

Capítulo

XV

**Los residuos
agrícolas y de
origen animal.**

MARÍA DE LOS ÁNGELES BLÁZQUEZ



Capítulo XV

LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS Y DE ORIGEN ANIMAL

1 LA AGRICULTURA COMO ACTIVIDAD GENERADORA DE RESIUDOS.

Según los distintos sectores de actividades los residuos generados pueden provenir básicamente del sector primario (agricultura y ganadería) o del sector secundario, que genera residuos industriales. Los residuos del sector primario pueden clasificarse de la siguiente forma:

- **Residuos Agrícolas y Ganaderos:**

Son aquellos materiales resultantes de la actividad agrícola y ganadera que son destinados al abandono, constituidos fundamentalmente por grandes concentraciones de materia orgánica. Son los residuos más abundantes y también los más dispersos y difíciles de controlar, constituyendo uno de los principales focos de contaminación de las aguas subterráneas, superficiales y suelos. Con el aumento de la concentración de las explotaciones agrícolas y ganaderas intensivas, los problemas de la contaminación aumentan si no son sometidos a un tratamiento adecuado.

- **Residuos Forestales:**

Son los provenientes de las labores silvícolas: ramas, hojas, cortezas, serrines, virutas, raíces, etc. Su control y eliminación es fundamental con vistas a la erradicación de incendios forestales.

En el pasado la sociedad requería de la agricultura la producción de bienes, fundamentalmente el abastecimiento de alimentos, y de forma secundaria, de ciertas materias primas. La demanda hacia el futuro exige reorientar parte de sus objetivos hacia la producción de servicios.

La técnica agronómica y las prácticas agrarias, cuyo principal objetivo consiste en mejorar racionalmente los procesos productivos agrarios, no hacen sino manejar los factores ambientales; el suelo, el agua, el clima que tuvieron tradicionalmente un gran peso en la producción primaria.

Las prácticas agrícolas y ganaderas tradicionalmente han priorizado, por encima de todo, maximizar la producción, en la medida en que la demanda de alimentos, cuya satisfacción era el principal objetivo de la agricultura, era superior a la oferta, olvidando en muchas ocasiones y hasta hace poco tiempo la conservación del medio ambiente.

La Producción Vegetal, globalmente considerada, debería ser positiva para el medio ambiente, un “sumidero” por su capacidad de reciclado y porque tiende a

maximizar procesos productores de oxígeno y fijadores de dióxido de carbono, contrarrestando así la liberación de este último gas, que se suele denunciar como una de las alteraciones planetarias más importantes. Sin embargo, la agricultura que se viene practicando en los países desarrollados en sus formas intensivas, se considera como una actividad que contamina el aire y el agua, deteriora los suelos y es generadora de gran cantidad de residuos.

En las últimas décadas, la comercialización asegurada de los productos agrarios a unos precios de intervención fijados ha estimulado el aumento constante de los rendimientos brutos. La clave de los elevadísimos rendimientos que se obtienen está en la utilización intensa de insumos: fertilizantes, plaguicidas, riego, energía... y sobre todo tecnología. Este tipo de agricultura ha creado graves problemas ambientales como son reducción de la biodiversidad y la contaminación del suelo y de las aguas por la mala utilización de fertilizantes y plaguicidas.

Los agroecosistemas se diferencian de los ecosistemas naturales, a los que sustituyen, por una fuerte simplificación estructural. Éste es el primer efecto de la agricultura, directamente producido por la roturación de espacios detraídos al medio natural. Si el proceso es lento los organismos tienen tiempo de adaptarse alcanzándose ciertas cotas de diversidad; el problema ambiental se genera cuando se realiza este cambio de forma brusca.

En situaciones de estabilidad, conseguida con actuaciones a ritmo lento a lo largo del tiempo, el problema medioambiental surge por la tendencia a aumentar los rendimientos, lo que implica modificación de las estructuras, intensificación de las labores de cultivo e incremento del uso de fertilizantes.

