

## PLANTELES PORCINOS

# Métodos de tratamiento de purines

El avance de los conocimientos científicos ha permitido manejar sistemas naturales de tratamiento de purines de cerdo mediante aplicaciones al suelo, que permiten su reciclaje en forma ambientalmente amigable. El presente artículo describe dónde se ubican estos tratamientos dentro de la clasificación de alternativas posibles, y sus principales características.

## Tipos de tratamientos de purines

El manejo de purines es el conjunto de acciones y procedimientos encausados a otorgar un control ambiental en residuos o desechos. Forma parte de la gestión ambiental del plantel y se ejecuta mediante un sistema de tratamiento y disposición. El sistema de tratamiento es una combinación de procesos, cuyo objetivo es modificar las características del residuo garantizando una disposición final sin riesgo de causar impactos al medio y la salud humana. La disposición puede incluir el tratamiento, o puede haber sólo disposición sin tratamiento, como también tratamiento sin disposición. Si la disposición es adecuada, tomando en cuenta las consideraciones y legislación, se puede decir que existe gestión ambiental.

El tratamiento primario de purines consiste en la homogeneización y separación de un porcentaje de sólidos inconvenientes para el manejo de los purines (guano), mediante un proceso físico: la homogeneización se hace en piscinas con agitador, y la separación de sólidos mediante prensas. Luego la parte líquida y la sólida, por separado, pasan a un tratamiento secundario en que se logra su degradación biológica mediante procesos físicos, químicos y biológicos. El tratamiento



Pozo de eculización y homogeneización de purines.

28

El manejo de purines porcinos ha tomado importancia debido a la tendencia de aumentar el tamaño de los criaderos en sistemas de producción intensiva confinada, donde se genera una cantidad considerable de desechos, y porque la sociedad ha tomado conciencia de la protección del medio ambiente.

Un cerdo produce entre 4 y 7 litros de purines al día, formados en un 95% por agua. Considerando que en Chile existen 4.078.854 cabezas de cerdo (INE, 2001), la producción diaria promedio de residuos sería de alrededor de 23.000 m<sup>3</sup>. Se trata de un problema real respecto a manejo de desechos.

Los residuos generados en pabellones dependen del tipo de explotación, ya sea crianza convencional estabulada confinada o crianza estabulada abierta (llamada Deep

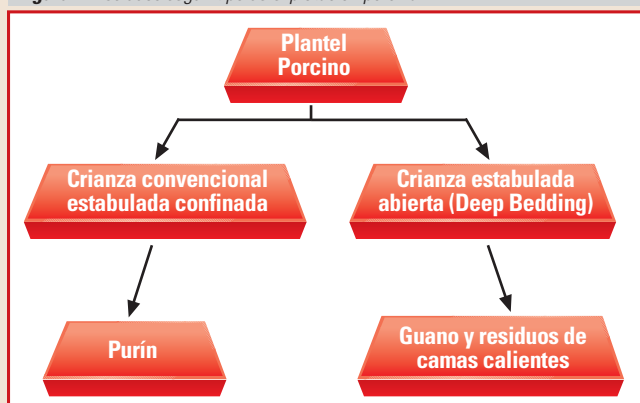
Bedding o cama caliente).

En la crianza convencional, los animales son mantenidos en corrales sobre un piso falso, lavado a diario. Así se genera una suspensión acuosa denominada purín, que contiene las excretas animales líquidas y sólidas, el agua de lavado del piso y la cama animal (paja, viruta u otros materiales), compuesta mayoritariamente por residuos vegetales fibrosos. En cuanto a la crianza estabulada abierta, todas las excretas quedan contenidas por una cama vegetal, que se retira como residuo sólido una vez que la camada pasa a otra fase de crianza o llega a su peso final de sacrificio (figura 1). El artículo abordará el tratamiento de purines, o sea los residuos o efluentes líquidos que provienen de la crianza convencional estabulada confinada.

José María Peralta A.  
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.  
jperalta@carillanca.inia.cl  
INIA Carillanca

Francisco Tapia F.  
Ingeniero Agrónomo, M.S.  
INIA La Platina

Figura 1. Residuos según tipo de explotación porcina.



Cuadro 1

## Características de los métodos terrestres de tratamiento de aguas

Características	Tipos de sistemas		
	Tasa lenta	Infiltración rápida	Flujo superficial
Método de aplicación	Aspersión o superficial*	Generalmente superficial	Aspersión o superficial
Tratamiento mínimo de preaplicación	Primario	Primario	Primario/filtración fina
Tasa anual aplicación (m/año) *	0,5 a 6	6 a 125	3 a 20
Área de tratamiento (ha para tratar 8.400 m <sup>3</sup> /día)	60 a 700	7 a 60	15 a 110
Disposición del efluente aplicado	Evapotranspiración y percolación	Percolación	Escurrimiento superficial y evapotranspiración
Necesidad de vegetación	Requerida	Sólo para estabilizar el suelo*	Requerida

Fuente: Reed et al., 1995, complementada por material adicional.

