

## **II. Estado del arte a nivel global de la gestión de residuos agropecuarios**

Los residuos agropecuarios han despertado el interés a partir de los cambios que se han dado en las zonas productivas, principalmente para el sector pecuario. La producción intensiva de especies como bovinos, porcinos y aves, principalmente han incrementado la generación de residuos en las unidades productivas al tener una alta concentración de animales en zonas reducidas.

Los principales avances en el manejo y gestión de residuos agropecuarios, se han tenido en países de la Unión Europea principalmente, en particular en España. También existe amplia documentación en Estados Unidos. Es por ello que se seleccionaron para analizar la situación y las prácticas que se realizan para una adecuada gestión y manejo de residuos agropecuarios a cuatro provincias/estados de Europa: Aragón, Cataluña, Canarias, Segovia; tres países: Costa Rica, España y Estados Unidos y una visión general de la Unión Europea

Inicia el capítulo con aproximaciones de dos autores citados en el Capítulo I, en la definición de los residuos agropecuarios. En este ámbito son de mayor interés los desarrollos prácticos que se exponen en el presente capítulo. Principalmente la provincia/estado de Aragón presenta un mayor desarrollo del tema y estrategias más integrales con relación a los residuos agropecuarios, es por ello que para el Capítulo IV, se ha tomado como referencia, sin embargo, por la situación de madurez del tema en el país, no fue posible llegar a propuestas tan concretas. Pero sin duda es una buena referencia y antecedente para los planteamientos que se desarrollan en el Capítulo VI de este trabajo de tesis, esperando sean retomados en futuras investigaciones y desarrollos.

### **Residuos agropecuarios**

Pongrácz hace un planteamiento muy general y un tanto ambiguo sobre los residuos agropecuarios, poniéndolos en una categoría similar a residuos que la normativa mexicana considera como de manejo especial. El caso de residuos industriales, residuos mineros, residuos de generación eléctrica y, en ocasiones, los residuos agropecuarios, son subproductos de alguna actividad económica, siendo un fenómeno de reciente aparición: ser residuos es actualmente el primer paso en su vida. (Pongrácz 2002, 102)

En el Manual de Ingeniería Ambiental de Glyn y Gary, comentan que en los residuos municipales que describen no incluyen muchos otros sólidos que no constituyen normalmente una responsabilidad municipal. Cosas tales como cenizas de plantas generadoras de electricidad alimentadas por carbón, lodos de plantas para el tratamiento de aguas municipales, residuos de predios de crianza de animales, desechos de minas y otros residuos sólidos industriales pertenecen a esta categoría y requieren arreglos por separado para su eliminación. (J. Glynn y Gary W. 1999, 568)

## Aragón

Los residuos ganaderos son aquellos que se generan como resultado de la cría intensiva o extensiva de ganado en cualquiera de sus tipologías, considerando los siguientes subgrupos:

- Estiércoles: son las deyecciones, sean sólidas o fluidas, de los animales.
- Residuos zoonos: son los restos de los productos utilizados en las explotaciones para el tratamiento sanitario de los animales, es decir, restos de medicamentos, envases, jeringuillas, objetos cortantes, etc.
- Cadáveres de los animales.

Aragón tiene tres “razones” para que el problema ambiental sea importante:

1. El rápido incremento de la ganadería intensiva.
2. El abandono de las prácticas tradicionales donde las explotaciones agrarias y ganaderas estaban íntimamente ligadas.
3. La fuerte concentración territorial existente en el sector ganadero.

### *Datos de generación y situación actual de la gestión*

La generación de estiércoles se muestra en la tabla II.1. En la gestión de estiércoles, no existían grandes problemas hasta hace pocos años ya que generalmente, el ganadero era también agricultor, lo que le permitía utilizar los estiércoles como abono para sus propios cultivos. Los principales problemas detectados derivaban de incorrectas dosificaciones (generalmente al alza) o de problemas de malos olores en los municipios cercanos, especialmente en los turísticos.

Tabla II.1. Generación de estiércoles por especie en Aragón

Especie	Nº cabezas (miles)	Estiércol por plaza (kg/año)	Estiércol total generado (Tm/año)	% a fosa	Estiércol total a fosa (Tm/año)
Vaca de leche	14.03	14,600	204,911	100	204,911
Vaca de vientre	19.9	8,395	167,581	0	0
Bovino de engorda	275.2	5,824	1,602,870	100	1,62,870
Porcina reproductora	225.3	6,120	1,379,069	100	1,379,069
Porcino de engorda	4,095.17	2,150	8,805,936	100	8,805,936
Ovejas/cabras	2,219.5	985	2,481,712	30	744,514
Coneja	168.1	16	2,689	100	2,689
Pollo broiler (carne)	14,808.6	58	858,933	100	858,933
Gallina de huevo	2,779	58	161,171	100	161,171
<b>Total</b>			<b>15,664,872</b>		<b>13,760,093</b>

Actualmente esta situación se ha modificado, porque la ganadería se ha intensificado, separándose de la agricultura. Ahora el ganadero debe buscar agricultores de su entorno, y firmar con ellos un “contrato de cesión de tierras”, que le permita utilizar esas tierras de cultivo para aplicar los estiércoles generados.