El incremento de la fertilización y su escaso control y racionalidad técnica está ocasionando dos problemas graves: la eutrofización de aguas superficiales, debido fundamentalmente a la incorporación de fosfatos, que suele ser el factor limitante de la producción primaria del agua, y la contaminación por nitratos y nitritos de las aguas subterráneas a lo que hay que añadir la acidificación del suelo.

A pesar de los avances conseguidos en el control de los enemigos de las plantas en el marco del control integrado (potenciación de los enemigos naturales, utilización de feromonas, insecticidas menos agresivos con el medio ambiente...), la agricultura depende en gran medida de la aportación de plaguicidas, fungicidas y herbicidas. Éstos tienen dos tipos de efectos ambientales: contaminación de suelos, aguas y alimentos y retroceso de la biodiversidad.

Las formas de laboreo han sido con frecuencia motivo de la destrucción de la estructura, textura y fertilidad del suelo. El recurso a técnicas de laboreo de conservación o no laboreo es prometedor.

Por otro lado, la Producción Animal presenta problemas relacionados con la

contaminación cuando se practica en régimen intensivo. Las aportaciones de grandes cantidades de materia orgánica al suelo o al agua superan su capacidad de procesamiento al agotar el oxígeno disponible; a su vez la liberación de nutrientes provoca fenómenos de eutrofización en las aguas.

Algo similar puede señalarse en relación con las industrias de base agraria. Las industrias cárnicas, las que tratan pescado, leche, cuero, lana, celulosa, frutas, verduras... incorporan al medio además de otros productos, grandes cantidades de materia orgánica.

2 CARACTERÍSTICAS Y RIESGOS DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS Y GANADEROS.

La característica fundamental de los residuos procedentes de la actividad agrícola y ganadera como se deduce del apartado anterior es el elevado contenido en materia orgánica, tanto de origen vegetal como animal, consecuencia del desarrollo de una agricultura y ganadería intensivas donde no es posible el reemplazo de estos materiales en la propia instalación. A estos se suman otro tipo de materiales procedentes de la actividad como son los restos de fertilizantes, fitosanitarios (insecticidas, herbicidas, fungicidas, etc.) y otros como consecuencia de los procesos industriales asociados.

La contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas constituye uno de los principales problemas que generan estos residuos. Cantidades importantes de fertilizantes y fitosanitarios y de los lixiviados generados por la descomposición de materia orgánica, acaban en las corrientes de agua en cantidades excesivamente altas dando lugar problemas como la eutrofización, y la contaminación de las aguas por nitratos.

La eutrofización entendida como un nivel de disponibilidad de nutrientes elevado en las aguas da lugar a la degradación de los ecosistemas acuáticos, en los que tiene lugar un agotamiento del oxígeno disuelto en las aguas provocando la muerte de los peces por asfixia. Mientras que la contaminación de aguas por nitratos es un problema que preocupa especialmente porque el nitrato resulta tóxico para el hombre y está implicado en enfermedades como la metahemoglobinemia (afección a la sangre).

3 RESIDUOS VEGETALES.

Tradicionalmente los materiales procedentes de la actividad agrícola no eran considerados como residuos al ser utilizados en la propia explotación y producirse en pequeñas cantidades. Con el desarrollo de nuevas tecnologías en todos los campos y también en la agricultura se produce una modificación del sistema productivo dando lugar al desarrollo de monocultivos y posteriormente de la agricultura intensiva, que supone una mayor concentración de residuos provocando importantes problemas medioambientales.

Los residuos propios de la actividad agraria pueden clasificarse en:

- Los derivados del proceso productivo, de cultivo, consistente en restos vegetales.
- Los productos químicos utilizados en el desarrollo de los cultivos, fertilizantes, plaguicidas, etc. utilizados con el objeto de aumentar el rendimiento productivo.
- Los originados en procesos industriales de transformación de los cultivos, constituidos fundamentalmente por materia orgánica.
- Los residuos específicos de la agricultura intensiva, constituidos principalmente de plásticos usados, residuos que se estudian en otro capítulo de este libro.

