

Los purines de cerdo son, antes que residuos, subproductos que pueden ser objeto de distintas técnicas de valorización. Cuando se dan las circunstancias que impiden su uso como subproductos se convierten en residuos que, como tales, deben recibir el tratamiento adecuado al menor coste posible.

# Novedades tecnológicas en el tratamiento de purines



Un objetivo del diseño actual de alojamientos es evitar la producción de purines

Jesús Vázquez Minguela.

Profesor Titular del Dpto. de Ingeniería Rural. UPM.

Los purines de cerdo –un conjunto de heces, orina, agua de lavado, agua de bebederos y restos de pienso– son contemplados como aguas residuales, aguas de alta carga orgánica que requieren tratamientos depurativos de alta intensidad y coste elevado para permitir su vertido a cauce público.

Las técnicas de tratamiento de los purines de cerdo tienen su origen, con excepciones, en las aplicadas a otras aguas residuales, principalmente a las

aguas residuales urbanas. De la intensidad del tratamiento que han de recibir los purines da una idea cabal el hecho de que su Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (DBO5) oscila de 20.000 a 30.000 mg/l, mientras que las aguas urbanas están caracterizadas por valores de dicho parámetro en torno a 360 mg/l.

Cualquier estrategia de corrección de los problemas ambientales debe basarse en la

minimización de residuos en origen. En el caso del purín de cerdo, debe entenderse por minimización la reducción del volumen de purín o, más genéricamente, de effluente líquido. La razón es de índole económica, pues el coste de inversión de la plantas de tratamiento es prácticamente proporcional al volumen a tratar.

En este aspecto se ha avanzado bastante en los últimos años, existiendo numerosas explotaciones que producen 5



l/animal y día (en porcino de cebo). No obstante, en términos generales, la cifra sigue oscilando entre 5 y 12 l/animal y día.

También cabe entender como minimización la producción de estiércol seco en lugar de estiércol líquido. En el caso del porcino, podría llamarse a este estiércol "porcinaza", por analogía con "gallinaza".

El estiércol seco es, en general, mucho mejor aceptado por los agricultores que el líquido y es perfectamente susceptible de distintos tratamientos en granja o en plantas centralizadas (compostaje, producción de energía eléctrica mediante incineración, obtención de gas de gasógeno, etc.).

La obtención de estiércol seco en vacuno ha permitido superar completamente problemas ambientales en muchas explotaciones españolas. La vía clásica de obtención de estiércol seco requiere, en el caso del purín de cerdo y en función de su dilución, cantidades de paja en torno a 0,3 kg por animal y día.

Hay distintas opciones de manejo de la paja, pero en general se usa muy poco en porcicultura. También pueden utilizarse otros absorbentes, como serrín o viruta de madera. Otra opción para obtener estiércol seco, a la par que para mejorar sustancialmente el bienestar animal, la constituyen los sistemas de fondo móvil bajo slat, que permiten separar continua y fácilmente las heces de la orina, siendo aquellas manejables directamente como estiércol seco.

La orina, en principio un efluente líquido de alta carga contaminante, puede ser objeto de una gestión muy económica y eficaz para evitar su vertido.

### Últimas tendencias en el tratamiento de purines

La investigación llevada a cabo sobre la depuración y valorización energética o agronómica de los purines de cerdo, entre otras, puede catalogarse como intensa y amplia desde la crisis del petróleo de los 70, momento en el que tuvo un enfoque prioritariamente energético.

El resultado de tanto esfuerzo es claro: existe tecnología suficiente para resolver técnicamente cualquier problema ambiental ligado a los purines de cerdo, habiendo únicamente obstáculos de índole económica y de reparto de responsabilidades.

Las dificultades de mantenimiento de las plantas de tratamiento de purines no son mayores ni menores que las propias de las plantas de tratamiento de aguas urbanas, por citar un ejemplo.

Hay pues tecnología disponible para tratar los purines; el reto está en conseguirlo a un coste asumible por los ganaderos. El sector ha soportado recientemente un incremento del coste de producción por sustitución de las harinas de carne que se estima entre 1,8 y 3 céntimos de euro por kilo producido.