En el caso de las grandes instalaciones, al estar sometidas a Autorización Ambiental Integrada, las parcelas que se utilizan han sido previamente comprobadas y contrastadas, pero no ocurre lo mismo en las pequeñas instalaciones, donde es necesario mejorar el control para evitar duplicidades o también para impedir que se superen las cantidad máximas de nitrógeno autorizadas, que actualmente son las siguientes:

- Municipios vulnerables: máximo de 170 kg de nitrógeno
- Resto de Aragón: máximo de 210 kg de nitrógeno

En estos momentos se está planteando la modificación de estas dosis máximas, igualando esta a 170 kg de N/Ha para todas las zonas de Aragón, sean o no vulnerables.

La generación de residuos zoonosanitarios se muestra en la tabla II.2. Si bien hace unos años la gestión de este tipo de residuos era prácticamente inexistente, poco a poco comenzaron a gestionarse, primero mediante gestores foráneos y posteriormente mediante la incorporación de gestores aragoneses debidamente autorizados.

Tabla II.2. Generación de residuos zoonosanitarios por especie en Aragón

Especie	Residuos códigos 18 02 01 y 18 02 02* (Tm/año)	Residuos códigos 18 02 05* (Tm/año)
Vaca de leche	1.4	5.6
Vaca de vientre	0.4	5.0
Bovino de engorda	6.9	27.5
Porcina reproductora	9.5	22.5
Porcino de engorda	143.4	61.4
Ovejas/cabras	25.2	75.6
Coneja	0.1	1.3
Pollo broiler (carne)	0.7	25.2
Gallina de huevo	2.1	2.5
<b>Total</b>	<b>189.6</b>	<b>226.6</b>

Los asteriscos (\*) indican que son residuos peligrosos según la legislación vigente, y deberán ser gestionados como tales.

Cuando se redactó el Programa de Residuos Ganaderos (2006), los datos de generación eran prácticamente inexistentes (hubo que recurrir a encuestas para su estimación), pero con la recepción de los primeros datos reales se ha demostrado que no será necesario variar sustancialmente la planificación establecida en el Plan de Gestión Integral de Residuos de Aragón 2009 – 2015.

### *Principios*

**Responsabilidad del productor.** Es el productor el que debe gestionar los residuos y hacerse cargo de los costes económicos que ello suponga, lo que no impide que para determinadas actuaciones, como tratamiento de estiércoles en zonas vulnerables o saturadas, o implantación de puntos intermedios para la gestión de zoosanitarios, puedan existir ayudas económicas.

**Jerarquía de gestión.** Fomentar la reducción en la generación de estiércoles principalmente en nuevas instalaciones mediante la implantación de mejores técnicas disponibles. Y reutilizar estos estiércoles como fertilizante agrícola, siempre dentro de los límites de aplicación establecidos legalmente.

**Proximidad.** Los volúmenes generados hacen especialmente importante que su valoración agrícola o su tratamiento se realicen lo más cerca posible del lugar de generación, siempre que ello sea posible.

**Reciprocidad.** Directamente relacionado con el anterior, la reciprocidad entre Comunidades Autónomas se establecerá en el marco de las aplicaciones agrícolas y de los tratamientos de excedentes.

**Coordinación de flujos.** La materia orgánica producida en los estiércoles, debe coordinarse con la materia orgánica producida a través de otros flujos, como los lodos EDAR, residuos urbanos orgánicos, residuos de jardinería, podas, etc., de forma que se integren en un mismo sistema de gestión (objetivo horizontal).

**Protección de las aguas.** Se establecerán todas las medidas necesarias para evitar la contaminación de las aguas, superficiales o subterráneas, debida a los nitratos de origen ganadero.

**Correcta gestión de los residuos zoosanitarios.** Como consecuencia de las características propias de este tipo de residuos, el programa hace especial hincapié en la correcta separación en origen y su entrega a gestores debidamente autorizados para su gestión y tratamiento final. El programa fija también una frecuencia mínima de recogida semestral.

### *Modelo de gestión*

La valorización del estiércol como fertilizante agrícola, supone un doble beneficio ambiental, ya que aporta materia orgánica a los suelos y además solventa la gestión de un residuos ganadero. Además, implica un beneficio económico, ya que permite ahorrar abonos (generalmente químicos).

Al establecer un modelo de gestión, debemos distinguir entre los municipios saturados y los que no lo están. Se considera que un municipio está saturado cuando el índice de presión de nitrógeno supera los 170 Kg N/Ha y año.