Los restos vegetales han pasado a constituirse en el principal residuo procedente de la actividad agraria suponiendo un peligro para la propia actividad que los genera tanto en su fase productiva como de transformación. Constituyen uno de los principales vectores de transmisión de plagas y enfermedades a la vez que son una fuente importante de materia orgánica.

Estos residuos son fundamentalmente restos de plantas, pero no sólo esto, sino que incluyen los frutos que por su apariencia o calidad no se pueden comercializarse, son residuos con un alto contenido en humedad. Los principales problemas que plantea la mala gestión de los residuos son:

1. Al amontonarse, debido a la humedad y a las altas temperaturas se transforman en un foco de plagas e insectos que pueden propagarse por los cultivos de alrededor o por las poblaciones cercanas. A esto contribuye el alto contenido en azúcares de algunos de los productos.
2. La incineración incontrolada constituye un foco de contaminación y molestias para las zonas cercanas.
3. Cuando estos residuos se encuentran contaminados por restos de tratamientos fitosanitarios, su incineración puede verter a la atmósfera compuestos peligrosos. También es frecuente que se utilicen estos residuos para alimentar al ganado con el consiguiente peligro para el ganado y los consumidores.

3.1. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS VEGETALES.

El tratamiento de los residuos vegetales puede ser realizado mediante su reutilización como compost, así como por tratamiento energético, siendo la eliminación el último paso para la gestión de estos residuos.

a) Utilización como compost

Las plantas toman del medio que le rodea los elementos nutritivos necesarios para su crecimiento. Hay tres elementos necesarios para las plantas en grandes cantidades: Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno (O), constituyendo el 95% de la materia seca de los vegetales. El resto lo suministra la tierra a partir de la descomposición de la materia orgánica y los minerales aportados.

En los cultivos que no permanecen en el terreno durante todo el año, es habitual que se proceda a la trituración de los restos vegetales y después se incorporen progresivamente a la tierra de cultivo para favorecer su mineralización e incorporación al suelo aportando elementos minerales, dejando de constituirse en un residuo. Con el desarrollo de la agricultura intensiva, la ocupación del suelo por parte de las plantas es prácticamente continua, por lo que resulta necesaria la retirada de los restos vegetales de la explotación. En estos casos la formación de compost es una alternativa a la eliminación de estos residuos.

El compostaje es un método de tratamiento de los residuos sólidos, pudiendo ser éstos, urbanos, agrícolas e industriales, éstos últimos principalmente de industrias agroalimentarias. Se basan en la degradación bioquímica de la fracción orgánica biodegradable de los mismos, que permite convertirla en una sustancia similar al humus, de características totalmente estables e inofensivas desde el punto de vista higiénico y sanitario, y que recibe el nombre de compost.

De acuerdo con la legislación vigente, Orden de 28 de mayo de 1998, sobre fertilizantes y afines, el compost es considerado como enmienda orgánica y definido como: "Todo producto obtenido por fermentación controlada de residuos orgánicos que cumpla con las siguientes especificaciones" :

- Materia orgánica total: 25% sobre materia seca.
- Nitrógeno orgánico mínimo: 0,5%, al menos el 80 % será insoluble en agua.
- Límite máximo de humedad: 40%.
- Nivel granulométrico: el 90% pasará por la malla de 25 mm de abertura.
- Límites máximos admitidos de elementos pesados en ppm o en mg/kg:

Cadmio:	10	Cobre:	450
Níquel:	120	Plomo:	300
Zinc:	1.100	Mercurio:	7
Cromo:	400		

Al compost, que no es exactamente un abono, se le reconoce como fuente de materia orgánica que actúa como generador, acondicionador o corrector de suelo, de tal forma que su presencia se manifiesta mejorando propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que lo recibe.

