

Volver a: [Sustentabilidad agropecuaria](#)

Transformar un residuo en un insumo valioso

CLAUDIO M. KVOLEK

kvolek@agroassay.com.ar

EZEQUIEL ROMERO

ezequiel@carperatio.com.ar

02337-15400129

Un aporte de carbono excepcional para los planteos extractivos

El estiércol y los efluentes generados en las producciones animales suponen un recurso valioso y tal vez la única enmienda hoy a mano en forma relativamente económica, capaz de aportar carbono a los sistemas agropecuarios, desbalanceados negativamente debido a la problemática generada por la intensificación del uso del suelo sobre todo en planteos altamente extractivos como aquellos donde los cultivos destinados para silo son parte de su rotación.

Las mejoras a partir de las enmiendas se verán reflejadas principalmente en las propiedades químicas (aumento del contenido de nutrientes y de materia orgánica), las propiedades físicas (capacidad de captación y retención hídrica del suelo) y las biológicas (actividad macro y



microbiana). Además existe un interés centrado particularmente en las cantidades de fósforo, nitrógeno, calcio y micronutrientes de amplia disponibilidad que pueden aportar estos residuos, transformados ahora en insumos, mirados desde la óptica de la eliminación de un potencial contaminante transfor-

mándolo en producto de alto valor agroeconómico.

Medioambiente, estiércol y efluentes

Como el medioambiente es responsabilidad de todos y debemos actuar

Diferencia entre un corral limpio y uno con estiércol acumulado.



para resguardar los recursos naturales (principalmente el agua) y la salud de la población, los riesgos asociados a la producción con animales estabulados son:

- microorganismos presentes en el estiércol que pueden producir enfermedades en personas o animales si estos consumen agua o alimentos contaminados.
- contaminación de agua subterránea por nitratos y fosfatos (y otros elementos) que alcance pozos de bebida.
- contaminación visual, generación de olores y proliferación de moscas.
- contaminación de agua superficial que por escurrimiento acumulen nitratos y fosfatos y produzcan un bloom algal (proliferación de algas).

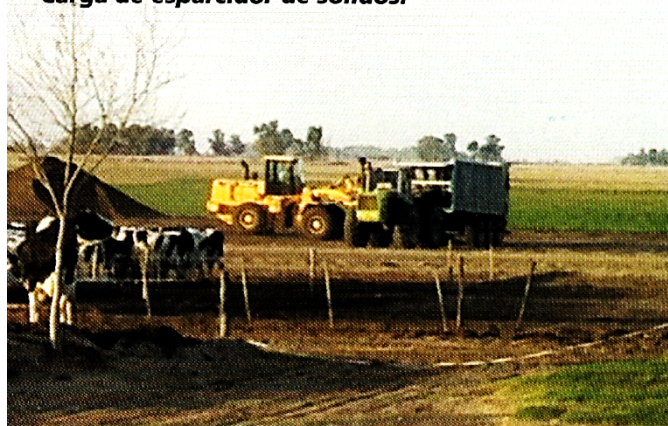
En consecuencia se deberá hacer un manejo seguro del estiércol, estableciendo requerimientos de prevención de la contaminación que aseguren un uso adecuado dentro de lo llamamos el *"Plan de manejo nutricional y medioambiental del estiércol y los efluentes generados por producciones con animales estabulados"*.

Estiércol: un recurso cuantificable

A través de un simple análisis de una pila de estiércol, de un barrido de corrales, o agua residual de una pileta de trata-

→

Carga de esparcidor de sólidos.



miento o las cavas que encontramos actualmente en tambos, podremos determinar la concentración de los principales nutrientes previo a la aplicación. Este análisis deberá incluir al menos valores de Humedad, pH, Conductividad Eléctrica (CE), Nitrógeno (N) y Fósforo (P). Para caracterizar mejor la muestra tomada, es recomendable hacer repeticiones de diferentes puntos de la pila o profundidades en el caso de las piletas y también conocer la dotación de Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio y otros nutrientes de interés.

En el caso del fósforo, nutriente sobre el que hay un interés especial, las determinaciones más frecuentes en el laboratorio son las cuantificaciones de

fósforo libre disuelto; de fósforo total disuelto y de fósforo total. La determinación de fósforo libre disuelto se indica por la cantidad de fosfatos (como los que analizamos frecuentemente en el suelo y que lo llamamos muchas veces extractable) presentes en la muestra. La determinación de fósforo total disuelto da una pauta de la cantidad de fósforo que está disponible para la captación por las plantas en el corto plazo y mide la cantidad de fosfatos, polifosfatos (fosfatos condensados inorgánicos) y la fracción soluble de los compuestos organofosforados. La determinación de fósforo total mide los compuestos contenidos en la fracción disuelta y los compuestos fosforados contenidos en la fracción sedimentable, esto es impor-

tante en el caso que se analice un líquido como podría ser el agua residual de cualquier pileta de feedlot, tambo o porcinos.