En los Municipios no saturados, se continuará con las aplicaciones tradicionales de estiércol, respetando en todo momento las dosis que hayan sido definidas para los diferentes cultivos, así como las parcelas acreditadas para su aplicación. Para garantizar que las dosis son las correctas, las instalaciones ganaderas deberán presentar “Planes anuales de abonado”, que deberán ser aprobados por la Administración competente.

En los Municipios saturados, el sector público fomentará y promocionará de forma directa, la implantación de tratamiento de depuración de estiércoles de tipo biológico, compostaje o cualquier otro que elimine los excedentes de nitrógeno o permita su concentración en la fracción sólida, de forma que el transporte a otras áreas en las que agrícolamente sea necesario, o su transporte a plantas de compostaje sea factible. Para la gestión de dichas plantas se crearán sociedades mixtas, en las que la participación entre la Comunidad Autónoma de Aragón, los Ganaderos y las Comarcas se realice a partes iguales.

En el caso de los residuos zoonosanitarios, la gestión es igual en todo el territorio, independientemente de si se trata de municipios saturados o no. Lo más importante es conseguir una correcta separación en origen, para lo cual los ganaderos deberán depositar los residuos en dos contenedores específicos:

- Uno para los residuos biológicos infecciosos, cortantes y punzantes
- Otro para los residuos de envases de productos químicos

Dichos contenedores se entregarán posteriormente a un gestor autorizado, bien directamente, o bien utilizando una red de puntos de almacenamiento intermedio, que serán de titularidad municipal; estando previsto que exista al menos un punto por comarca. La frecuencia de recogida deberá ser, como mínimo, semestral.

## **Cataluña**

Anualmente, se producen alrededor de 10 millones de m<sup>3</sup> de residuos líquidos (purines porcinos), y unos 9 millones de toneladas de residuos sólidos (estiércoles y gallinazas).

### *Plan de gestión de las deyecciones ganaderas*

En el marco del Plan de prevención y corrección de la contaminación por nitratos de la Generalitat de Catalunya (aprobado el 3 de abril de 2000), se contemplan diversas actuaciones específicas en las zonas vulnerables, en relación con la gestión de los residuos pecuarios y el Programa de gestión de los residuos pecuarios en Cataluña, definido por la Agencia de Residuos de Cataluña:

- La elaboración de un programa comarcal de gestión de los residuos pecuarios que cuantifica la producción de purines, la disponibilidad de los campos y el excedente resultante y propone las soluciones viables.

- El establecimiento de un sistema de colaboración entre las partes implicadas para el almacenaje y tratamiento de purines que permita una posterior aplicación agrícola.
- La construcción de instalaciones de tratamiento de los excedentes.

#### *Programa de gestión de residuos pecuarios en Cataluña*

Este programa, aprobado el 21 de noviembre de 1996 por la Agencia de Residuos de Cataluña, caracteriza la situación actual y detecta las zonas o comarcas con mayor problemática relacionada con la gestión de productos orgánicos valorizables. También propone actuaciones tanto en el ámbito de la explotación ganadera como a nivel municipal y supramunicipal.

Tiene como objetivos principales:

- La minimización en origen y establecer las líneas básicas para la gestión de los residuos pecuarios.
- Fomentar la aplicación y la valorización agrícola de los purines como fertilizantes.
- Fomentar y dotar de infraestructuras para el almacenamiento, la redistribución y el tratamiento de los purines excedentes.

#### *Plan soporte a la gestión de los residuos porcinos de la Generalitat de Catalunya*

Para responder a las necesidades planteadas en el sector porcino, la Generalitat de Catalunya ha desarrollado un conjunto de actividades complementarias estructuradas entorno a un Plan de Soporte que incluye:

1. Actuaciones de soporte técnico destinadas a:
  - Promover la investigación y la transferencia al sector de dietas animales que reduzcan la aportación de nitrógeno.
  - Poner al alcance del sector el conocimiento y la evaluación de las tecnologías de tratamiento.
2. Actuaciones de soporte económico destinadas a:
  - Promover la elaboración y la aplicación de los planes de gestión de residuos pecuarios.
  - Promover las inversiones en acondicionamiento de granjas y la adopción de las tecnologías de tratamiento de los residuos porcinos.
  - Facilitar el abandono de las explotaciones porcinas que no puedan alcanzar una gestión sostenible.
3. Otras actuaciones normativas y de organización destinadas a:
  - Estimular la gestión correcta de los residuos y la creación de las infraestructuras necesarias.
4. Un Plan de Comunicación destinado a:
  - Dinamizar la participación de todos los sectores implicados en el proceso de mejora de la gestión.

- Dar a conocer las medidas de soporte que la Generalitat pone al alcance de los sectores implicados.

### *Marco normativo*

Decreto 220/2001, de 1 de agosto, de gestión de los residuos pecuarios

En agosto de 2001, con la publicación del Decreto autonómico 220/2001 de gestión de los residuos pecuarios, se establece la obligatoriedad de que ganaderos y agricultores planifiquen de forma correcta la gestión de los residuos pecuarios.

