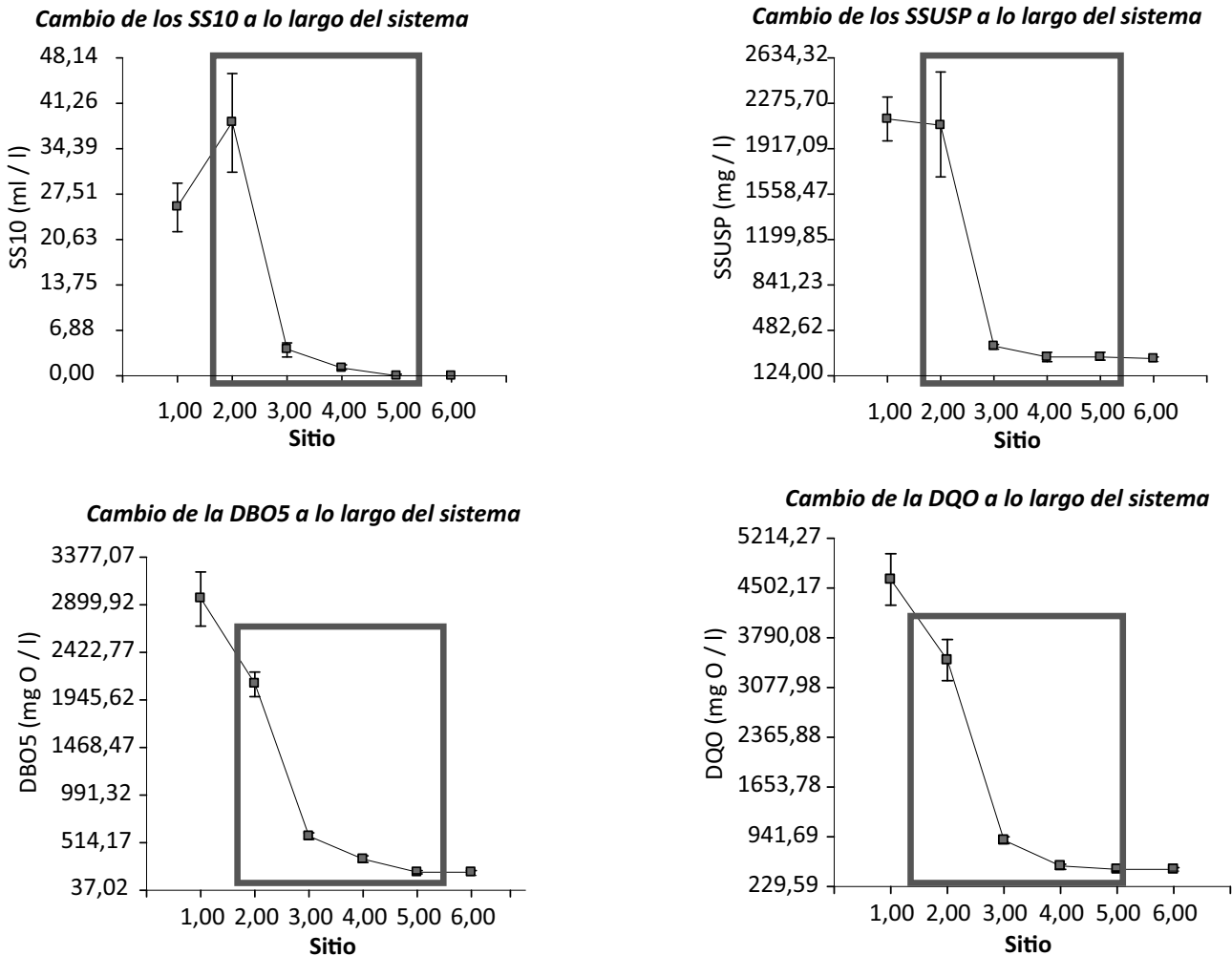
Imagen 1 . Tamiz estático instalado en la EEA Rafaela