En términos generales, se considera que el sector tiene capacidad para asumir un coste de depuración que no supere una repercusión de 3 céntimos/kg producido. La cifra puede alcanzarse al nivel de granja en determinadas condiciones, pero el planteamiento más razonable es la solución comunitaria mediante plantas centralizadas. En este sentido, la solución pionera en el ámbito nacional es la planta centralizada de Almazán (Soria), que trata los purines de granjas situadas en un radio de 15 km. El volumen tratado es de unos 240 m<sup>3</sup>/d y la planta se puede considerar consolidada y aceptada por el sector ganadero, pese a cierto rechazo inicial. El coste actual por mantenimiento y transporte se encuentra en unos 3 euros/m<sup>3</sup>, lo que supone 2,6 euros por animal producido o 2,6 céntimos por kilo producido.

### Novedades tecnológicas

#### Separación sólido-líquido

A la cabeza de prácticamente todos los sistemas de tratamiento de purines es aconsejable proceder a separar los sólidos en suspensión, dado que esta fracción ocasiona pos-

# SEPIOLSA

Proveedor HACCP Certificado



## SEPIOLITA (E 562)

La Sepiolita (E-562) aporta una mayor rentabilidad en la producción de piensos y en la nutrición animal, por sus propiedades absorbentes, reológicas y aglomerantes.

SEPIOLSA acredita los más altos niveles de calidad en la producción y comercialización de Sepiolita, estando certificada de acuerdo a la Norma PDV, con N° de Registro GMP-FS-037, grupo QC-fi N° Q2404 (<http://www.pdv.nl>)



Ctra. N-II, Km. 38,600. Pg. Miralcampo  
19200 AZUQUECA DE HENARES (Guadalajara)  
Tels.: 949 010 000 Fax: 949 010 009

teriormente problemas mecánicos de diversa envergadura, y que es un producto de manejo seco y un excelente abono orgánico tras una maduración o un proceso de compostaje.

La separación sólido-líquido se consigue principalmente con tamices y sedimentación. La sedimentación natural del purín de cerdo es bastante rápida, pero para optimar la reducción de materia en suspensión es necesario realizar tratamientos físico-químicos (FQ) de

lante y depuración aerobia por fangos activos, habiéndose llegado a parámetros de vertido a cauce público comprendidos entre tabla I y tabla II, con costes de tratamiento (sin incluir personal ni amortización) en torno a 3 céntimos/kg producido.

El tratamiento FQ supone el 52% de dicho coste, seguido por el tratamiento biológico (41%) y el tamizado (7%).

Otros productos recientes son los polímeros de poliácrida-

rior desnitrificación (paso de nitrato a nitritos y nitrógeno, que escapan a la atmósfera). Se considera que la eliminación biológica de nitrógeno es el medio más económico en aguas residuales.

El proceso global depende de la fase inicial, la nitrificación, que además debe ser lo más rápida posible para evitar la volatilización de amoníaco. El hecho es que las bacterias nitrificadoras autóctonas del purín tiene difícil la competencia con otras poblaciones, pues el purín es, para ellas, demasiado rico en carbono.

Las bacterias nitrificadoras necesitan un bajo contenido en carbono y requieren una población mínima para que haya una nitrificación apreciable. La inoculación regular de bacterias nitrificadoras está dando muy buen resultado en el tratamiento de aguas residuales de distinta naturaleza, ricas en carbono.

En los últimos años se han empleado en purín de cerdo, con gran éxito, bacterias nitrificadoras inmovilizadas en polímeros (PINBT). En esta técnica los polímeros forman "pellets" de 3 a 5 mm en los que las bacterias son "atrapadas".

De esta forma hay una gran población activa de microorganismos nitrificadores. Se utilizan polímeros sintéticos (polietileno glicol y polivinilo alcohol) cuya vida útil estimada es superior a 10 años. La tasa de eliminación de nitrógeno amoniacal que puede conseguirse con un tiempo de retención hidráulico de 12 h es del 90%, superior a la obtenida en depuración de aguas residuales urbanas.