Según este Decreto, las explotaciones ganaderas han de disponer y aplicar:

- Un plan de gestión de residuos pecuarios (individual o colectivo). Para tramitar el plan de gestión de los residuos pecuarios es necesario que un técnico elabore el plan de gestión a partir de los datos de la explotación: capacidades de ganado, capacidades de fosas y estercoleros, gestión de los residuos pecuarios y documentación acreditativa. El plan de gestión se debe presentar en las oficinas comarcales del Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca para que lo estudie y lo valide conjuntamente con el Departamento de Medio Ambiente.
- Un libro de gestión de los residuos pecuarios. El libro ha de incluir la producción real de residuos pecuarios y un registro de la gestión real de los residuos pecuarios generadas en la explotación (aplicación agrícola, gestión conjunta, tratamiento individualizado y/o entrega a gestor). En el caso de aplicación agrícola, se deben apuntar los datos de cada aplicación: fecha, cantidad, identificación de la subparcela, cultivo, etc. En el caso de entrega a gestor o gestión colectiva, se deben apuntar los datos de cada entrega: fecha, cantidad, destinación.

Estos dos documentos son una herramienta básica e imprescindible para el ejercicio de la actividad ganadera.

Por su parte, las explotaciones agrícolas situadas en zonas vulnerables han de disponer y aplicar:

- Un plan de gestión de fertilizantes nitrogenados. Este plan debe incluir los datos de la explotación agrícola (superficies, tipo de cultivos y tipo de fertilizantes a aplicar) y una previsión de las cantidades de fertilizantes nitrogenados a aplicar y del mes de aplicación.
- Un libro de gestión de los fertilizantes nitrogenados, que debe incluir un registro de las cantidades de fertilizantes nitrogenados realmente aplicadas.

## Normativa sobre el almacenaje de residuos pecuarios

- La capacidad de almacenaje de las explotaciones ganaderas ha de ser la suficiente para poder gestionar los residuos pecuarios de acuerdo con lo que se establece en el plan de gestión.
- En zonas vulnerables, la capacidad de almacenaje, en relación a los residuos pecuarios destinadas a aplicación agrícola, ha de ser la suficiente para cumplir las medidas agronómicas establecidas en el Decreto 205/2000.
- Los depósitos, las fosas, las balsas de purines y los estercoleros han de permitir una autonomía de almacenamiento de los residuos de cómo mínimo 4 meses (Orden 7 de abril de 1994).
- Los depósitos, fosas y balsas de purines han de ser impermeables y contruidos de manera que no permitan vertidos de los residuos pecuarios.

## Canarias

### *Situación actual y problemática*

Tradicionalmente, en las explotaciones agropecuarias, los residuos generados por el ganado e integrados por sus heces y por la “cama”, después de sufrir una fermentación se transformaban en estiércol, que constituía la base del abonado de los campos de cultivo. Normalmente la agricultura y la ganadería se encontraban integradas.

Sin embargo, en el momento presente, una gran parte de la ganadería, llevada en régimen intensivo, se comporta de forma similar a cualquier industria. En esta industria, normalmente no ligada a explotaciones agrarias, los residuos deben ser retirados y gestionados con los medios económicamente más favorables, dentro de un marco de sanidad animal. Los sistemas elegidos para la limpieza emplean el agua a presión como desinfectante, lo que normalmente transforma las heces de los animales en un residuo líquido que recibe el nombre de purín.

En consecuencia, actualmente las explotaciones ganaderas en función de su régimen de trabajo pueden generar un residuo pastoso que posteriormente se transforma en estiércol y como tal se gestiona, o un residuo ganadero líquido, el purín, que suele emplearse en el nitrogenado de los campos mediante riego, pero que necesita una gestión adecuada.

### *Volumen de residuos generados*

Para poder realizar los cálculos se ha tomado como base las cifras reflejadas en el Anexo III del borrador de Decreto que el MIMAM se encuentra preparando. A estas cifras hay que aplicarles el criterio de disponibilidad que diferencia las ganaderías estabuladas de las semiestabuladas o de las extensivas, dichos parámetros son los establecidos por la FAO.



Aplicando dichos parámetros sobre el censo ganadero se obtiene, para la totalidad de las islas una producción global próxima a 1 millón de ton/año, (920,261 ton/año, según cálculos). De este volumen, según datos de la Consejería correspondiente, se transforma en estiércol y son objeto de comercialización casi 600,000 ton/año (565,750 ton en 1998). El resto, entre 350 y 400,000 ton/año constituyen los residuos ganaderos que en el momento presente se están eliminando de forma incontrolada.

