

Instalación y procedimiento para el desarrollo de un prototipo

Tratamientos de purines en granja en el área mediterránea

Por: A. Torres Salvador¹,
A. Grimal Molina¹,
J. Manzano Juárez¹

INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Desde el punto de vista técnico, incluso comercial, existe una oferta muy amplia y plenamente justificada, al menos teóricamente, de sistemas de tratamiento para purines. En efecto, en el Plan Estratégico para la gestión de los purines de la provincia de Valencia (Diputación Provincial de Valencia, 1.999) se indica que se pueden encontrar referencias e información de más de **100 tecnologías y sistemas** para la gestión y tratamiento de purines que comprenden un abanico muy amplio: desde un simple acondicionamiento como desodorización o fluidificación, hasta una depuración a condiciones de vertido a cauce, incluso “residuo cero” como recientes sistemas que incorporan la co-generación de energía eléctrica. Sin embargo, muchas de estas alternativas no tienen refrendo

práctico o no han cuajado en el sector por muy diferentes causas.

Algunas de las soluciones que se están poniendo en práctica, de plantas de tratamiento colectivo, resuelven el problema, al menos temporalmente, en determinados entornos geográficos, aunque todavía plantean muchas incógnitas.

En definitiva el purín sigue siendo un problema para muchas explotaciones porque los sistemas existentes no se adaptan a su situación y características concretas bien porque resultan a un coste prohibitivo o porque son difíciles de poner en práctica por cuestiones de infraestructura, entre otras razones, o exigen un esfuerzo de dedicación que resulta difícil de asumir por parte del ganadero.

Así pues, la búsqueda de soluciones para la problemática de los purines sigue siendo una necesidad para el sector porcino al objeto de que mejore su competitividad en ese sentido de re-



¹ ETSIA Valencia

El coste del sistema debe ser asumible por el ganadero.

ducción del impacto ambiental que generan tales explotaciones intensivas.

En este contexto se sitúa el prototipo de instalación y procedimiento asociado que componen la **planta piloto** que se pretende desarrollar, cuyo objetivo es precisamente poner a punto un sistema práctico de tratamiento de purines para condiciones climáticas típicas mediterráneas para reducir su impacto. Se trata pues de diseñar un modelo que, una vez estudiado con profundidad, modificando e incorporando las medidas necesarias, así como determinando sus parámetros óptimos de funcionamiento, pudiera extenderse a otras muchas explotaciones del entorno geográfico valenciano.

Las condiciones que debe reunir un sistema de tratamiento de purines in situ, serían las siguientes:

- Aplicabilidad en granja y a purín
- Facilidad de uso y manejo
- Costes razonables, tanto de inversión como de funcionamiento o explotación, para que su repercusión sea asumible (y aceptable) por el ganadero
- Eficacia y eficiencia en la reducción y/o solución del problema

En este sentido, el prototipo que se pretende desarrollar cumpliría con tales condiciones porque es muy sencillo de utilizar ya que la



tecnología más complicada que incorpora es similar a la que normalmente se emplea para el control ambiental de las granjas.

El purín tiene una composición suficientemente conocida, variando sus componentes y parámetros dentro de unos ciertos límites también bastante conocidos. En cualquier caso, contiene entre un **85 y 90% de agua** lo que le confiere un carácter líquido muy acusado y unas posibilidades de valorización energética o de materia muy limitada por la gran cantidad de agua que contiene. Por tanto, el primer requisito que debe cumplir todo sistema de tratamiento de purines es que reduzca el contenido en agua de forma rápida y barata. En este sentido, la utilización del sol como fuente de calor resultaría, lógicamente, muy barata pero el proceso resulta muy lento. El sistema que se pretende desarrollar se basaría en este principio de desecación natural pero forzando el proceso para acelerarlo.

Paralelamente se forzaría la degradación de materia seca mediante un proceso

de oxidación natural de bajo coste energético y mediante una fermentación anaerobia potenciada con cultivos de bacterias, seleccionadas del propio purín, una vez caracterizadas.