Las bacterias desnitrificadoras requieren un medio anóxico (penuria de oxígeno) y carbono como fuente de energía. Cuando el contenido de carbono de las aguas residuales es suficiente para ellas (caso del purín de cerdo), da muy buen resultado disponer una balsa de anoxia previa a la balsa de fangos activos, a la que se recircula una parte del efluente de ésta. La combinación de balsa de anoxia en cabeza con un reactor PINBT y posterior sedimentación ha

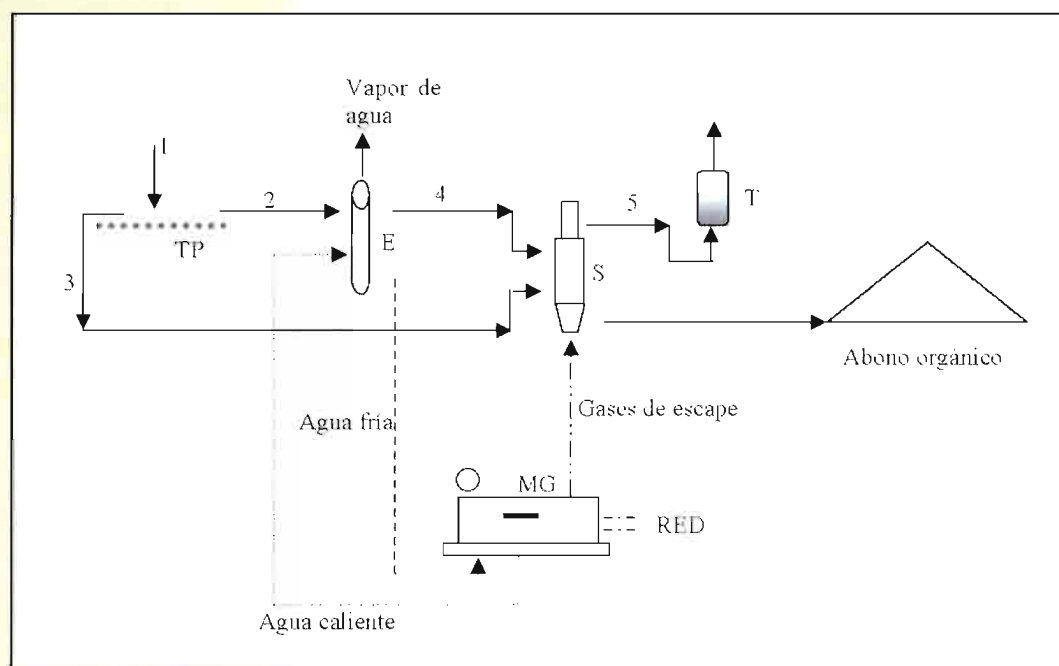


Figura 1.- Organigrama simplificado del proceso de cogeneración y secado de purines SINAÉ, adaptado por el autor. El purín (1) pasa por un tamiz-prensa (TP) obteniéndose una fracción líquida (2) y una fracción sólida (3). La fracción líquida pasa por un evaporador (E), del que se extrae el vapor de agua, obteniéndose una fracción líquida concentrada (4). Las fracciones 2 y 3 pasan a un secador (S) del que salen el producto seco final (abono orgánico) y unos gases que inicialmente se lavan con agua a contracorriente en torre (T). El motogenerador (MG) se alimenta con gas natural.

coagulación-floculación, pues la eficacia del tamizado rara vez supera el 15%. En el campo del tamizado no se han producido novedades relevantes a escala comercial. Sí cabe constatar la imposición paulatina de tamices rotativos con una luz de malla de 0,25 mm a 0,75 mm y una progresiva presencia de tamices prensa

En el campo de los tratamientos FQ, el principal objetivo es conseguir polielectrolitos y coagulantes más eficaces y económicos. En España se ha ensayado recientemente un nuevo producto, el sulfato de titanilo, con el que se han conseguido, en purín de cerdo, mejores resultados que con otros coagulantes comerciales (sulfato férrico y policloruro de aluminio). En una planta piloto situada en Sebúlcor (Segovia) se está estudiando la depuración del purín de cerdo con una combinación de tratamiento FQ con dicho coagu-

lante (PAM), cuya versión catiónica es especialmente efectiva con purín de cerdo. Con dosis de 80 a 120 mg por litro de purín y un posterior tamizado de 1 mm se han alcanzado reducciones del 89,5% de sólidos en suspensión, del 80% de nitrógeno orgánico y del 85% de fósforo orgánico. El coste aislado de esta técnica se ha evaluado en 1,7 euros/animal producido.