Los parámetros fundamentales que regulan la calidad del compost son:

- Relación C/N
- Humedad
- Temperatura
- pH
- Aireación

El proceso de fabricación del compost varía de algunas semanas a varios

meses según el método empleado, la relación C/N y el grado de madurez necesario para su aplicación.

La acción química del compost se manifiesta por su capacidad de intercambio catiónico superior a la de cualquier arcilla, favoreciendo el crecimiento radicular y la retención de agua, impidiendo la erosión, con lo que el compost puede ayudar a combatir los problemas de pérdida de suelo. Suministra nitrógeno, fósforo y potasio y una importante aportación de oligoelementos (hierro, magnesio, zinc, boro, molibdeno, cobre,...) y por efecto de su oxidación lenta, produce gas carbónico que contribuye a solubilizar algunos elementos minerales.

Aparte de su utilización en la agricultura como enmienda orgánica, hay que destacar desde el punto de vista medioambiental la utilización para acondicionar suelos salinos, rehabilitar antiguas escombreras y la creación de áreas forestales. Especial importancia presenta su uso en jardinería, campos de deporte y plantas ornamentales

b) Aspectos energéticos

Bajo el punto de vista de su aprovechamiento energético, los residuos agrícolas que interesan, son los de alto contenido celulósico; los restos de cosechas, de poda, hojas, ramas, cortezas.

Los procesos de conversión de los restos vegetales se pueden dividir en función de los agentes primarios que causan la transformación estos pueden ser:

- a) Métodos físicos: consistentes en la alteración de las propiedades físicas del material consistentes en: fraccionamiento, astillado, cortado... Se trata de un proceso previo a cualquiera de los métodos que se describen a continuación.
- b) Métodos químicos: Basados en reacciones hidrolíticas.
- c) Métodos termoquímicos: basados en la descomposición térmica: combustión, pirólisis y gasificación. Existen varias alternativas para el aprovechamiento de estos residuos, entre las que podemos citar:
 - Utilización de los residuos como combustible en cementeras, con lo que pueden servir de sustitutivos a otros combustibles como son el fuel-oil o el carbón, con el consiguiente ahorro en este tipo de combustibles no renovables y permite un aprovechamiento total del residuo.
 - Generación de energía mediante combustión de los residuos. Se trata de una incineración directa de los residuos y utilización del calor generado como calefacción o para la producción de energía eléctrica.
- d) Métodos bioquímicos y biológicos: se desarrollan por la degradación de la materia orgánica mediante digestión anaerobia y fermentación alcohólica.

La digestión anaerobia transforma los restos vegetales en energía almacenable, basándose en el uso de microorganismos, mayoritariamente bacterias. La digestión tiene lugar en ausencia de oxígeno y del proceso se obtiene metano como producto final más materia sólida que puede ser utilizado como abono. En el proceso tiene lugar una digestión mesófila a temperaturas entre 20 y 35°C y una digestión termófila con temperaturas comprendidas entre 50 y 65°C.

El tratamiento requiere materias primas con gran cantidad de agua, y por tanto la mayoría de la biomasa empleada para digestión está constituida por elementos acuosos con materias en solución y/o suspensión. Pueden tratarse residuos sólidos como los residuos vegetales que tienen un 70-80 % de humedad. En muchas ocasiones se necesita para su óptimo funcionamiento índices mayores en nitrógeno que los que proporciona los residuos vegetales de origen hortícola. El aporte extra es posible conseguirlo de estiércoles, lodos, etc.

La fermentación alcohólica es un proceso bioquímico que transforma la biomasa en energía almacenable basándose en el uso de microorganismos, mayoritariamente levaduras. Se produce en presencia de oxígeno y se obtiene alcohol como producto final. El tratamiento inicial varía en función del tipo de biomasa de la que partimos y pretende obtener azúcar, mientras que el tratamiento final de la conversión del azúcar a alcohol es igual en todos los casos. Lo económicamente positivo será utilizar productos amiláceos, y finalmente celulósicos y ligno-celulósicos.

c) **Eliminación en vertedero**

Dentro de los sistemas de gestión de residuos, la eliminación mediante depósito en vertedero es la última de las formas tras su reducción, reutilización, reciclado y valorización.

