

# Manejo de los efluentes de tambo

Omar Casanova\*, Aníbal Durán\*, Ricardo Mello\*\*, Amabelia del Pino\*

NOTA TÉCNICA

## INTRODUCCIÓN

La consideración de un sistema de producción lechera sostenible, pensado en función de un sector exportador atento a estrictas normas de seguridad alimentarias, obliga a realizar esfuerzos técnicos y económicos para su superación. En el futuro la producción láctea deberá alcanzar calidad y productividad manteniendo los recursos que le sustentan: suelo y agua. Las pérdidas de la productividad del suelo, y el deterioro de los recursos hídricos ponen en riesgo el principal bien de este tipo de producción: mejores condiciones de vida para el productor y su familia.

En Uruguay el uso intensivo del suelo, con laboreo y retiro de la biomasa producida, ha llevado a su deterioro. En este contexto, el reciclaje de los materiales acumulados durante el ordeño para uso productivo puede ser una forma de recuperación y/o de detención del deterioro de las propiedades físico-químicas del suelo.

Diariamente en el Uruguay se estarían produciendo aproximadamente 300 tt de estiércol que podrían ser recuperadas desde la sala de ordeño. Potencialmente estaríamos recuperando aproximadamente 3 tt de nitrógeno (N), 3 tt de potasio (K) y 0.6 tt de fósforo (P), o en su defecto, lo estaríamos volcando a los cauces de agua.

En este trabajo se pretendió caracterizar y evaluar el efecto de la aplicación de efluentes de lechería sobre la producción de verdeos y la productividad de un suelo de la Cuenca Lechera Sur del Uruguay. Se comparan dos manejos de efluentes: pileta de retención de sólidos y laguna anaeróbica.

El experimento, consistente en la producción de una secuencia de cultivos forrajeros, se instaló en un potrero de 6 ha sobre un Planosol Eútrico melánico con pendientes menores a 3%, disponiéndose los tratamientos en de aplicación de

efluentes en franjas.

El sistema de tratamiento de efluentes estaba compuesto por una pileta de retención de sólidos, una laguna anaeróbica, un canal aeróbico y una laguna de deposición final.

A continuación se describen los tratamientos de aplicación de efluentes al suelo. Por tratarse de materiales de diferente origen y características, su aplicación se realizó con diferente frecuencia. Al comienzo del experimento se aplicó al suelo, por única vez, el material acumulado durante 5 años en la laguna anaeróbica en dosis de 88 y 176 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (tratamientos L1 y L2). La aplicación de 88 m<sup>3</sup> corresponde en promedio a 246 kg ha<sup>-1</sup> de N, 97 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 581 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. El contenido de la pileta de retención fue retirado cada 20 días y distribuido en franjas en dos dosis (EFL1 y EFL2) habiendo un tratamiento testigo que recibió, en cada corte de los verdeos, una cantidad de N, como urea, comparable al aporte de EFL1. En la dosis EFL1 se aplicaron en total en los tres años el equivalente a 574 kg de N, 205 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 317 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> y el doble de esas cantidades en EFL2.

Se realizó una secuencia de verdeos de invierno y verano durante 3 años (avena en el período otoño-invierno de 2000, sorgo forrajero en el período primavera-verano de 2000-2001, raigrás en otoño-invierno de 2001, sorgo forrajero en primavera-verano de 2001-2002, raigrás en otoño-invierno de 2002 y 2003). Se evaluó rendimiento y cantidad de nutrientes absorbidos por los verdeos (N, P y K). Adicionalmente en los lugares de deposición de efluentes y canales de desagüe se

midieron los contenidos de sólidos totales (MS), N, P y K, y parámetros ambientales (DQO, DBO<sub>5</sub>). DBO<sub>5</sub> es la cantidad de oxígeno (mg L<sup>-1</sup>) que necesitan las bacterias para descomponer las sustancias orgánicas presentes, durante cinco días a 20 °C y DQO es la cantidad de oxígeno (mg L<sup>-1</sup>) necesario para la oxidación de la materia orgánica por un agente químico en medio ácido. Se considera un residuo fácilmente biodegradable, cuando la relación DQO/DBO<sub>5</sub> = 2 - 3, y cuanto mayor a 3 es la relación, menos biodegradable será el residuo y evidentemente más difícil su tratamiento por procesos biológicos.