### Procesos biológicos

Mediante tamizado y tratamientos FQ, o sedimentación natural, se elimina casi todo el nitrógeno orgánico, pues forma parte de los sólidos en suspensión, pero el ión amonio permanece disuelto en la fracción líquida, en función del pH de la misma.

La eliminación de este nitrógeno requiere procesos biológicos de nitrificación (paso de amonio a nitrato) y poste-



dado resultados esperanzadores en purín de cerdo.

### Plantas de cogeneración y secado térmico de purines

Estas plantas pueden definirse como plantas que utilizan energía procedente de combustibles convencionales para producir energía eléctrica y secar los purines. No puede decirse, en rigor, que el proceso de cogeneración sea un tratamiento, sino una forma de disminuir el coste del tratamiento térmico de los purines.

Las plantas de cogeneración se han acogido al grupo d (reducción de residuos) subgrupo 1 (explotaciones de por-

### Las plantas de cogeneración tienen un coste de inversión de 60 a 90 euros por cada tonelada de purines tratada anualmente

cino) del RD 2818/1998 de 23 diciembre sobre producción de energía eléctrica.

Se estima que en España hay potencial para instalar 100 plantas de cogeneración. En Castilla y León, que cuenta con el mayor censo ganadero de España, hay 3 plantas construidas, 3 en construcción y 47 en proyecto. Esto supone un horizonte de tratamiento térmico de purines de unos 5 millones de toneladas/año.

Las tecnologías de cogeneración actuales combinan (figura 1), de distinta manera, tecnologías convencionales antes del secado propiamente dicho:

- Homogeneización.
- Higienización por aireación y calentamiento.
- Tamizado.
- Tratamiento biológico aerobio por fangos activos con nitrificación-desnitrificación.
- Digestión anaerobia para estabilizar el producto y ob-

tener biogás que se emplea, junto al gas natural, como combustible en los motogeneradores.

- Acidificación para fijar el nitrógeno mineral en forma de ión amonio. Se emplea ácido sulfúrico hasta conseguir un pH = 5.

Tras estas fases se obtiene una fracción líquida y otra sólida, y se realizan las operaciones más específicas de estas plantas:

- Evaporación de la fracción líquida al vacío y a temperatura inferior a 100 °C, extrayéndose el vapor de agua y obteniéndose una fracción líquida concentrada.
- Deshidratación de la fracción sólida, sola o mezclada con la fracción líquida concentrada.

La energía necesaria para el secado y la deshidratación proviene de la energía térmica excedente de los motogeneradores (refrigeración y gases de escape).

En suma, se produce un estiércol seco cuyo destino final óptimo es la fertilización orgánica o la fabricación de abonos organominerales.

Según la información disponible, las plantas de cogeneración tienen un coste de inversión de 60 a 90 euros por cada tonelada de purines tratada anualmente. Esto supone una inversión de unas 480 euros por plaza. El periodo de amortización depende principalmente de la fluctuación del precio del fertilizante orgánico y del precio de la energía producida. Los promotores estiman periodos de amortización medios de cinco años. Aproximadamente el 93% de los ingresos provienen de la venta de electricidad y el 2 % de la venta del fertilizante. El 79% de los gastos corresponden a la compra del combustible. En principio, los ganaderos tienen que asumir un coste por transporte y otro por gestión. El primero se sitúa en torno a 1,3 euros (220 pts) por m<sup>3</sup>.

El lugar de ubicación de estas plantas tiene que cumplir varios requisitos: localización en el centro de gravedad de las granjas, abastecimiento de agua superior a 10 m<sup>3</sup>/h, proximidad de línea eléctrica o sub-

estación, suministro garantizado de gas natural y superficie mínima de 1,5 hectáreas.

Las plantas de secado tienen que afrontar, en zonas de baja demanda energética, el problema de la evacuación del excedente. Desde el punto de vista técnico, es previsible que haya que implantar medidas correctoras de las emisiones gaseosas, cuyo origen es mixto: el propio combustible (NO<sub>x</sub>, CO, hidrocarburos no quemados) y sustancias procedentes del residuo tratado (NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, partículas, CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>).