3.2 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS VEGETALES: NORMATIVA.

Con el desarrollo de la agricultura intensiva la incorporación y utilización de los restos vegetales en el terreno de cultivo resulta inviable, convirtiendo a estos materiales en residuos a eliminar.

La Ley 10/98 de Residuos define residuo como cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de la Ley, del cual el poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER).

En el Anejo de la Ley 10/98 se encuentra el apartado Q14 "Productos que no son de utilidad o que ya no tienen utilidad para el poseedor (por ejemplo, artículos desechados por la agricultura...)". Por su parte, en el Catálogo Europeo de Residuos (Orden MAM/304/2002) se incluye el código 020103 "Residuos de tejidos vegetales".

La Ley 10/98 es la normativa básica de residuos, pero además existen normativas específicas para las cuales la citada Ley es de aplicación supletoria para determinadas materias entre las que se encuentran los residuos producidos en las explotaciones agrícolas y ganaderas consistentes en materiales fecales y otras sustancias naturales y no peligrosas, cuando se utilicen en el marco de las explotaciones agrarias, en lo regulado en el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias y en virtud de lo establecido en el desarrollo de la disposición adicional quinta.

Esta disposición establece:

1. La utilización como fertilizante agrícola de los residuos que nos ocupa no estará sometida a la autorización administrativa regulada en el artículo 13 de esta Ley y estará sujeta a la normativa que a estos efectos aprueben las Comunidades Autónomas. La normativa del Gobierno se realizará a propuesta conjunta de los Departamentos de Medio Ambiente y de Agricultura, Pesca y Alimentación, como complemento a lo establecido en el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación de nitratos procedentes de las fuentes agrarias. Dicha normativa no ha sido todavía desarrollada.
2. En esta normativa se fijarán los tipos y cantidades de residuos que puedan ser utilizados como fertilizantes y las condiciones en las que la actividad queda dispensada de la autorización, y se establecerá que la mencionada actividad deberá llevarse a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos métodos que puedan perjudicar al medio ambiente, y en particular sin producir contaminación al agua.

Es importante considerar la referencia que La Ley 7/94, de 18 de mayo de Protección Ambiental (BOJA 31/05/94) hace de los residuos vegetales. En el apartado 2 del artículo 4 establece que quedan excluidos del ámbito de aplicación de la esta Ley los residuos orgánicos procedentes de actividades agrícolas o ganaderas o producidos en fase de explotación y que se depositen en suelo calificado como no urbanizable. Fuera de esta referencia los residuos vegetales pasan a ser considerados residuos y su gestión debe ser según la Ley 10/98 de Residuos en la cual se establece en su artículo 11 que los poseedores de residuos estarán obligados a su gestión adecuada.

El Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía en su apartado 5.4.6. estima que la generación de estos residuos en Andalucía se sitúa en torno a las 14.250.000 t/año y establece que es la Consejería de Agricultura y Pesca competente en relación con estos residuos desde el punto de vista fitosanitario, para evitar la propagación o desarrollo de plagas, ordenando, cuando exista dicho riesgo, la eliminación de los restos de poda, árboles muertos, etc.

Dentro de este marco de actuación la Consejería de Agricultura y Pesca ha procedido a la retirada de 1.273.272 m3 de residuos vegetales, a lo largo del año 2001 en el Levante y Poniente Almeriense dentro del Programa de Limpieza Cero previos a la implantación de los Planes de Higiene Rural en los respectivos Ayuntamientos. El litoral almeriense constituye el principal punto de desarrollo de agricultura intensiva en la que se generan gran cantidad de residuos vegetales que se convierte en un problema de primer orden.