BREVE DESCRIPCIÓN

Descripción General

El proceso se compone de las etapas y/o métodos que a continuación se indican, señalando que la relación no sigue una ordenación secuencial. Son los siguientes:

- Evaporación de agua, mediante un proceso de desecación natural forzada
- Fijación de nitrógeno para evitar emisiones indeseables de NH_3
- Incremento de la descomposición de materia orgánica mediante un proceso anaerobio con bacterias naturales seleccionadas del propio purín
- Aceleración de la descomposición de materia orgánica mediante un proceso aerobio utilizando un sistema mecánico de bajo consumo energético
- Recuperación del agua condensada y eliminación de los gases producidos

por ventilación forzada

Como producto final tendremos un condensado que contiene, principalmente, agua y que se destinará a riego o vertido a cauce público; y un residuo con un bajo contenido en humedad que podrá ser utilizado para fertilización agrícola.

Principios y fundamentos

Desecación de purines

El aire atmosférico contiene vapor de agua. Para cada temperatura hay un límite de la cantidad contenida y cuando ese límite se alcanza, el aire está saturado. Cuando el agua en estado líquido se pone en contacto con aire no saturado, se produce un proceso espontáneo de evaporación que cesa cuando el aire alcanza saturación (equilibrio). El único requisito es que en el sistema final en equilibrio haya cierta cantidad de ambas fases; por lo tanto, si vamos extrayendo el vapor de agua formado, se podrá evaporar más cantidad de agua y obtener una mayor eficiencia en la desecación de los purines.

Los parámetros básicos que gobiernan el ritmo de evaporación son:

La temperatura es el factor más importante en la formación de amoníaco

- La temperatura y la humedad relativa del aire: cuanto más caliente y más seco, mayor ritmo de evaporación.

- La velocidad del viento, ritmo al que el aire se renueva. Si no hay viento, la evaporación se reduce al efecto de difusión de moléculas de agua en el aire, en la interfase entre los dos elementos.

- La extensión de la superficie de contacto entre el agua y el aire.



Reducción de las emisiones de NH₃

La cantidad de NH₃ perdidas anualmente por los purines de cerdo durante su almacenamiento sin tratamiento es de, aproximadamente, 3 kg/t de peso vivo (FAO, Regional Office for Europe, 1994).

Muchos factores pueden influir en las emisiones de amoníaco por parte del purín almacenado, entre ellos: temperatura del purín, pH del purín, materia seca, formación de costras, modos de llenado de los depósitos, diseño del depósito, periodo de almacenaje y temperatura del aire (Svensson, 1991). Si bien, el factor que más influye en estas emisiones es la temperatura; y en el prototipo que se pretende diseñar se va a crear un microclima con altas temperaturas para acelerar la desecación de los purines. Por ello, será necesario añadir algún producto a los mismos a su entrada en la balsa, para poder fijar el amoníaco y evitar excesivas pérdidas durante el proceso.

Existen numerosos productos comerciales para reducir la problemática de la volatilización de amoníaco por parte de los purines. Seguidamente se va a proceder a realizar una breve catalogación de algunos de estos productos.

- **Procedimientos químicos:** Consiste en disminuir el pH de los purines para que predomine el ion amonio que se puede fijar en forma de sales.

√ Adición de productos inorgánicos, H₂SO₄ o H₃PO₄, que acidifican el purín con la producción de sales amónicas (fosfato amónico, sulfato amónico, etc.).

√ Sistema "AVDA", Lobera (1998), basado en la precipitación del nitrógeno amoniacal del purín bajo la forma de fosfato amónico-magnésico.

√ Adición de ácido nítrico y láctico para disminuir el pH del purín.

- **Tratamiento con Ca(OCl)₂** en pastillas, disminuye las emisiones de amoníaco por formación de cloraminas solubles y ejerce un control sobre la emisión de SH₂, por oxidación del mismo.