Plan propiamente dicho

Un uso seguro del estiércol y los efluentes, sustentable desde el punto de vista productivo y medioambiental se concreta a través de un Plan de manejo nutricional y medioambiental del estiércol y efluentes, adecuado para cada establecimiento. Debe contemplar la entrada y salida de nutrientes del sistema dual *Animal Estabulado/Agricultura* de acuerdo a la rotación de cultivos, el clima, los suelos, cantidad de animales, tipo de explotación, etc.

→

Cuadro 1

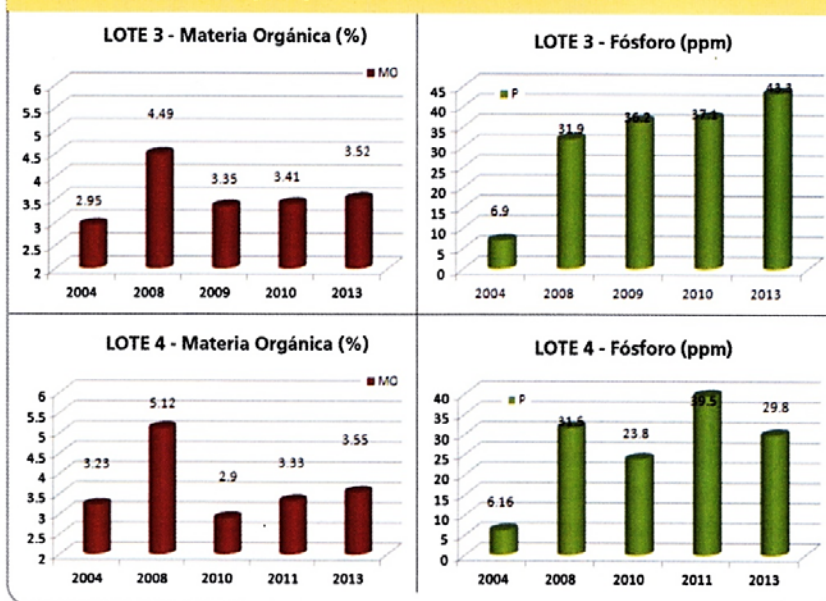
Ejemplo de un análisis característico de una pila de estiércol de feedlot.

Identificación	PROF. cm	pH (1:2.5)	CE dS m ⁻¹	MO %	MS %	NO ₂ ⁻ ppm	N total %	Ca ⁺⁺ mEq/100 g	Mg ⁺⁺ mEq/100 g	Na ⁺ mEq/100 g	K ⁺ mEq/100 g
pila 1	0- 0	8.68	18.03	7.01	15.4	1089	1.66	8.1	22.5	11.30	29.67
pila 2	0- 0	8.70	14.63	7.25	14.4	37	1.58	7.8	24.0	10.43	24.60
Identificación	PROF. cm	Pe ppm	Pe %	P2O5(Pe) %	Ptl %	P2O5(Ptl) %	PT %	P2O5(PT) %	PD 1 año %	P2O5(Pd 1 año) %	
pila 1	0- 0	1745	0.170	0.39	0.268	0.61	0.361	0.83	0.33	0.75	
pila 2	0- 0	1928	0.193	0.44	0.320	0.73	0.431	0.99	0.39	0.90	

Referencias: CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica; MS: materia seca; NO₂: nitritos; N: Nitrógeno; Ca⁺⁺: calcio; Mg⁺⁺: magnesio; Na⁺: sodio; K⁺: potasio; Pe: fósforo extractable; P₂O₅(Pe): Pentóxido calculado desde Pe; Ptl: Fósforo total lábil; P₂O₅(Ptl): Pentóxido calculado desde Fósforo total lábil; PT: Fósforo total; P₂O₅(PT): Pentóxido calculado desde Fósforo total; PD 1 año: fósforo disponible en un año; P₂O₅(PD 1 año): fósforo disponible en un año calculado como pentóxido de fósforo.

Gráfico 1

Evolución de los niveles de materia orgánica (%) y fósforo (ppm) en un feedlot de la pampa ondulada durante 9 años.