**Cuadro 2.** Caracterización del efluente a la entrada (E) y a la salida (S) del tamiz, junto con la eficiencia de remoción del equipo. (MS = materia seca, MO = materia orgánica, SST = sólidos suspendidos totales, SSV = sólidos suspendidos volátiles, SS10´ = sólidos sedimentables a los 10 min y SS2h = sólidos sedimentables a las 2 hs)

PARÁMETRO	MS (%)		MO (%MS)		SST (mg/l)		SSV(mg/l)		SSEDIM (ml/l)			
	E	S	E	S	E	S	E	S	SS10´		SS2h	
									I	S	I	S
PROMEDIO	1,4	1,0	56,1	52,0	6350	4073	5142	2941	125,6	94,0	107,2	61,6
Eficiencia de Remoción (%)	26,8		7,3		35,6		42,3		31,5		45,3	

En cuanto al tratamiento biológico, las lagunas constituyen el método más utilizado, no solo como proceso de tratamiento en sí, sino y sobre todo existen en la mayoría de los establecimientos como medio de almacenamiento (llamadas comúnmente “fosas”, en su mayoría sin un dimensionamiento ni una planificación adecuada). Si las lagunas son dimensionadas correctamente para un tratamiento biológico, generalmente se las construye en serie (al menos dos, una anaeróbica y otra facultativa), pudiendo reducir como mínimo, el 70% de la materia orgánica que contienen los efluentes. La digestión anaeróbica (biodigestores) de estos residuos se presenta también como una alternativa de tratamiento, donde además, se obtienen subproductos que valorizan estos residuos: gas y abono orgánico (digerido). En muchas oportunidades, la eficiencia del proceso biológico, es mejorada a partir de la codigestión de los residuos del tambo junto con otro residuo orgánico de diferente origen.

En la EEA Rafaela, luego del tamiz existen 3 lagunas de estabilización en serie, la primera anaeróbica y las otras dos facultativas. Como ejemplo de su funcionamiento se muestran en la imagen 2, el comportamiento de algunos parámetros evaluados a la entrada y a la salida de cada una de las lagunas (García et al., 2008).



**Imagen 2.** Valores de parámetros específicos obtenidos a la entrada y salida de cada una de las lagunas (recuadro azul – sitios 2, 3, 4 y 5). (SSUSP = sólidos suspendidos, DBO5 = demanda biológica de oxígeno a los 5 días, DQO = demanda química de oxígeno).

Finalmente, en cuanto a la reutilización y/o disposición final, cabe mencionar que para cualquiera de las 2 opciones hay que tener en cuenta, además de determinados valores de ciertos parámetros adecuados para cada caso, la implementación de buenas prácticas que hagan de dicho manejo, un uso seguro de este material.

Un buen destino que se le puede dar a los mismos es el reciclado dentro del sistema productivo, de manera que el efluente almacenado puede aplicarse como fertilizante utilizando carros-tolvas, tanques estercoleros o equipos de riego (Charlón y Taverna, 2004) Para una correcta aplicación de los residuos orgánicos como fertilizante agrícola es necesario considerar la composición de los mismos y los requerimientos nutricionales del cultivo al que se va a aplicar. Es importante recordar que el suelo no es un vertedero y que los abonos orgánicos deben estar libres de contaminantes, patógenos y se deben aplicar en dosis adecuadas, de acuerdo a un plan de gestión (Solé y Flotats, 2004) El desconocimiento sobre la composición de los diferentes residuos, la eficiencia de uso de los nutrientes que contienen y su posible efecto residual entre otros factores dificulta una adecuada aplicación de los mismos.