#### *Situación actual de la gestión*

En la actualidad existen dos sistemas básicos de gestión de residuos:

- a) Explotaciones con cama, normalmente constituida por virutas de madera o pinocha. Se emplea en las explotaciones menores de todo tipo de animales y en las grandes de broilers para carne. El producto resultante, el estiércol es empleado como abono.
- b) Explotaciones con foso de purines y otra depuración. Este proceso permite la limpieza continua de las naves mediante el lavado mecánico de los establos y la acumulación de los residuos en fosas, normalmente en forma de “purín”, pero también como “gallinaza” procedente de explotaciones avícolas de ponedoras en jaulas. El método se emplea, fundamentalmente, para el ganado porcino y el bovino de estabulación fija, para leche principalmente. Es el común en las grandes explotaciones. El residuo, cuando se extrae de la nava, es almacenado en fosos con una capacidad variable de donde se extrae para un almacenamiento de mayores dimensiones (lagunas anaerobias), para su eliminación mediante riego del terreno o para su transformación en estiércol.

Los dos sistemas, que coexisten en las islas, presentan diferentes problemas medioambientales siendo los más comunes los siguientes:

- Incorrecto sistema de almacenamiento que puede provocar daños por contaminación de terrenos y acuíferos.
- Estercoleros inadecuados que provocan contaminación y olores.
- Dificultad para eliminar los residuos y empleo sobre el terreno en cantidades inadecuadas.
- Problemas de malos olores y proliferación de insectos en las inmediaciones de las granjas, por mala gestión de los residuos.

#### *Objetivos y líneas de actuación*

El objetivo global que se pretende alcanzar es la optimización de la gestión de este tipo de residuos, involucrando en la misma a todos los sectores implicados de forma que se garantice la integridad del medio ambiente y el aprovechamiento del valor agregado asociado a estos residuos.

De acuerdo con este objetivo, las acciones a planificar se orientan, en concordancia con las metas fijadas en el PIRCAN, en las siguientes líneas de actuación:

- Planificación global de las actuaciones, con el objeto de lograr una actuación coordinada y eficaz.

- Fijación de los criterios básicos para la coordinación de acciones en el desarrollo de infraestructuras de tratamiento para los residuos ganaderos. Desarrollo de asociaciones.
- Determinación de prioridades, a nivel de tipología de actuaciones en el ámbito territorial. Integración de los residuos ganaderos en las líneas de tratamiento de residuos orgánicos. Sistemas de eliminación y transformación a desarrollar.

El Plan de Actuación, se ha desarrollado con base en los principios establecidos por la Unión Europea: autosuficiencia, proximidad, “quien contamina, paga” y responsabilidad compartida. También, en cuanto a gestión, se mantiene el orden jerárquico de: minimización, valorización y eliminación segura.

Para poder alcanzar los objetivos señalados, se ha previsto el desarrollo de una serie de programas de acuerdo con las siguientes líneas de actuación:

- Minimización del impacto medioambiental
- Minimización de la producción de residuos
- Aprovechamiento de los residuos como fertilizantes y acondicionadores del suelo
- Valorización energética de un recurso renovable

## **Segovia**

### *Situación actual*

La producción de purín en la provincia de Segovia se estima en unos 3,900,000 m<sup>3</sup> al año, lo que supone aproximadamente el 50% de la producción regional. Esto, unido a un uso creciente de abonos químicos en la agricultura, ha provocado que sólo en la provincia de Segovia se encuentren las 5 Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos de origen agrícola y ganadero, declaradas en Castilla y León.

### *Alternativas propuestas*

#### *Aplicación del purín a tierras de cultivo*

La reutilización de los purines como abono agrícola representa una alternativa realista en provincias como la de Segovia, de climatología árida o semiárida y suelos con bajo contenido de materia orgánica. El sector porcino es el principal producto ganadero en Segovia, es por ello que esta provincia es una excelente candidata para aprovecharse de esta ventaja ya que uno de los principales factores limitantes del crecimiento de este sector lo constituyen los problemas medioambientales derivados de la explotación porcina; y la posibilidad de reutilización de los purines constituirá una alternativa viable a la gestión de éstos.

Comparando el purín con otros residuos, se observa que posee unas características de composición que ofrecen grandes posibilidades para su reutilización. Su aplicación al suelo

presenta varias ventajas: puede mejorar su estructura, la actividad microbiana y la producción de los cultivos, puesto que dispone de una serie de nutrientes fundamentales: nitrógeno, fósforo y potasio.

#### *Instalación de sistemas de tratamiento de residuos pecuarios*

Debido a la existencia de determinadas zonas conflictivas por el exceso de producción de purines y por la falta de tierras de cultivo próximas a las explotaciones ganaderas, sería necesario la implantación de sistemas alternativos para la eliminación de estos residuos. Habiendo estudiado los municipios con mayor carga ganadera y menor superficie de cultivo, los más problemáticos son los siguientes: Cuéllar, Fuentepelayo, Navas de Oro y Valledado.

En todos ellos se observa que la producción de purín sobrepasa la cantidad que podría aplicarse a las superficies de cultivo, suponiendo el caso más desfavorable, es decir, que todo el abonado nitrogenado se realizara con este tipo de fertilizante orgánico.