4 RESIDUOS GANADEROS.

4.1 LA ACTIVIDAD GANADERA.

Desde tiempo inmemorial, los purines y estiércoles en las explotaciones agrarias han representado un factor de producción importante, asegurándose el mantenimiento de la fertilidad del suelo gracias a la adecuada gestión de los mismos, lo que ha permitido conseguir incrementos de productividad significativos en las producciones agrícolas de las explotaciones. En esos tiempos la ganadería estaba integrada en la agricultura.

La situación de la ganadería como agente contaminante ha cambiado de manera importante a lo largo de estos últimos años. El progresivo desarrollo de la ganadería intensiva ha propiciado el incremento de la actividad ganadera, lo que ha provocado un incremento de la densidad animal, y como consecuencia de ello en la actualidad ha aumentado de forma considerable el volumen de residuos generados en las explotaciones ganaderas. En la Tabla 1 se presenta el censo ganadero en Andalucía en el año 2000.

Tabla 1: Censo ganadero en Andalucía por provincias. Año 2000

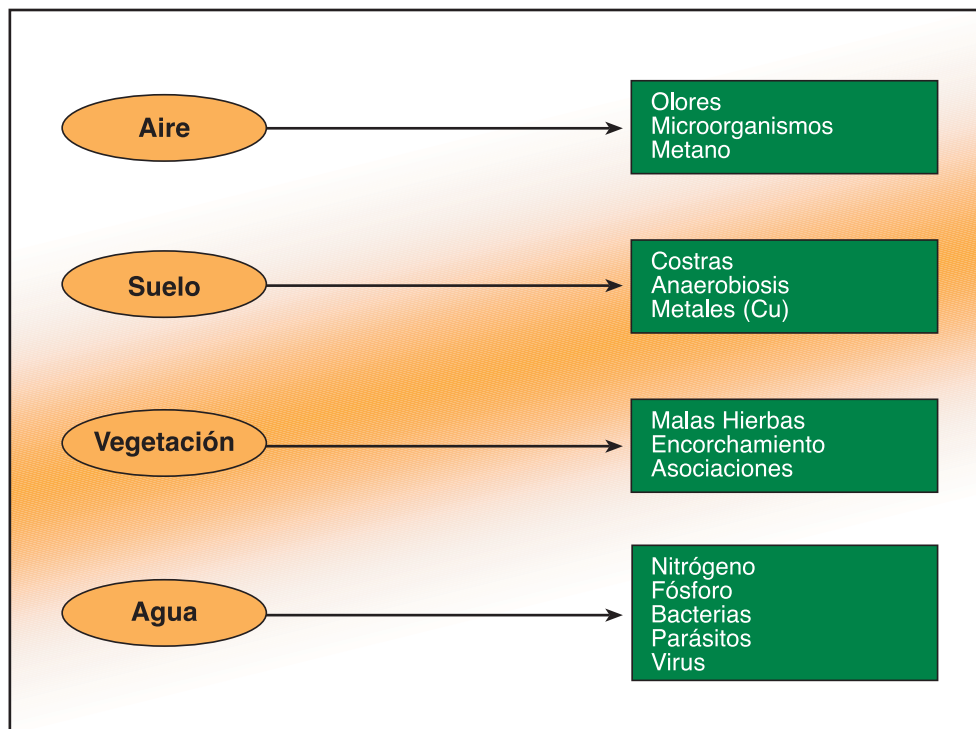
PROVINCIA	BOVINO	OVINO	CAPRINO	PORCINO	AVES
Almería	2.515	299.454	172.313	497.944	137.000
Cádiz	136.145	113.661	114.532	126.867	440.500
Córdoba	89.609	395.530	54.847	206.572	488.145
Granada	22.980	543.552	182.112	86.885	250.000
Huelva	56.110	324.029	31.546	393.115	138.500
Jaén	32.257	311.064	52.705	104.757	208.000
Málaga	20.611	176.686	251.111	391.672	2.530.000
Sevilla	168.300	825.472	332.479	631.925	2.055.000
Andalucía	528.527	2.989.448	1.191.645	2.367.737	4.252.145

Fuente: Anuario Estadístico de Andalucía, 2001.