### Líneas en estudio y perspectivas de futuro

Son muchas las líneas de investigación abiertas en el amplio campo del tratamiento de aguas residuales. La mayor parte de los recursos se destinan a la investigación de procesos en la depuración de aguas residuales urbanas. Tal y como ha mostrado la expe-

## MEZCLADORAS

# TATOMA



La gama más completa de mezcladoras sistema "Unifeed" y de INSTALACIONES ESTÁTICAS



## inversión de futuro



1ª GENERACIÓN 2ª GENERACIÓN 3ª GENERACIÓN

INGENIERIA Y MONTAJES MONZON S.L. (INMOSA)

POLO CON INDUSTRIAL LAS PAULES 365 22400 MONZON (HUESCA) ESPAÑA TEL: 978 34 974 40 316 FAX: 978 34 974 400 670

E-mail: info@inmosa.com web: www.inmosa.com



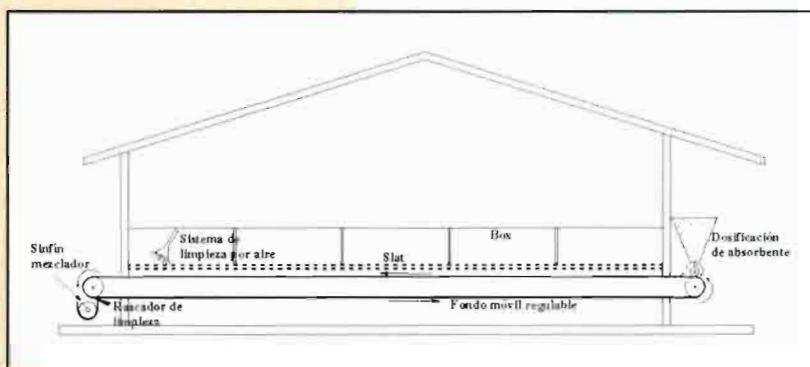


Figura 2.- Esquema del sistema FMS multicinta con opción de dosificación de absorbente en cabeza. La orina escurre hacia un lado de la cinta transportadora, mientras que las heces de evacúan hasta el final de la cinta y se separan con un rascador. Si se dosifica un absorbente en cabeza, se obtiene estiércol "seco" de manera continua.

riencia hasta ahora, el tratamiento de los purines se beneficiará, en mayor o menor medida, de los avances que se produzcan en este campo.

Una de las principales líneas de investigación es la destinada a mejorar la eliminación biológica del fósforo mediante selección de bacterias específicas.

Dentro de las denominadas tecnologías blandas cabe destacar la investigación en el campo de los filtros verdes en sus diversas variantes, los cuales pueden cumplir un importante papel dentro de sistemas de manejo integral. La técnica de "pantanos artificiales" con plantas naturales se ha mostrado eficiente para tratar el purín almacenado en lagunas anaerobias, permitiendo tratar 25 kg N/ha.día con una baja tasa de volatilización de amoníaco. La eliminación de fósforo, por el contrario, no es tan efectiva.

La depuración o valorización de los purines en plantas centralizadas parece ser la opción de futuro más consistente, por razones técnicas y económicas. Dichas plantas pueden diseñarse para tratar distintos residuos agroindustriales: purín

de cerdo, de bovino, aguas residuales de mataderos, etc. La experiencia danesa a este respecto, basada en la digestión anaerobia y el aprovechamiento energético del biogás, es muy positiva.

No obstante, en muchas circunstancias puede ser viable un cierto grado de tratamiento individual en granja. El reto del desarrollo tecnológico en este campo es diseñar soluciones modulares de bajo coste de operación y mínimo mantenimiento, que den como efluente final un líquido con contaminación exclusivamente soluble susceptible de sufrir un tratamiento final en plantas centralizadas.

### Alojamientos ganaderos para evitar la producción de purín y mejorar el bienestar animal

La investigación actual en el campo de los alojamientos ganaderos tiene como objetivos principales mejorar las condiciones higiénico-sanitarias y el bienestar de los animales, re-

ducir las emisiones de amoníaco, disminuir el volumen de purín e, incluso, evitar su producción.

Respecto a este último objetivo es muy esperanzadora la línea de investigación abierta por el concepto de "fondo móvil bajo slat", que se está estudiando, con enfoques distintos, en tres centros de investigación: Wageningen (Holanda), North Carolina State University (USA) y Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (Departamentos de Producción Animal, Construcción y Vías Rurales e Ingeniería Rural en convenio con la compañía Tragsa).