\*Superficial: aplicación por sistemas como surco, bordes o tendido. Tasa anual de aplicación: se explica en el artículo siguiente. Estabilizar el suelo: se refiere a prevenir la erosión.

Cuadro 2

## Comparación de las eficiencias de los procesos de aplicación a los terrenos

Sistema de tratamiento	Eficiencias (%)					Producción/recolección de lodos
	DBO <sub>5</sub>	DQO	SS	P	N	
Tasa lenta	90-95	90-95	95-99	85-90	90-95	No/No
Infiltración rápida	90-95	70-80	90-95	25-40	30-95	Reducida/sobre 6 meses
Flujo superficial	90-95	60-70	70-80	23-30	45-50	No/No

Fuente: Moreno, 2003

DBO = demanda bioquímica de oxígeno; DBO<sub>5</sub>= demanda bioquímica de oxígeno al día 5 (estándar); DQO: demanda química de oxígeno; SS: sólidos suspendidos; P: fósforo; N: nitrógeno.

Cuadro 3

## Comparación por características de ubicación de procedimiento

Características	Tipos de sistemas		
	Tasa lenta	Infiltración rápida	Flujo superficial
Limitaciones climáticas	Sistemas de almacenamiento para eventos de lluvias intensas	Ninguna	Sistemas de almacenamiento para eventos de lluvias intensas
Profundidad a la napa subterránea	0,6 a 0,9 m (mínimo)	3 m (si existen drenajes se puede adoptar menores profundidades)	No es crítica
Pendientes	Menores a 15% en terrenos cultivados Menores a 40% en terrenos no cultivados	No es crítico	Entre 1 y 8%
Permeabilidad del suelo	De moderadamente baja a moderadamente alta	Alta (arenas o gravas)	Bajas (arcillas, limos y suelos con barreras impermeables)

Fuente: Metcalf & Eddy, 1998.

secundario se lleva a cabo con métodos convencionales (por ejemplo, biorreactores biológicos, lagunas aeróbicas, sistemas de nitrificación-denitrificación) o con métodos naturales (por ejemplo, lagunas y aplicación de purines al suelo).

De acuerdo a lo dicho hasta aquí, los sistemas de tratamiento pueden ser clasificados como sistemas convencionales y naturales. Se diferencian en que los

métodos convencionales tienen un alto uso de energía y escaso uso de superficie, mientras los naturales usan escasa energía y requieren una superficie mayor. Otra forma de clasificación, que incluye la anterior y a la cual ya hemos aludido, divide los tratamientos en primarios y secundarios: son primarios cuando sólo ocupan principios físicos y secundarios cuando integran principios químicos, físicos y biológicos.

## Sistemas naturales de tratamiento

Muchos de los sistemas naturales de tratamiento fueron desplazados por la sustitución de tecnologías modernas, pero han sido redescubiertos en sus capacidades y aplicaciones. Hoy se consideran de gran relevancia, debido a la reutilización de nutrientes, minerales y materia orgánica de residuos, a diferencia de los métodos convencionales que están diseñados para abatir el exceso de materia orgánica, mediante degradación acelerada y pérdida de la misma como metano, o volatilizar nitrógeno en forma de N atmosférico, o complejar el fósforo, para precipitarlo y sacarlo en los sólidos.