- **Algas:** Este producto se muestra muy efectivo en la reducción de emisiones de olores y amoníaco, al tiempo que fluidifica y homogeneiza los purines. El producto resulta caro para una aplicación continuada.

- **Productos comerciales:** Existen numerosos productos comerciales cuyo objetivo es la desodorización de los purines, muchos de estos productos se fundamentan en la fijación del nitrógeno, y suelen ser cultivos de bacterias o de algas. Seguidamente se comentará alguno de ellos.

√ *G40*: producto natural, ecológico, obtenido mediante cultivos de algas marinas. Es un intercambiador orgánico de iones.

√ *Microbe-lift*: un cultivo de bacterias vivas. Disminuye los niveles de DQO, DBO, fósforo, nitrógeno Kjeldahl, grasas, y sólidos en suspensión, etc.)

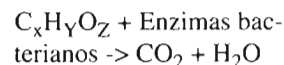
Depuración Aerobia

Los tratamientos aerobios se fundamentan en la incorporación de aire (oxígeno) al purín para favorecer el desarrollo de micro-

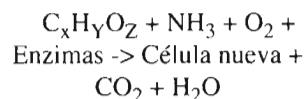
organismos aerobios que utilizan la materia orgánica del mismo como sustrato. La masa de microorganismos es muy compleja, estando formada por bacterias heterótrofas (en su mayor parte), protozoos, hongos, etc, de muy diferentes características y condiciones, lo que se traduce en una dinámica de reacciones muy amplia.

Los microorganismos se agrupan en flóculos y utilizan la contaminación orgánica para formar biomasa celular nueva y reproducirse. Así, se podrán destacar las siguientes:

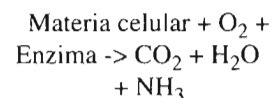
a) Degradación materia orgánica



b) Síntesis celular microbiana



c) Oxidación materia celular microbiana





VALNEMULINA **ECONOR**[®]

LA NUEVA GENERACIÓN

UN CONTROL **MÁS ACTIVO Y MÁS EFICAZ** DE LA DISENTERÍA PORCINA^{1,4} Y LA NEUMONÍA ENZOÓTICA.^{3,6,7}

- Contiene valnemulina, el antimicrobiano más avanzado de la familia de las pleuromutilinas.
- Activo frente a cepas de *Brachyspira hyodysenteriae* resistentes a la tilosina y lincomicina.^{2,3,4,5}
- Tiempo de espera de 1 día.
- No usado en medicina humana.
- Ayuda de una forma muy rentable, a aumentar la productividad y el estado sanitario de las explotaciones porcinas.



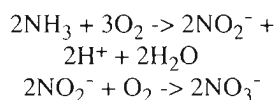
1. Burrows, M.R. and others. (1996) Proceedings of IPVS, Bologna, Italy. p283.
2. Müller, K. and others. (1996) Proceedings of IPVS, Bologna, Italy. p337.
3. Aitken, I. A. and others. (1999) Veterinary Record 144. p128.
4. Karlsson, M. and Franklin, A. (2000) Proceedings of IPVS, Melbourne, Australia. p123.

5. Ritzmann, M. and others (2000) Proceedings of IPVS, Melbourne, Australia. p8.
6. Margan, J.H. and others. (1996) Proceedings of IPVS, Bologna, Italy. p433.
7. Ripley, P.H. (1998) Proceedings of IPVS, Birmingham, England. p115.

Novartis Sanidad Animal S.L.
Marina, 206 08013 Barcelona
Tel. atención al cliente: 93 306 48 48

 **NOVARTIS**

d) Mineralización
nitrógeno orgánico



En nuestro caso, este tipo de depuración va a surgir como consecuencia del empleo del elemento mecánico, que al agitar los purines, también los mezclará con aire y se producirá cierta digestión aerobia de la materia orgánica presente en los mismos. Si bien, el objetivo que se persigue con esta etapa no es la depuración aerobia del purín, sino una aceleración del proceso de desecación del mismo con el fin de reducir el volumen total de residuo.