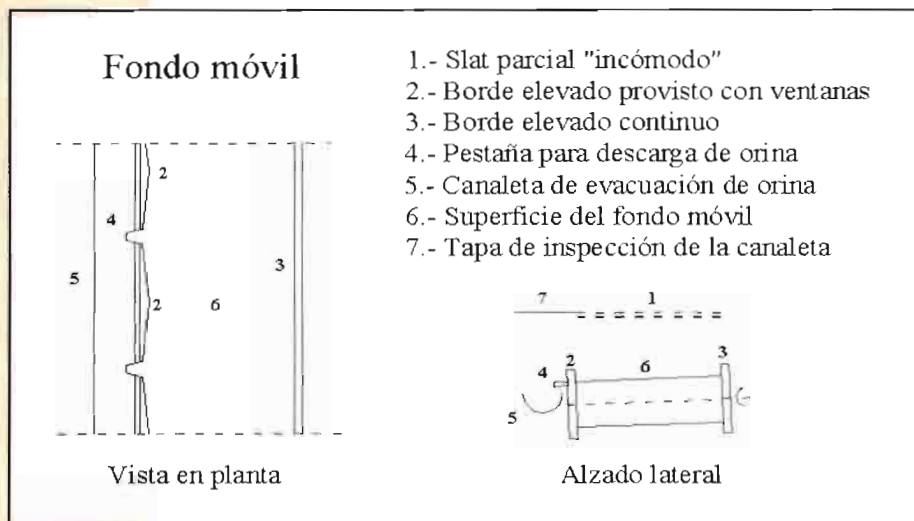
La base de estos sistemas es disponer bajo el piso enrejillado cintas transportadoras inclinadas o cintas-tamiz. En ambos casos se consigue una separación continua de las heces y de la orina, que pasa a ser el único efluente líquido, produciéndose de 1,6 a 2 litros por animal y día. Sobre esta base pueden recibir un nuevo impulso las "soluciones en granja", pues el producto más problemático, la orina, puede ser fácilmente eliminado mediante evaporación natural, evaporación natural acelerada en paneles (sistema ya empleado en España con purín tamizado, con buenos resultados) o filtros verdes. Las estimaciones de los costes de mantenimiento de estos sistemas oscilan entre 0,6 y 0,9 céntimos/kg producido.

La orina puede ser también un efluente a tratar en plantas centralizadas. En tal caso, estas plantas resultarán aptas para un número de plazas mucho mayor, lo que pudiera suponer una reducción de costes muy importante. Otra ventaja potencial del tratamiento centralizado de la orina es que este producto es mucho más uniforme y manejable que el purín, lo que favorece la eficacia de cualquier sistema de tratamiento. Las heces pueden ser objeto de diversos tratamientos o aprovechamientos en la propia granja y en plantas centralizadas.

El más claro y clásico es el compostaje, pero también podría plantearse su uso como combustible seco para produ-

### La depuración o valorización de los purines en plantas centralizadas parece la opción de futuro más consistente

Figura 3.- Detalle del fondo móvil, cuyas inclinaciones longitudinal y transversal son regulables independientemente con distintos fines.





# Gustor XXI

LA GAMA ESPECÍFICA DE PROMOTORES NATURALES

*Porque cada uno  
es diferente...*



*te lo agradecerán*

**NN**  
**NOREL & NATURE**  
NUTRICION

*...atiende  
sus necesidades*



**Una de las principales líneas de investigación es la destinada a mejorar la eliminación biológica del fósforo mediante selección de bacterias específicas.**

## **Algunas consideraciones sobre el sistema "fondo móvil bajo slat"**

Según las experiencias y los resultados de diferentes estudios académicos, de ganaderos e industrias, todos ellos independientes, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

**a) Las heces se obtienen fácilmente, pero si no se usan como fertilizante siguen constituyendo un problema que no soluciona el sistema.**

Las heces son un producto similar a los lodos obtenidos en cualquier sistema de depuración (fangos activos, plantas de secado, tratamientos físico-químicos, etc.). Si son un problema, lo son en cualquier caso y la ventaja del sistema propuesto es que el coste de obtención de las heces es muchísimo más bajo que el coste de obtención de los lodos, y la forma de obtención es mucho más sencilla. Compárese una cinta transportadora con una depuradora de cualquier tipo y se comprenderá fácilmente la diferencia. Además, a diferencia de los sistemas conductivos a la obtención de lodos, el sistema de fondo móvil bajo salt (FMS) proporciona en origen una mejora sustancial del ambiente interior del alojamiento.