**Cuadro 2**

Medición de Dap (densidad aparente) y %HG (Humedad gravimétrica) en lotes sometidos a agricultura con y sin aplicación de estiércol.

	% HG (θg)	Dap	% Hv (θv)	% Porosidad (η)	Lámina (mm)
LOTE 3 con Estiércol AGRÍCOLA	22.54	1.25	29.3	52.8	140.9
LOTE 3 sin Estiércol PASTURA	24.44	1.29	31.7	51.2	157.6
LOTE 4 con Estiércol AGRÍCOLA	22.98	1.30	30.2	51.3	149.4
LOTE 4 sin Estiércol AGRÍCOLA	18.49	1.22	26.8	54.1	112.8

Dicho **plan** incluye al menos seis puntos que no deberíamos pasar por alto:

- Análisis del estiércol o efluente a aplicar.
- Análisis de suelos de los lotes que van a ser tratados, es decir conocer la dotación de nutrientes al momento de aplicación y su historial previo.
- Rendimiento objetivo (no siempre se pretende tener una respuesta en el rendimiento de un cultivo en particular, se puede apuntar a una rotación o simplemente a la mejora de los niveles de un parámetro en particular en el suelo).
- Cantidad de fertilizante inorgánico que complementa la aplicación, manteniendo o disminuyendo los niveles de aplicación de fertilizantes de acuerdo al plan y al balance de nutrientes exportados.
- Identificación de sectores donde es riesgosa la aplicación (excesiva permeabilidad, napas cercanas a la superficie, riesgo de salinidad, etc.).
- Seguimiento y evolución de los parámetros edáficos y productivos.

Para muestra un botón: lotes con agregado de estiércol mejoran dotación de MO y P

De la experiencia práctica en varios feedlots y tambos, surgen datos para tener en cuenta. El agregado de estiércol producto del barrido de corrales de un feedlot de la pampa ondulada con suelos franco arcillosos mostró una evolución favorable en los niveles de materia orgánica (MO) y de fósforo (P), multiplicando su dotación significativamente. Se tomaron dos lotes de refe-

rencia y se siguió su evolución durante 9 años. A continuación en el Gráfico 1 se muestra la dinámica de estos nutrientes con aplicaciones cada tres años de 20 ton/ha.

Además de los parámetros químicos se midieron parámetros físicos como la Dap (densidad aparente) tratando de inferir mejoras en la aireación y acumulación de agua en el suelo para los mismos lotes. Si comparamos los datos de Dap y lamina acumulada en mm por esos suelos (Cuadro N° 2) observaremos que los lotes con aplicación de estiércol y que

permanecen en agricultura continua desde hace mas de 20 años arrojaron los valores más elevados de acumulación de agua y de densidad aparente comparado con el lote agrícola sin aplicación de estiércol, sin embargo una sector de pastura aún posee mejores valores de ambos parámetros.

Para el oeste arenoso y un amplia zona dominada por suelos franco arenosos y areno francos hay varias experiencias cuantificadas en aplicación de barrido de corrales y uso de efluentes de piletas de tambos y feedlots. A manera ilustrativa en el Cuadro N° 3 se muestran

5 casos en los cuales con aplicaciones entre 10-12 ton/ha de estiércol y volúmenes de 6 a 8 m³/ha de efluentes de piletas obtenemos mejoras en el porcentaje de materia orgánica y fósforo de esos suelos con tres años de aplicaciones (una aplicación por año de las cantidades mencionadas). Esto lejos de ser una receta solo intenta mostrar como la aplicación de estos residuos (ya, mas con cara de insumos) puede cambiar las concentraciones de algunos nutrientes en especial en suelos arenosos donde con muy poco obtenemos respuestas favorables.

Cuadro 3

Aplicación de estiércol y efluentes en 5 casos con suelos de matriz arenosa.

	Tipo de aplicación	fósforo (ppm)		materia orgánica(%)	
		sin aplicación	dos años de aplicación	sin aplicación	dos años de aplicación
tambo 1	(sólido)	18.7	48.3	1.65	2.39
tambo 2	(sólido y líquido)	20.5	61.9	2.59	2.98
tambo 3	(líquido)	9.1	33.5	2.67	2.88
feedlot 1	(sólido)	12.6	47	1.53	2.23
feedlot 2	(sólido)	9.1	44.1	2.25	2.86

Cuadro 4

Aportes de fósforo y nitrógeno

Análisis económico

A modo de ejemplo se presenta un análisis económico del Plan de Manejo del Estiércol para su aprovechamiento como un insumo en la fertilización de los cultivos del establecimiento e incluso de establecimientos vecinos. De mas esta decir que los niveles de nutrientes que aporta el estiércol de las pilas de barrido de corrales o limpieza de algún fondo de pileta de tambo o granja de cerdos son de fuerte interés agronómico y además económico ya que pueden generar ingresos directos por ahorro en la fertilización de 100 a 150 u\$s/ha.