La provincia puede absorber más purín que el producido actualmente, pero tanto la producción como la aplicación del purín se deberá hacer de forma controlada a través de entidades gestoras.

#### *Propuesta de ayudas agroambientales*

De alguna manera se debería de incentivar a los agricultores para el uso de abonos naturales frente a los fertilizantes químicos que se usan de forma habitual. Para ello sería necesario, tal vez, el hecho de modificar una línea de ayudas de la PAC para crear los incentivos necesarios por hectárea por el uso de estiércoles frente a los fertilizantes químicos, todo ello bajo la tutela de una empresa gestora que garantice la correcta utilización de los residuos ganaderos.

Con esto, se persigue establecer un régimen de ayudas que contribuyan a la protección del medio ambiente, reduciendo la contaminación por nitratos procedentes de fuentes de origen agrícola y ganadero, así como mejorando las características físico químicas de los suelos.

El agricultor que pone la superficie del cultivo para la aplicación de residuos ganaderos, recibirá una ayuda por parte de la empresa gestora. La ayuda consistiría en fijar una cantidad económica por hectárea, independiente del residuo ganadero que en la misma se aplique, ya que esta cantidad es función del tipo de suelo y cultivo que se fertiliza

## **Costa Rica**

### *Acción estratégica: Aprovechamiento y transformación de residuos orgánicos*

Los residuos orgánicos provenientes de la agricultura, agroindustria, áreas verdes y domicilios tienen, por sus características, un importante valor, debido a su potencial de aprovechamiento energético y transformación en abono. Si no son manejados adecuadamente, como en la actualidad, estos residuos pueden emitir grandes cantidades de gases efecto invernadero. En

consecuencia, se deben fomentar tecnologías apropiadas, con el fin de aportar al ambiente y contribuir significativamente a la meta de Costa Rica de ser un país “C-neutral”.

*Objetivo:*

Procesos en funcionamiento que conviertan residuos orgánicos en abono, alimentos, aprovechamiento energético y otros.

*Indicador:*

Aumento del aprovechamiento de los residuos orgánicos.

*Puntos clave:*

- El estudio técnico-económico de los procesos de tratamiento de residuos orgánicos debe considerar aspectos como: conversión en abono y alimentos, aprovechamiento energético (directo e indirecto), efecto invernadero (sobre todo el gas metano), características de los suelos, aspectos climáticos, soluciones centralizadas o descentralizadas.
- Es necesaria la formación de asociaciones “sombrija” de pequeños generadores, para poder entrar a los mecanismos de MDL.
- Es clave facilitar los procesos administrativos necesarios para conseguir los permisos requeridos para el suministro de energía eléctrica generada por entidades privadas a la red eléctrica pública.
- Para impulsar proyectos específicos, se necesita un mecanismo de agrupación de actores (matchmaking): generadores, potenciales operadores, proveedores de tecnologías y fuentes de financiamiento. Es clave un paquete de apoyo tecnológico (identificación de tecnologías, asesoría), financiero (bancos privados y de desarrollo, fondos de inversión) y organizacional, así como el respaldo del sector público.
- El abono orgánico (compost) sería particularmente atractivo para fomentar la agricultura orgánica.

## **España**

El sector porcino es la actividad ganadera que mayor crecimiento ha tenido en España en los últimos años. Ello ha dado lugar a la generación de 40 millones de toneladas de purines, de los que 33 se eliminan de forma natural esparciéndolos en los campos de labor, mientras es preciso destruir el resto. Con todo, se ha denunciado la presencia de más de 200 zonas vulnerables donde la contaminación de las aguas subterráneas es superior a los 50 mg de nitratos por litro. Ello limita cada vez más la aplicación al campo como sucede en Cataluña, Murcia, Toledo, Segovia y parte de otras comunidades.

Hay actualmente en España alrededor de 12 plantas de gestión de purines. Estas plantas cuentan con digestores anaerobios para tratamiento de efluentes líquidos con muy poco contenido en

sólidos, como es el caso de los purines. Se necesita un porcentaje mínimo de materia orgánica en el reactor para que la generación de biogás pueda devenir una fuente de ingresos. Este es el mayor inconveniente de estas plantas en España, donde el método habitual de limpieza en las explotaciones ganaderas añade mucha agua en las deyecciones, obteniéndose un purín con un 2-6% de materia seca que no asegura la viabilidad económica de las plantas de gestión. Su instalación, pues, obedece más a razones de impacto ambiental y sociológico, ya que un digestor elimina los olores ofensivos casi perfectamente, que a criterios económicos.

En la digestión anaerobia la materia orgánica es metabolizada a biogás (básicamente metano y CO<sub>2</sub>) en ausencia de oxígeno. La digestión estabiliza la materia orgánica. Sin embargo, no consigue eliminar parte del material lentamente degradable como las celulosas. El material resultante suele precisar una posterior metabolización, como el compostaje.