**b) La orina, al igual que las heces se obtiene fácilmente, pero tienen una carga contaminante muy alta que probablemente encarecerá mucho su tratamiento. ¿No es éste un serio inconveniente?**

Efectivamente, la orina tiene una carga contaminante muy alta, pero se producen tan solo de 1,8 a 2,0 litros por animal y día (dato medio a lo largo del cebo). Entre 0,5 y 1,0 L pueden ser absorbidos por las propias heces a medida que se van secando en el estercolero, lo que enriquece el contenido de elementos fertilizantes de éstas y reduce la producción de efluente líquido. Si se realiza compostaje en la propia explotación o en plantas de granjas asociadas, será necesario emplear toda la orina para mantener la humedad de los montones y, en consecuencia, no habrá excedente líquido. En el caso de que aún quede orina excedente, la evaporación natural, previa aplicación de ácido, es una alternativa muy económica e inocua que elimina el problema. Existen, pues, estrategias para evitar que las granjas que incorporen este sistema generen efluente líquido contaminante.

**c) ¿Qué ocurre con las aguas de lavado, acaso no son un efluente líquido contaminante?**

No si se sigue un determinado protocolo de actuación. La limpieza de las instalaciones debe empezar por limpiar en seco las cintas y los slats. La limpieza de las cintas es muy rápida, pues se efectúa por rascadores. La limpieza inicial en seco de los slats tampoco debe llevar mucho tiempo, y tras la misma se procede a limpiar con agua a presión. En estas condiciones, el agua de lavado tendrá muy poca carga contaminante y, convenientemente almacenada puede ser reutilizada en la limpieza tras una sencilla sedimentación. Una de las principales líneas de investigación es la optimización del lavado de cara a la reutilización del agua.

cir calor y electricidad, tal y como se hace ya con biomasa forestal.

El concepto de fondo móvil bajo slat que se está desarrollando en España (figuras 2 y 3) está basado en un conjunto de aportaciones originales integradas con soluciones preexistentes, que dan lugar a una propuesta de alojamiento ganadero de porcino ofrecer soluciones viables y adaptadas a las condiciones específicas del porcinocultivo en España. Las principales características del alojamiento son las siguientes:

- "Sistema multicinta".  
Se dispone una cinta por cada 50 o 60 animales, lo que permite independizar problemas mecánicos y diseñar cintas muy baratas y duraderas.
- "Cintas regulables y con dosificación opcional de absorbente en cabeza".  
Todas las cintas son regulables en inclinación transversal y longitudinal, independientemente unas de otras. Asimismo, en todas ellas puede aportarse un absorbente en cabeza para obtener de manera continua una mezcla de heces, orina y absorbente que evite toda producción de efluente líquido a la par que obtener un producto excelente para compostar. Con estas opciones en la misma explotación pueden obtenerse simultáneamente distintos productos: heces, orina, heces + orina (HOR), heces + orina + absorbente. Para obtener HOR basta con regular las cintas de forma que no se produzca la separación heces/orina.
- "Cintas extraíbles".  
Las cintas pueden extraerse para su revisión y mantenimiento, pues pue-



Sistema de distribución de purines a baja presión para disminuir la producción de malos olores y las pérdidas de nitrógeno amoniacal por volatilización.

den desplazarse sobre un raíl. Se trata de cintas pequeñas, de 16 m de longitud, muy aligeradas de peso puesto que no han de soportar cargas apreciables.

- "Sistema modular".  
El alojamiento está concebido con



módulos totalmente independientes de 200 animales, lo que permite aislar problemas higiénico-sanitarios. También contribuye a la prevención de la transmisión de enfermedades el sistema "multicinta".

- "Nave elevada".

Esta solución permite que las cintas sean fácilmente extraíbles y que el sis-



tema de manejo de residuos sea "reversible". Este significa que si se dieran condiciones que aconsejaran volver a un sistema de manejo de residuos clásico, sería muy fácil y económico implantarlo, pues bastaría prescindir de las cintas y sustituirlas por fosas. La solución de "nave elevada" permitiría también implementar en un futuro sistemas de cama profunda. No obstante estas ventajas, la investigación en marcha apuesta claramente por el sistema multicinta.