## PRINCIPALES RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La pileta de retención de sólidos actúa como almacenamiento intermedio del efluente antes de llegar a la laguna anaeróbica. Su principal aporte en nutrientes es a través del N, notándose una importante variabilidad en composición en las diferentes aplicaciones (Cuadro 1). Este material, por su baja concentración, eleva el costo de uso, debiéndose transportar a la chacra grandes volúmenes. Requiere buena infraestructura de caminos y maquinaria especialmente diseñada para este trabajo (estercolera), tornándose más compleja su utilización en épocas húmedas. En aplicaciones de 50.000 L ha<sup>-1</sup> se aplicarían promedialmente 7.700 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca, correspondiendo a 82,5 kg ha<sup>-1</sup> de N, 32 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 49,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Los resultados para 3 años de verdeos

**Cuadro 1.** Caracterización química del efluente de la pileta de retención de sólidos (MS, N, P y K, promedio, desvío estándar, STD y coeficiente de variación, CV).

	MS (%)	N (%)	P (%)	K (%)
Promedio	15,4	1,12	0,19	0,53
STD	2,4	0,20	0,06	0,14
CV(%)	15,3	17,5	37,1	26,0

\*Ings.Agrs. Dpto. de Suelos y Aguas. Facultad de Agronomía.

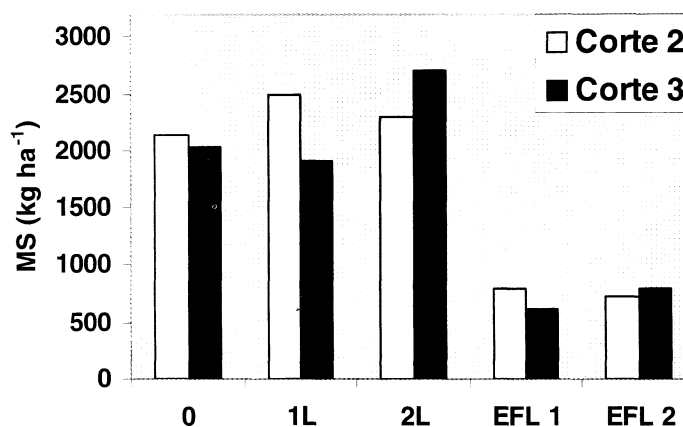
\*\*Ing.Agr. Dpto. Producción Animal y Pasturas, Centro Regional Sur (CRS).

de raigrás-sorgo a los que se les aplicaron efluentes de la pileta de retención de sólidos, no mostraron incrementos del rendimiento, habiéndose producido efectos negativos en aplicaciones en cobertura cuando se pretendió usar como material para refertilizar cultivos instalados (Figura 1). Se esperaba que la aplicación de efluentes de pileta de retención de sólidos produjera un mejoramiento en las propiedades físicas y biológicas del suelo, lo que no se reflejó en los resultados. La alta relación C/N del material y la presencia de restos parcialmente degradados podrían explicar estos resultados. Se observó que la aplicación del efluente sobre el cultivo en emergencia y/o luego del pastoreo produjo una costra del residuo, que probablemente afectó negativamente el intercambio gaseoso y los procesos de transformación de los restos orgánicos a nivel del suelo. En consecuencia, a los procesos de inmovilización de nutrientes esperable por el tipo de estiércol, debemos agregar la creación de un ambiente físico desfavorable.