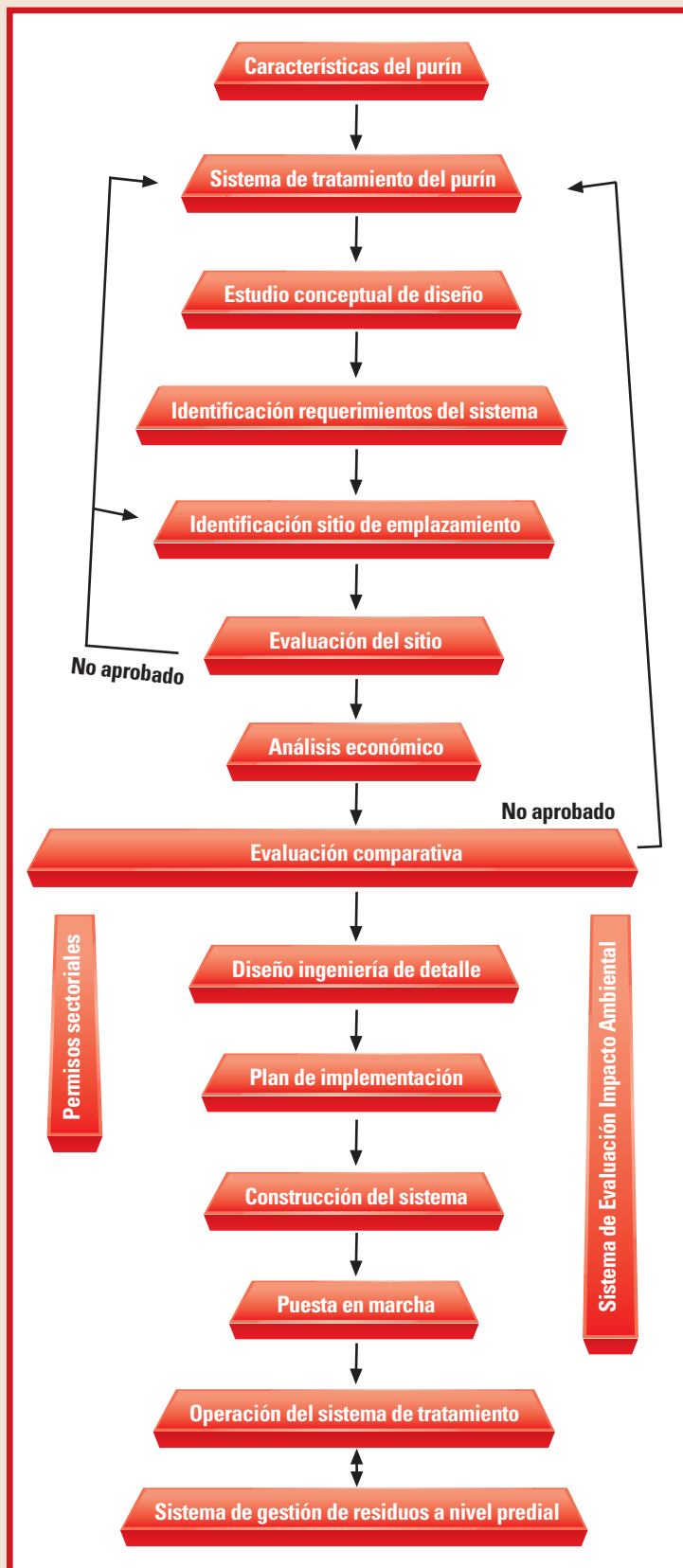
También, los métodos naturales permiten cumplir con el grado de control indicado por las normativas de calidad de aguas. Incluyen el uso de métodos acuáticos (sistemas de lagunas) y métodos terrestres (aplicación al suelo de los purines, que profundizaremos en este artículo y el siguiente). Al igual los tratamientos convencionales, los naturales sirven para procesar lodos y efluentes agroindustriales o urbanos.

## Sistemas de aplicación directa al suelo

Estos sistemas se distinguen por la aplicación controlada de efluentes al suelo, a objeto de lograr su degradación biológica y remover sus constituyentes contaminantes. El suelo cumple dos funciones. Por un lado es el medio receptor de las aguas residuales, que evita el vertido a cauces naturales y artificiales; por otro, opera como agente activo, ya que en la superficie y en su interior se produce el proceso de degradación, eliminando nutrientes (hacia la atmósfera, los cultivos, o fijados por la materia orgánica del suelo), materia orgánica, microorganismos y otros componentes, como metales pesados.

Existen básicamente tres procedimientos para realizar la aplicación al suelo: tasa lenta (TL), infiltración rápida (IR) y flujo superficial (FS). Dichos sistemas constituyen

Figura 2. Metodología de estrategias de manejo



\*No aprobado: si como resultado de la evaluación se encuentra que no se cumple con los requisitos del sistema, debe retomarse el estudio de opciones desde una etapa anterior.

tratamientos primarios y secundarios, pues utilizan procesos físicos, biológicos y químicos al interior del suelo para lograr el tratamiento. Los procedimientos de TL e IR se basan en lograr la infiltración del efluente, y difieren uno de otro en la tasa a la cual aquél es aplicado. El procedimiento de FS utiliza la superficie y la vegetación que crece en el suelo para lograr el tratamiento, y el producto final se recolecta casi siempre como escurrimiento.

Las principales características de estos procedimientos se muestran en los cuadros 1, 2 y 3 (página 29).

El rasgo común de los tres métodos es que la depuración se consigue a través de procesos naturales ejecutados en un sistema planta-suelo-agua. El avance en el conocimiento de los mecanismos de dichos procesos ha permitido desarrollar formas científicas de diseño y operación para estos sistemas.