## **Unión Europea**

En Centroeuropa, en particular en la zona norte, se ha llegado a la conclusión de que las plantas de biometanización/biodigestores, en particular las destinadas al tratamiento de residuos ganaderos sólo son económicamente sostenibles por encima de una capacidad de 10,000 ton/año y para un líquido que contenga un 20% de materia seca.

En el caso de los purines de cerdo, en el mejor de los casos la máxima concentración de material seco puede alcanzar el 15%, lo normal en España es que sea del 2 al 8%. Además el purín de cerdo presenta el inconveniente de su baja tasa de transformación en metano, lo que implica que este tipo de plantas sólo alcanzarán las rentabilidades si se mezcla el purín con otros residuos más energéticos. En ello se ha trabajado y se han logrado buenos resultados con la denominada co-digestión, esto es, la digestión de los purines con fangos de los mataderos o de otra procedencia que aseguren una gran cantidad de materia orgánica, en especial lípidos.

En el norte de Alemania se han construido plantas de tratamiento de aguas procedentes de los mataderos que son energéticamente sostenibles, es decir, el biogás producido en el digestor cubre todas las necesidades térmicas de la industria y la electricidad generada es suficiente para atender a la demanda eléctrica del matadero. En Dinamarca existen bastantes plantas donde junto a los purines (70% en peso) se añade un 30% de residuos cárnicos ricos en proteínas; estas plantas son energéticamente autónomas y además pueden exportar energía eléctrica.

El otro problema que se plantea es el uso como fertilizante del residuo resultante del digestor. Se trata de una mezcla de líquido y sólido, con composición semejante a la de entrada, de la que por centrifugación se puede separar la fracción sólida para ser usada como fertilizante natural. Existe en la UE una normativa con respecto a la higienización de esta fracción que depende, básicamente, de la caracterización y procedencia del residuo a tratar y del destino que se vaya a dar a la fracción sólida. Para los residuos ganaderos habituales, la higienización se puede conseguir con 70 °C de temperatura mantenida durante 1 hora, o 173 °C durante 20 minutos a 3 bares de

presión. La discusión radica en establecer el umbral de higienización en reactores que difícilmente sobrepasan los 50 °C, con flora microbiana termófila, aunque el tiempo de permanencia del líquido sea de 10 ó 15 días. El otro problema, y más importante desde el punto de vista medioambiental, es la fase líquida. Esta fase, obviamente mayoritaria, tiene un gran contenido de materia orgánica disuelta, inconveniente por el que se están realizando muchas pruebas para tratar en medio ácido estas aguas, neutralizar el efecto del nitrógeno y poderlas usar como agua de riego.

Como se ha comentado, los potenciales de producción de biogás a partir de purines de cerdo son relativamente bajos, debido al bajo contenido en materia orgánica de los mismos, comparados con otros tipos de residuos, y la baja biodegradabilidad de la misma. La co-digestión de residuos pecuarios y residuos orgánicos en sistemas de mezcla completa es una metodología exitosa tanto en régimen termofílico como en el mesofílico. La principal ventaja de la co-digestión está en aprovechar la sinergia de las mezclas, y compensar carencias de cada uno de los substratos por separado.

En Dinamarca funcionan alrededor de 20 plantas centralizadas de producción de biogás desde los años 80, lo que ha posibilitado el tratamiento combinado de residuos ganaderos y residuos orgánicos procedentes de la industria alimentaria, de plantas depuradoras de aguas residuales urbanas, residuos de mataderos y la fracción orgánica de RU. Los residuos urbanos e industriales suelen contener altas concentraciones de materia orgánica fácilmente degradable (lípidos, carbohidratos y proteínas), por lo que presentan un mayor potencial de producción de biogás que los residuos ganaderos, de 30 a 500 m<sup>3</sup>/ton, mejorando la viabilidad económica de las plantas. Sin embargo, estos residuos pueden presentar problemas para su digestión, como deficiencia en nutrientes necesarios para el desarrollo de los microorganismos anaerobios, baja alcalinidad, o excesivo contenido en sólidos que provoque problemas mecánicos. Los residuos ganaderos, y en concreto el purín de cerdo, pueden ser una buena base para la co-digestión, porque generalmente presentan un contenido de agua más alto que la mayoría de residuos industriales, una mayor capacidad tampón y aportan una amplia variedad de nutrientes necesarios para el crecimiento de los microorganismos anaerobios.

Muchas experiencias de co-digestión han sido llevadas a cabo, mezclando diferentes tipos de residuos, desde las experiencias a escala industrial de Dinamarca, hasta muchas otras a escala laboratorio, corroborando casi siempre las expectativas de un mayor potencial de biogás. Los efectos beneficiosos de la introducción de mezclas de residuos ganaderos con residuos industriales se han puesto de manifiesto en las plantas a escala industrial en Dinamarca. La producción media de las plantas que utilizan mezclas fue en el mes de septiembre del año 1999 de 38,5 m<sup>3</sup> de gas/m<sup>3</sup> de biomasa, con un máximo para la planta de Vegger de 90 m<sup>3</sup> de gas/m<sup>3</sup> de biomasa introducida en el reactor, mientras que la media de producción para las plantas que trabajan sólo con estiércol fueron siempre menores a los 26.6 m<sup>3</sup> de gas/m<sup>3</sup> de biomasa, con un valor medio en el mismo período de 14.5 m<sup>3</sup> de gas/m<sup>3</sup> de biomasa (Danish Energy Agency).