Los efluentes provenientes de la laguna anaeróbica en cambio, muestran un material evolucionado y casi estabilizado, de C/N bajo (Cuadro 2). Si bien el contenido de N era bajo (menos de 1%), los volúmenes elevados agregados dieron mayor relevancia al reciclaje de este nutriente. En el Cuadro 3 se observa la distribución de nutrientes en el perfil de la laguna anaeróbica a partir del muestreo realizado al desagotarla mediante retroexcavadora.

Hubo gran variación en el contenido de materia seca, siendo menor la variación de los nutrientes lo que permitió, mediante la secuencia de aplicación (alternancia del lugar de descarga de los camiones), homogeneizar las aplicaciones. Aplicaciones de 88 m<sup>3</sup> corresponden en promedio a 30.000 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca con 246 kg ha<sup>-1</sup> de N, 97 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 581 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Una vez utilizado el efluente, las elevadas cantidades aplicadas y las condiciones de distribución del material probablemente aumentaron la salinidad del suelo por lo cual es recomendable su incorporación anticipada y/o la instalación de cultivos con baja sensibilidad a la salinidad.

Los resultados de producción de cultivos en los tres años posteriores a la aplicación muestran un efecto positivo, con ganancias en la productividad del 15% para la dosis de 88 m<sup>3</sup> y 23% para una dosis de 176 m<sup>3</sup> (Cuadro 4).



**Figura 1.** Producción de forraje de sorgo (materia seca, MS, Kg ha<sup>-1</sup>) en dos cortes (8/02/2002 y 21/03/2002), en suelos tratados con efluentes de laguna anaerobia (1L y 2L), efluentes de la pileta de retención de sólidos (EFL1 y EFL2) y testigo (0).

**Cuadro 2.** Caracterización química de material de la laguna anaeróbica. Promedio de los diferentes estratos, desvío estándar, (STD) y coeficiente de variación (CV).

	% MS	%N	%P	%K	C/N
Promedio	31,4	0,89	0,15	1,74	14,7
STD	14,2	0,23	0,04	0,65	1,6
CV (%)	45,4	25,5	27,1	37,2	11,1
Minimo	14,5	0,56	0,08	1,33	11,9
Maximo	63,7	1,27	0,22	3,50	17,1
Nº estratos	16	16	16	16	16

**Cuadro 3.** Distribución de nutrientes en el perfil de la laguna anaeróbica.

Profundidad (m)	% MS	%N	%P	%K
0 – 0,75	19,1	1,10	0,15	1,48
0,75 – 1,2	22,0	1,03	0,15	1,44
1,2 – 2,2	31,9	0,80	0,12	1,41
2,2 – 3,5	22,0	1,07	0,15	1,38

**Cuadro 4.** Efecto de efluentes de laguna anaeróbica sobre la productividad de verdeos de raigrás y sorgo durante tres años (rendimiento relativo respecto al testigo).

Tratamiento	Aumento productividad (%)	CV(%)
Testigo - Base 100	100	-
Laguna anaeróbica (dosis 88 m <sup>3</sup> )	115	15,0
Laguna anaeróbica (dosis 176 m <sup>3</sup> )	123	9,1

A los efectos anteriores, debemos agregar la ventaja de la laguna anaeróbica de realizarse el reciclaje cada 4 ó 5 años, todo lo cual hace de este tipo de manejo una buena alternativa de reciclaje.

En el Cuadro 5 se muestran la concentración de sólidos, DQO y DBO<sub>5</sub> así como la relación DQO / DBO<sub>5</sub> de los efluentes en los muestreos periódicos realizados. Estos parámetros sirvieron para evaluar la capacidad de descontaminación del sistema.

Los parámetros medidos indican una disminución en el contenido de sólidos totales a medida que se realiza el tratamiento de efluentes, lo mismo ocurre con los parámetros DBO<sub>5</sub> y DQO. En el 80% de los datos observados la relación DQO / DBO<sub>5</sub> es aceptable, con valores menores a 3, lo que indica que el efluente se biodegrada en el sistema de tratamiento planteado en el predio. En los casos en que se observó valores altos de este cociente es posible suponer que hubo eventos que rebasaron la capacidad del sistema de manejo de efluentes, ya que coinciden con alto nivel de sólidos en la salida de la laguna, canales y tajamar.