La aplicación directa al suelo de purines sin tratamiento primario previo puede efectuarse en aquellos planteles que cuentan con amplias superficies de terreno. Para hacerlo en forma inocua y eficiente hay que usar tecnologías y criterios de diseño que consideren aspectos ambientales en cuanto a la distancia de la napa subterránea respecto de la superficie, tasas agronómicas e hidráulicas de aplicación, ajuste de volúmenes y control de escurrimiento superficial, entre otros aspectos, que se abordan en el artículo siguiente.

Los planteles que no posean mucha superficie deberán estudiar la posibilidad de utilizar sistemas de tratamiento convencionales (de alto uso de energía) para tratar residuos o, en su defecto, utilizar la aplicación directa al suelo combinada con otros sistemas naturales de tratamiento para lograr el objetivo.

## Estrategias de selección de sistema de tratamiento

La selección e implementación de un sistema de tratamiento es un proceso donde se conjugan variables de sitio,



económicas, técnicas y de legislación. Por lo general se sigue una metodología, como la expuesta en la figura 2.

El primer paso será caracterizar el purín, para luego seleccionar un sistema de tratamiento que satisfaga los estándares de calidad requeridos y que, a priori, se considere adecuado a la realidad local. Posteriormente se realiza un diseño conceptual, donde se calculan las dimensiones y estructuras generales del sistema seleccionado, utilizando información como tipo de suelo, superficie, topografía, geomorfología del terreno, la incidencia de condiciones climáticas de la zona en el tratamiento, y la profundidad mínima a que se encuentra la napa. Se identifica el eventual sitio de emplazamiento y luego se verifica si sus características territoriales satisfacen los requerimientos del sistema. De existir incompatibilidad, será necesario una reformulación del sitio de emplazamiento o bien del sistema de tratamiento. Si el sitio predeterminado cumple con las

especificaciones técnicas para el sistema seleccionado, se procede a realizar un análisis económico del proyecto, identificando y evaluando la inversión inicial total, costos de mantenimiento y operación asociados al sistema que se analiza. Si el análisis previo, tanto técnico como económico, resulta desfavorable, se deberá replantear la situación, optar por un nuevo sistema de tratamiento y hacer un nuevo análisis. Cuando finalmente se decide el sistema que se implementará, se procede a elaborar el estudio de ingeniería de detalle, para lo cual se usa los antecedentes de caracterización del purín, estándares de calidad esperados y características del sitio de emplazamiento.

Paralelamente a lo anterior, el productor debe comenzar la gestión de permisos sectoriales involucrados en su proyecto. A la vez hay que iniciar la tramitación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental para ver si su proyecto ingresa como estudio o



*Prensa para eliminar parte de los sólidos de los purines.*

declaración de impacto ambiental, dependiendo de la situación. La declaración o estudio, según sea el caso, tiene que ser desarrollado por un profesional o una consultora reconocida en el tema.

En el artículo siguiente profundizaremos sobre el sistema de tratamiento de tasa lenta, similar al riego agrícola y de fácil implementación. 📄

## TRATAMIENTOS NATURALES DE PURINES

# Sistemas de tasa lenta aplicados a la producción porcina

**E**l procedimiento de tasa lenta (TL) es uno de los más usados para realizar el tratamiento de efluentes. Su tecnología es muy similar al riego agrícola tradicional. Entre los productores chilenos corresponde al sistema mayoritario, aunque sin los controles ni los diseños requeridos para que sea eficiente en sus propósitos.

Las tasas de aplicación son las más bajas de los tres procedimientos presentados en el artículo anterior, o sea que necesita de mayor superficie para el mismo volumen de purines en un tiempo dado. A su vez, los requerimientos del sistema son

menos exigentes en lo que a suelos se refiere, ya que acepta un amplio rango de tipos de suelo y permeabilidades (conductividad hidráulica). Consiste básicamente en la aplicación de un caudal controlado de agua residual o purín sobre la superficie del terreno, donde previamente se ha instalado una masa forestal o cultivo. Con ello se consigue, además de la depuración del efluente, el crecimiento de especies vegetales y la recarga artificial del acuífero (aporte a las aguas subterráneas).

La depuración se realiza mediante la acción conjunta del suelo, microorganismos y plantas por medio de una triple acción:

física (filtración), química (intercambio iónico, precipitación y co-precipitación, fenómenos de óxido-reducción) y biológica (degradación de materia orgánica). Tiene lugar en los horizontes o niveles superiores del terreno, donde se encuentra la capa biológica activa.

## Objetivos del diseño

Existen dos tipos de sistemas de tasa lenta.

**El Tipo I**, está dimensionado sobre la base de un factor limitante del diseño (FLD), que conduce a aplicar la tasa máxi-

**José María Peralta A.**  
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.  
jperalta@carillanca.inia.cl  
INIA Carillanca

**Francisco Tapia F.**  
Ingeniero Agrónomo M.S.  
INIA La Platina