Supongamos una pila de estiércol de un feedlot y una pileta de tambo que nos arroja en el análisis los siguientes resultados que se ven en el Cuadro N° 4.

El uso prolongado y a dosis que rondan alrededor de 5-20 tn/ha/año (según tipo de suelo, historia, proyección, etc.) se logra proveer del fósforo necesario para la producción de 10 ton de maíz, 5 ton de soja, 4 ton de trigo. De cualquier manera desde el plan se contempla la utilización como complemento de la fertilización inorgánica tradicional permitiendo reducir las dosis de Suficiencia hasta un 50% en el tercer ciclo.

De esta forma e imaginando una rotación tradicional teórica (Maíz-Soja-

	Pila de estiércol	Pileta de tambo
Fósforo elemento	0,6%	0,8%
Nitrógeno elemento	0,8%	1,6%

Es decir que tendríamos las siguientes cantidades de nutrientes:

Pila de estiércol		Pileta de tambo	
Fósforo (P)	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Nitrógeno (N)
6 kg P elemento/ton	20 kg N elemento/ton	8 kg P elemento/m ³	16 kg N elemento/m ³
14 kg P ₂ O ₅ /ton	89 kg NO ₃ /ton	18 kg P ₂ O ₅ / m ³	71 kg NO ₃ /m ³
30 kg FDA/ton	43 kg UREA/ton	40 kg FDA/ m ³	35 kg UREA/m ³

Podemos entonces pensar que con un carro esparcidor o un tanque fertilizador tenemos disponible para aplicar las cantidades siguientes. Además podemos ponderarlas económicamente si las comparamos con los fertilizantes utilizados más comúnmente:

Carro esparcidor (Sólidos)		Tanque esparcidor (Líquidos)	
25 ton estiércol equivalen a		12 m ³ efluente equivalen a:	
747 kg FDA	523 u\$s	478 kg FDA	335 u\$s
1087 kg UREA	489 u\$s	417 kg UREA	188 u\$s

Referencias: UREA (u\$s 450/ton) y FDA (u\$s 700/ton).

Trigo/Soja)*2 más Alfalfa*4, los costos totales de la misma en términos de fertilizante FDA son de alrededor de u\$s 1200 en los 10 años o sea un promedio de 120 u\$s/ha/año y mediante el plan pasa a costar aproximadamente u\$s

1100 o sea un costo anual de 110 u\$s/ha/año. Los costos son similares pero la verdadera renta está dada en que en el mismo período con la forma tradicional inorgánica se aplican 684 kg de FDA/ha/10 años mientras que con el

Plan la suma asciende a 1474 kg de PDA/ha/10 años. Con lo cual se puede hacer la cuenta rápidamente que el costo de la unidad de FDA en el Plan es el 52% del costo de la unidad de FDA aplicada en forma tradicional. Este beneficio es solo teniendo en cuenta el Fósforo, pero se debe tener presente que también se está aplicando Nitrógeno, Calcio, Potasio, una gran cantidad de micronutrientes y carbono orgánico que es difícil de ponderar.

Para finalizar:

Hoy los altos niveles de nutrición que exigen los cultivos de la mano de la mejora genética nos desafían a ofrecer desde el suelo y en forma sostenida, abundantes recursos durante todo el ciclo. Sólo lograremos mantener este objetivo si podemos sostener o subir los niveles de materia orgánica y nutrientes del suelo. La intensificación de la ganadería exige repensar la manera en que se devuelve la estabilidad al sistema y sin duda una de las formas es el uso y distribución del estiércol y los efluentes en el establecimiento.

El Plan de manejo nutricional y medioambiental del estiércol y efluentes deberá garantizar el uso racional de estos, teniendo en cuenta la adecuación del establecimiento a las normativas medioambientales vigentes. El beneficio de la aplicación de estos residuos es la transformación de algo que hasta hace poco era un problema, en una oportunidad, convirtiendo tanto estiércol como efluentes en insumos valiosos.



Aplicación de efluentes de tambo tomados de pileta sedimentadora.

Volver a: [Sustentabilidad agropecuaria](#)