Resultado previsible del proceso

Purín de entrada: 90% agua
Purín de salida: 35-45 % agua

Este residuo pastoso se debe gestionar correctamente antes de emplearlo para uso agrícola. Las posi-

bles alternativas son:

- Digestión anaerobia
- Eras de secado
- Compostaje

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INSTALACIÓN

El prototipo de desecador de purines consistirá en una balsa para el purín cubierta mediante una estructura ligera tipo túnel (similar a la de un invernadero convencional).

Balsa

Las dimensiones de la balsa, realizada en hormigón armado, serán de 6 x 15 m de superficie por 1 m de profundidad. La altura máxima que alcanzará el purín sobre el fondo de la balsa será de 80 cm, estableciéndose un resguardo de 20 cm. El volumen de purín máximo previsto será de 72 m³. La solera de la balsa tendrá una pendiente del 0,5% hacia la arqueta de vaciado. La solera que bordea la balsa tendrá una pendiente también

del 0,5% hacia la canaleta perimetral (destinada a recoger condensados).

Cubierta

La balsa estará cubierta mediante una estructura ligera tipo túnel a base de perfiles tubulares de acero (tubo estructural de acero galvanizado zenzinir). La luz de la estructura es de 9,3 m, siendo totalmente semicircular; su altura en el centro (radio) será de 4,65 m. El tubo elegido será de un diámetro de 60 mm y 4 mm de espesor. Se dispondrá un pórtico cada dos metros, empotrándose directamente en la losa de hormigón que tendrá funciones de cimentación. Existirán además cuatro tubos longitudinales de 30 mm de diámetro que cumplirán la función de riostra longitudinal y soporte del film plástico. Esta estructura, similar a la de un invernadero convencional, estará cerrada mediante una lámina de Polietileno Polietileno térmico tricapa de galga 800, incoloro. Compuesto por tres capas coextrusionadas, de ancho entre 2 y 14 m, con condiciones termoaislantes elevadas, gran efecto térmico y buena difusión de la luz, de efecto antigoteo.

Se diseñará además un soporte interior en acero A42-b de 20 mm de diámetro y 2 mm de espesor para instalar una pantalla de condensación de PE de pendiente regulable para favorecer la captación en forma de agua del vapor producido y evitar el su goteo sobre la balsa.

Instalación Hidráulica

Al margen de la estructura y la balsa, el desecador estará dotado de una bomba sumergida en una arqueta a menor cota que el fondo de la balsa, para el vaciado de la misma. La bomba (bomba sumergible para aguas sucias, cuerpo de bomba y rodete serán de hierro fundido y la carcasa y el eje del motor de acero inoxidable) estará equipada con su correspondiente válvula de maniobra, pulsadores y protecciones eléctricas. Existirá también una canaleta perimetral (de 15 cm de radio), al pie del cerramiento plástico para recoger el agua condensada procedente de la evaporación del purín. La instalación hidráulica se completará con la tubería de entrada del purín, procedente de la granja y con una toma de agua, alojada en una arqueta, para la limpieza de la instalación.

Sistema de extracción de aire

Para la evacuación del agua evaporada se instalará un sistema automático de extracción de aire. El equipo estará compuesto por los correspondientes ventiladores extractores, un autómata programable de arranque y parada del sistema en función de los parámetros ambientales y el conjunto de 6 sondas ambientales (NH₃, CO₂, T^a, HR, CH₄, presión).

El volumen de aire en el invernadero será de 611 m³. Se pretende que el sistema tenga capacidad de extraer toda esta cantidad en una



Una legislación de aplicación al suelo cada vez más estrictas

hora. Se instalarán dos ventiladores de 120 w de potencia.