- "Slat parcial en boxes de comportamiento natural".

Los boxes se han diseñado para grupos de 8 a 10 animales, con un área de reposo y otro de deyecciones (slat parcial.). El slat parcial permite disminuir las emisiones de amoníaco en el interior y diseñar cintas estrechas y, en consecuencia, más económicas. El diseño de los boxes permite mejorar el bienestar animal.

El proyecto de este alojamiento experimental, que nació en septiembre de 1999, ha exigido mucho tiempo y esfuerzo hasta definir plenamente toda la ingeniería del proceso y contar con una ubicación idónea para el alojamiento.

En este último punto es de agradecer el gran apoyo prestado por la dirección de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid y el Departamento de Producción Animal, gracias al cual la nave experimental va a construirse en los Campos de Prácticas de la ETSIA, en sustitución de la nave de cebo antigua, que data de el año 1975.

Está previsto que las obras, cuya ejecución y financiación corresponden a Tragsa, comiencen a finales de abril o primeros de mayo.

**d) ¿El sistema pretende únicamente una "solución en granja", es decir, es incompatible con soluciones centralizadas?**

No, en absoluto. Desde luego permite dicha solución, pero se adapta perfectamente a cualquier solución centralizada. Piénsese, por ejemplo, en las plantas de secado térmico. Si estas plantas trataran los residuos de un conjunto de granjas con el sistema FMS, habría dos opciones. La primera sería disponer las cintas para obtener heces y orina (HOR) conjuntamente. De este modo, la planta trataría un producto mucho más concentrado y homogéneo que los purines que tratan ahora. No se desperdiciaría en ellas calor para evaporar aguas de lavado y su funcionamiento mejoraría al recibir un producto más homogéneo. El coste del tratamiento se reduciría notablemente y una misma planta (o capacidad de secado) daría servicio a muchas más granjas. La segunda opción es que en las granjas obtuvieran orina, conduciendo únicamente éstas a las plantas de secado. Las ventajas se esta segunda opción respecto del secado de los purines es evidente. Ventajas similares son claras respecto de otros sistemas centralizados, tales como plantas de digestión anaerobia, plantas de compostaje, etc.

**e) ¿No es bastante difícil que los animales diferencien una zona limpia de una zona sucia? ¿Qué ocurre si los cerdos se tumban, por ejemplo sobre el slat?**

El sistema puede emplearse con slat total, pero a costa de costes bastante mayores. Toda la investigación está planteada sobre slat parcial, por dos razones: disminución de costes y reducción de las emisiones de amoníaco. Además, es previsible que en un futuro próximo llegue a ser obligatorio. Por otro lado, es totalmente factible que el índice de utilización del slat nunca descienda por debajo de un 75%. Es una cuestión de diseñar adecuadamente los compartimentos y disponer en ellos un número de animales adecuado. También es importante la colocación y el tipo de comederos y bebederos. Lo mismo puede decirse de la ventilación. Todos estos aspectos deben ser verificados en la investigación planteada para optimizar el índice de utilización del slat. Hay muchas razones para el optimismo, pues ya se ha conseguido en algunas granjas aún sin ser un objetivo prioritario. Por otro lado, el sistema no precisa que la utilización del slat alcance el 100%.

**f) ¿Cuáles son los principales inconvenientes del sistema?**

En primer lugar, que no puede implantarse en plantas existentes, pues no se trata solo de colocar cintas bajo el slat (lo que sería además inviable o muy costoso), sino que el sistema que se investiga no es simplemente una cinta, es un alojamiento con múltiples soluciones integradas y optimizadas. En segundo lugar, que se basa en un concepto nuevo que choca con muchos años de tradición. Algo similar ocurrió con las instalaciones avícolas, y ahora las cintas de extracción de residuos son algo inherente a ellas. Desde un punto de vista técnico, no encontramos, a priori, objeciones de envergadura a la viabilidad del sistema.

**La base del "fondo móvil bajo slat" consiste en disponer bajo el piso enrejillado unas cintas transportadoras inclinadas o cintas-tamiz**