#### MENSAJES EMERGENTES

-La definición del sistema de manejo de efluente no debe ser ajena a las condiciones posteriores de reciclaje y/o deposición final. Existirán tantos posibles sistemas como unidades productivas hayan. De la incorporación de cada productor a un sistema sostenible en el tratamiento de los efluentes dependerá la supervivencia de un entorno apropiado para lograr elevados estándar de calidad de producción y de su propia calidad de vida. La sumatoria de los esfuerzos de los productores individuales, junto con las transportistas y la industria, serán la garantía de una producción lechera sostenible a nivel nacional y de acuerdo con los mercados internacionales.

-La aplicación directa de los efluentes

**Cuadro 5.** Parámetros ambientales: DBO<sub>5</sub>, DQO, Relación DQO / DBO<sub>5</sub> y sólidos totales de los efluentes en las diferentes etapas de su deposición, desde el punto más cercano a la sala de ordeño (pileta de retención) hasta la más alejada (tajamar).

	Pileta retención	Laguna anaeróbica	Salida lag. anaeróbica	Canal 1	Canal 2	Tajamar
<b>Sólidos</b>			mg / L			
Abril 2001	19.900		7.400	730	330	290
Agosto 2001	8.820	325		1.900	2.600	170
Dic 2001	6.030	189		2.070	3.200	280
Julio 2002	13.014		11.170	34.870	3.980	350
Mayo 2003	5.904		75.969	2.523	2.200	1.785
<b>DBO<sub>5</sub></b>			mg / L			
Abril 2001	8.150		3.200	950	460	250
Agosto 2001	5.930	22.320		710	981	30
Dic 2001	6.010	24.570		1.535	1.010	65
Julio 2002	1.720		3.160	861	744	9
Mayo 2003	1.170		2.202	270	200	9
<b>DQO</b>			mg / L			
Abril 2001	19.900		7.850	1.550	990	615
Agosto 2001	7.535	43.860		1.190	1.495	130
Dic 2001	8.940	53.055		8.335	1.720	100
Julio 2002	5.944		8.840	21.951	4.345	72
Mayo 2003	6.368		29.687	1.186	340	191
<b>DQO/DBO<sub>5</sub></b>						
Abril 2001	2,4		2,5	1,6	2,2	2,5
Agosto 2001	1,3	2,0		1,7	1,5	4,3
Dic 2001	1,5	2,2		5,4	1,7	1,5
Julio 2002	3,5		2,8	25,5	5,8	8,0
Mayo 2003	5,4		13,5	4,4	1,7	21,2

frescos de la pileta de retención de sólidos no tuvo efectos positivos ni en la producción de los verdes ni en la mejora de las propiedades del suelo.

-Los materiales de la laguna anaeróbica, en cambio, presentaron buenos resultados en aplicaciones a sistemas intensivos de producción en el propio predio a través del aumento de la productividad del sistema. Los muestreos realizados en la salida de la laguna por otra parte muestran bajos niveles de contaminación.

-Actualmente existen alternativas que

permitirían mejorar los índices de recuperación observados en la propuesta expuesta. Sistemas con recuperación de gases (CH<sub>4</sub>) y utilización de filtros biológicos lograrían una afectación mínima de los recursos naturales, haciendo más sostenible la producción láctea, anticipándose inclusive a futuras barreras a las exportaciones

-Esperamos que en el año 2012, cuando se realice el próximo balance ambiental, no existan unidades lecheras productivas sin algún sistema de tratamiento de efluentes. ▽

**¿Ya visitó nuestra página web?**

ahora con nuevo diseño: [www.fagro.edu.uy/eemac/web](http://www.fagro.edu.uy/eemac/web)



**E.E.M.A.C.**