Agitador

Finalmente, la balsa estará equipada con una barra agitadora mecanizada para favorecer los procesos microbiológicos (acelerar el proceso de evaporación y, a su vez, favorecer la degradación aerobia del purín). De esta manera, se evitará la formación de malos olores, pues la aireación conlleva una desodorización, así como una excesiva producción de metano que puede conllevar riesgos de explosión.

El agitador estará formado por una barra de acero galvanizado de 6m de longitud que se apoyará sobre una cadena en ambos laterales de la balsa. Tendrá acopladas una serie de aspas (10 en total) cuya misión será la de mezclar el purín. Cada aspa tendrá una longitud de 80 cm. La cadena que proporcionará el giro y el avance estará accionada por un motor eléctrico de 540 w de potencia, pudiéndose automatizar también su funcionamiento.

COMPARACIÓN CON OTROS SISTEMAS

Metodología

Una vez realizados todos los cálculos del diseño se efectuará una simulación en ordenador con el programa ANSYS para comprobar las hipótesis de partida. Tras ello, se realizarán los ajustes oportunos para construir el prototipo.

Una vez instalado todo el

prototipo se pondrá en funcionamiento y a partir de ese momento se comenzará la toma de datos con un programa informático de adquisición de datos, concretamente el ARCVIEW, para registrar los parámetros ambientales previstos (temperatura, humedad, concentración de NH_3 , CO_2 , CH_4 , etc).

Paralelamente se recogerán los volúmenes de entrada y salida de purines, así como una serie de muestras representativas de purín para realizar los correspondientes análisis, al objeto de efectuar una serie de balances (volumen, MS, Nitrógeno, Fósforo, etc) y así determinar la eficiencia del proceso, en cuanto a la eliminación de agua, nutrientes, contaminantes.

De igual modo, se recogerán muestras de purín para el análisis microbiológico, y también macroscópico, al objeto de conocer los componentes naturales (bacterias, protozoos, algas, insectos, etc) que pueden favorecer la degradación.

Además, se registrará todo el consumo de energía y materia de la explotación atribuible al prototipo y al sistema de tratamiento.

Comparación con otros sistemas

Como se comentó anteriormente, existen referencias de más de 100 tecnologías y sistemas para la gestión y el tratamiento de purines, lo que indica por sí mismo la ausencia de soluciones, dada la falta de operatividad de tales propuestas.



Realmente si algunas de las tecnologías existentes fuesen aplicables u operativas, tales soluciones se habrían impuesto y el problema de los purines habría desaparecido. Si eso no ocurre se debe a la falta de eficacia de muchas de las tecnologías y a la reducida eficiencia de otras muchas.

Pues bien, la solución más práctica y barata es la aplicación a suelo en las dosis adecuadas para no causar problemas de contaminación al medio. Las opciones son:

- Utilización como fertilizante de los cultivos, de acuerdo a las necesidades nutritivas de los mismos.
- Aplicación a modo de vertido hasta alcanzar la capacidad máxima de depuración del suelo, de acuerdo a sus características fisicoquímicas, topográficas, geológicas, hidrogeológicas, estructurales, etc.

En cualquier caso, hay que indicar que dicha apli-

cación a suelo se rige por una legislación vigente que, obviamente, hay que cumplir.

La comparación con otros sistemas, incluyendo el anteriormente comentado de aplicación a suelo para distintos supuestos, se realizara mediante:

- Coste de funcionamiento
- Eficiencia del proceso en la reducción de la problemática del purín para distintos parámetros: volumen, nitrógeno, DBO, etc.

En el caso del prototipo, a partir de los registros y demás datos recogidos, se calcularán los **costes de funcionamiento** del mismo (incluida la amortización, dado que se conocerá la correspondiente inversión) y la **eficiencia del proceso** para los parámetros comentados. La información de otros sistemas se obtendrá a partir de la bibliografía, a excepción de los costes de aplicación a suelo para el que se realizará un estudio específico de costes reales a base de encuestas.