4.2 INCIDENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE. IMPACTOS.

Los elementos del medio que pueden verse afectados por las actividades generadas en las explotaciones ganaderas son el aire, el suelo, la vegetación y el agua (Figura 1).

Figura 1. Elementos del medio con posibilidades de ser afectados por las explotaciones ganaderas intensivas.



Fuente: Díaz-Fierros Viqueira, F. *Problemática ambiental y sanitaria de las explotaciones ganaderas. Residuos Ganaderos y Medio Ambiente*. 1996

El **aire** puede verse afectado por los malos olores que habitualmente se producen en estas explotaciones, alteración que se intentó regular en el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (BOE 7/12/61) y que es recogida en la Ley 7/1994, de 18 de Mayo de Protección Ambiental de Andalucía. Asimismo, los organismos patógenos que pueden llegar a la atmósfera y la producción de metano, que incide en efecto invernadero, son otros de los principales contaminantes del aire originados en las explotaciones ganaderas.

El **suelo** puede verse afectado, sobre todo por el abonado orgánico, que cuando sobrepasa determinados límites puede dar origen a la formación de costras en

superficie, que limitan la infiltración de líquidos y favorece las escorrentías superficiales, con el aumento del riesgo de arrastre de contaminantes hacia las aguas. El exceso de purín puede dar lugar a procesos de anaerobiosis en el suelo con el consiguiente desequilibrio. Finalmente, los metales que pueden aportar algunos abonos orgánicos, pueden suponer a largo plazo un riesgo de contaminación.

La **vegetación** se puede ver afectada por la aparición de malas hierbas cuya proliferación se puede estimular con las semillas que no se degradan con el paso intestinal de los rumiantes. Las asociaciones vegetales se pueden alterar por la adición repetida de un abono nitrogenado como son los purines o estiercoles, como es el caso de la desaparición de las leguminosas.

El **agua** es el medio que se ve posiblemente más afectado por las explotaciones ganaderas. Se distinguen dos tipos de contaminación, las de carácter puntual y las de carácter difuso o disperso. Las contaminaciones de carácter puntual proceden fundamentalmente de las diferentes dependencias de la explotación. En una contaminación de carácter difuso, son las actividades realizadas en las parcelas las principales responsables, como es el caso del abonado inorgánico, con riesgos de contaminación por nitrógeno y fósforo, los plaguicidas y el abono orgánico, donde además de la contaminación por compuestos nitrogenados habría que añadir la microbiológica.

4.3. TIPOS DE RESIDUOS GANADEROS.

Los principales residuos ganaderos son los derivados del tratamiento de las deyecciones de animales (ganado vacuno y porcino y aves), llamados estiércoles y purines. Forman parte de los residuos orgánicos y, como tales, contienen en su composición una fracción orgánica, fuente de energía, y una fracción mineral, fuente de elementos inorgánicos, entre los que se encuentran representados todos los macro y micronutrientes necesarios para la vida de las plantas. Aunque también puede contener sustancias orgánicas tóxicas, elementos minerales potencialmente tóxicos y microorganismos patógenos.

La producción de heces que produce cada animal es variable dependiendo de la especie, raza, alimentación, estación climática, etc., aunque todos ellos presentan una característica común que es su heterogeneidad.

Los valores aceptados como media son:

Vacuno: 30-50 kg. heces/día
Equino: 20-50 kg. heces/día
Ovino: 1,5-8 kg. heces/día

Porcino : 4-8 kg. heces/día
Aves: 0,1-0,5 kg. heces/día

Asimismo, la composición de las heces es variable dependiendo sobre todo de la especie, como se recoge en la Tabla 2.