## Estados Unidos

### *El Programa AgSTAR*

El control de los olores y la protección de las aguas se han convertido en temas prioritarios en la gestión de los residuos pecuarios, especialmente a partir del momento en que el desarrollo residencial se ha expandido en las áreas rurales. Estas consideraciones han llevado a un número creciente de ganaderos a considerar la instalación de sistemas de digestión anaerobia.

Los ganaderos pueden usar el biogás producido para generar electricidad, calor, agua caliente y refrigeración para su uso en la granja, al mismo tiempo que reducen los olores, las emisiones de metano, y la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. También pueden vender la electricidad a empresas eléctricas y los sólidos digeridos (un fertilizante de gran calidad) a otros granjeros, jardineros y otros, creando nuevas fuentes de ingresos. Por ejemplo, Craven Farms de Cloverdale, Oregon, genera anualmente 24,000 USD de electricidad y 30,000 USD de sólidos digeridos con su sistema de biogás.

El Programa Federal AgSTAR estima que aproximadamente 3,000 explotaciones ganaderas en todo Estados Unidos podrían instalar sistemas de recuperación de biogás coste-eficientes, con un potencial de recuperación de 426,000 ton de metano.

El Programa Federal AgSTAR, una iniciativa conjunta de la U.S. Environmental Protection Agency, el U.S. Department of Energy, y el U.S. Department of Agriculture, muestra a los productores de leche y porcino como gestionar los estiércoles de manera rentable al mismo tiempo que se protege el medio ambiente. AgSTAR proporciona soporte técnico, herramientas de software, e información sobre digestores de biogás y ha promovido el desarrollo de estándares nacionales para los sistemas de digestión anaerobia a escala comercial.

Para asegurar que los sistemas de recuperación de metano están correctamente diseñados, instalados, mantenidos y operados, el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales del U.S. Department of Agriculture y la EPA han desarrollado Estándares de Prácticas de Conservación para los sistemas de recuperación de metano. Estos estándares, proporcionan guía técnica a los ganaderos, diseñadores, ingenieros, e instaladores de los sistemas de recuperación de metano para reducir el riesgo de fallos técnicos o sistemas con bajo rendimiento.

El USDA Environmental Quality Incentive Program proporciona costes-compartidos para mejoras agrícolas en regiones target para ayudar a alcanzar estándares de calidad de las aguas y otros estándares medioambientales. La financiación está disponible para instalaciones de gestión de residuos animales. El 50% de los fondos del Programa está dedicado a los problemas de recursos naturales relacionados con la producción ganadera.

Además, el U.S. Department of Energy apoya proyectos de biogás a través del Regional Biomass Energy Program (RBEP) en 5 regiones de los Estados Unidos. El programa proporciona costos-compartidos y soporte para mejorar la capacidad y efectividad del gobierno estatal y local y de la

industria en la producción y el uso de recursos energéticos de la biomasa, incluyendo biogás agrícola. El RBEP también publica un manual de biogás que proporciona información de los diversos usos del biogás, manejo de gas, limpieza, aspectos de seguridad y salud, económicos, y fuentes de equipos y experiencia.

#### *State Experience with Manure Management*

Un determinado número de estados apoya sistemas de biogás agrícola a través de subvenciones, costos-compartidos, préstamos a bajo interés, proyectos de demostración, o información y programas de asistencia técnica.

Illinois: Illinois ofrece un 50-50 costo-compartido (hasta 550,000 USD por subvención) a los granjeros que instalan sistemas de electricidad de biogás anaerobios que reúnen los requisitos necesarios. El programa de subvenciones, establecido en el marco de la legislación de reestructuración del sector eléctrico de 1997, está financiado a través de un recargo/sobretasa sobre la electricidad generada por instalaciones eléctricas propiedad de inversores privados. Las subvenciones de biogás están disponibles para sistemas comprados o construidos después del 01/01/98. Los diseños experimentales o sin probar no cumplen los requisitos para ser financiados.

North Carolina: Los granjeros que quieren instalar digestores anaerobios pueden dirigirse a la North Carolina Energy Division para préstamos a bajo interés y otro tipo de asistencia. El programa de préstamo proporciona hasta 500,000 USD por proyecto a un 4% de interés durante siete años. El programa de subvenciones ofrece financiamiento limitado pero ayuda a los granjeros a disponer de financiación externa segura. El Estado también patrocina proyectos piloto individuales.