La preocupación por el impacto ambiental generado por las actividades productivas es un tema que ha cobrado relevancia en los últimos años. Esto se ve reflejado en las reglamentaciones vigentes en materia medio ambiental, las cuales cada vez son mayores y más estrictas. Las actividades agropecuarias no escapan a esta realidad y en este contexto, la generación de efluentes en instalaciones lecheras es un problema que se está viendo cada vez más como un factor importante no solo dentro de las buenas prácticas de manejo, sino también, como condicionantes para la exportación. En Argentina, las normativas vigentes sobre el uso de los efluentes de tambo son poco específicas/adaptadas. Profesionales del sector público y privado (Fariña, 2014; INTA-AACREA, 2014), acordaron priorizar temas de I+D+i que posibiliten abordar integralmente la problemática. Someramente, se propone desarrollar e incorporar a las normas vigentes adaptaciones que faciliten el proceso de adopción, incluyendo el aprovechamiento agronómico de los efluentes dentro del predio como práctica sustentable. Las propuestas deben enmarcarse en buenas prácticas que minimicen los riesgos de impactos ambientales y sanitarios. Si bien se considera tomar como marco de referencia antecedentes y normativas existentes en países productores, exportadores e importadores de lácteos, resulta imprescindible la experimentación local.

En cualquiera de los casos mencionados, el manejo que se realice de los efluentes es determinante para limitar su efecto negativo sobre el ambiente, la salud humana y animal.

## BIBLIOGRAFIA

- Charlón, V.; Romero, L.; Cuatrín, A. Taverna, M. 2004. Efecto de la utilización de los residuos orgánicos en un verdeo de invierno. 27º Congreso Argentino de Producción Animal. Vol.24 Supl. 1.pág. 324-326.
- García, K., Charlón, V., Cuatrín, A., Taverna, M. y Walter, E. 2008. Evaluación de un sistema de tratamiento aplicado a efluentes generados en las instalaciones de ordeño. Revista Argentina de Prod. Animal. ISSN 0326-0550. Vol. 28/2008/Sup.1. p-p 282-283.
- García, K.; Charlón, V.; Cuatrín, A.; Taverna, M.; Walter, E. 2008. Determinación de las eficiencias de remoción de contaminantes logradas por un sistema de tratamiento de efluentes generados en tambos. ISBN 978-987-1253-89-0.
- García, K.; Arenas, M., Filipone, J. y Charlón, V. 2011. Evaluación de un tamiz estático para el tratamiento de los efluentes de tambo. Revista Argentina de Prod. Animal. ISSN 0326-0550. Vol. 31/2011/Sup. 1.
- García, K., Charlón, V. 2011. Recirculación y reutilización del efluente de tambo luego de su tratamiento: cambios en la eficiencia del sistema. ISBN978-987-1253-89-0
- Herrero, M.A; Gil, S.B. 2008. Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. Ecología Austral 18:273-289.
- Kiely, G., 1999. Ingeniería Ambiental. Ingeniería Ambiental, Fundamentos, Entornos, tecnologías y Sistemas de Gestión. Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Loehr, R. C., 1965. Effluent quality from anaerobic lagoons treating feedlot wastes. J Water Poll, Control Fed, 39, 384.
- Lusk, P., 2002. La recuperación del Metano de abonos animales. El registro Actual de Oportunidades. Departamento de Información de Energía en EE.UU.
- Minagri, 2013. <http://www.minagri.gob.ar/site/index.php>
- Solé, F., Flotats, X., 2004. Guia de tècniques de gestió ambiental de residus agraris. Proyecto Trama-Life.Fundació Catalana de Cooperació. Lleida, España.
- Nosetti, L., Herrero, M. A., Pol, M., Maldonado May, V., Iramain, M., Flores, M., 2002. Cuantificación y caracterización de agua y efluentes en establecimientos lecheros, 1. Demanda de agua y manejo de efluentes. Revista INVet – Vol 4 (1):37-43.
- Taverna, M., Charlón, V., Panigatti, C., Castillo, A., Serrano, P., Giordano, J., 1999. Manejo de los residuos originados en las instalaciones de ordeño. INTA, Argentina.
- Wrigley, R. J. and May, P. B., 1994. The Potential Utility of Feedlot Manure as a Soil Amendment and Promoter of Plant Growth. Engineering in Agriculture Conference, Albury, NSW.