Tabla 2: Composición de las heces de diferentes especies (UGM: Unidad Ganadera Mayor)

	Dimensión	Residuos vacuno	Residuos de cerdo	Residuos de gallina
Sustancia seca	%	10	7.5	15
Cantidad residuo	kg/UGM día	45	38	58
Nutrientes	kg/UGM día			
N	kg/UGM día	88	84	200
P ₂ O ₅	kg/UGM día	44	63	175
K ₂ O	kg/UGM día	110	35	100
CaO	kg/UGM día	44	42	325
MgO	kg/UGM día	11	14	2

Fuente: Hernández Muñoz, A. Gestión y tratamiento de los residuos generados en las explotaciones ganaderas. Residuos ganaderos y medio ambiente. 1996

Los principales residuos ganaderos susceptibles de aprovechamiento son los estiércoles y los purines.

Los estiércoles son los productos de la fermentación de un material orgánico, usado como cama o yacina, con los excrementos de un animal; su composición dependerá de la naturaleza de la yacina y del animal del que proceden las deyecciones, así como del tiempo y tipo de fermentado.

Los purines son los productos de la fermentación, en las fosas de almacenamiento, de las deyecciones del ganado con el agua de lavado de las naves donde se cría, si las fosas son cerradas, o con ésta y el agua de lluvia, si las fosas son abiertas. Las principales causas de variabilidad son la dilución de las heces y orina y la duración y el tipo de fermentación, anaeróbica en este caso.

Desde hace tiempo se ha extendido el manejo de residuos ganaderos en forma líquida procedente de la mezcla de estiércoles, purines y aguas de limpieza. Este sistema ahorra la extracción diaria y permite una mecanización más sencilla de la misma.

Independientemente de la variabilidad de su composición, cada uno de los residuos tienen unas características que condicionan su aplicación al suelo (Tablas 3 y 4). Su aplicación como fertilizante genera un ahorro considerable de fertilizantes inorgánicos que se aplicarían en dosis que completaran el aporte de nutrientes proporcionados por los residuos ganaderos, consiguiéndose también un incremento en el contenido de materia orgánica de los suelos agrícolas.

**Tabla 3: Producción de residuos ganaderos según la especie
(kg de excrementos/año por 500 kg. de peso vivo)**

	Sólido	Líquido	Total
Caballo	7.000	1.600	8.600
Cordero	4.200	2.100	6.300
Cabra	4.200	2.100	6.300
Cerdo	9.000	6.000	15.000
Vaca	9.200	3.500	12.700
Gallina			4.000

**Tabla 4: Riqueza media de algunos residuos ganaderos
(contenido en elementos nutritivos por kg de producto)**

	M.S.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Estiércol	32	7	6	8	4.0	
Vacuno						
Estiércol Oveja	35	14	5	12	3	0.9
Estiércol Cerdo	25	5	3	5	1.3	14
Gallinaza	28	15	16	9	4.5	
Purines	8	2	0.5	3	0.4	

4.4 PRINCIPALES SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN.

Sin duda, siempre que sea posible, el sistema más lógico y económico para la eliminación de estos residuos ganaderos será su utilización como fertilizante mediante la aplicación al suelo, cumpliéndose una serie de condiciones como son:

- Evitar daños al medio ambiente. en particular sin provocar contaminación al agua
- Se llevará a cabo sin poner en peligro la salud humana.

La aplicación directa al suelo tendrá como finalidad mejorar la fertilidad de los suelos y suministrar elementos nutritivos a los cultivos. Las dosis de aplicación debe garantizar el necesario equilibrio entre la cantidad de nutrientes que necesitan los cultivos y el contenido en nutrientes procedentes de los residuos ganaderos. La cantidad de estiércol aportada no superará en ningún caso los 250 kg de nitrógeno por hectárea y año. En las zonas declaradas vulnerables dicha cantidad debe ajustarse a lo establecido en el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias. En él se determina que la cantidad específica por hectárea será la cantidad

de estiércol que contenga 170 kg/año de nitrógeno y su distribución se realizará de acuerdo con los códigos de Buenas Prácticas Agrarias y los Programas de Actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos.

Cuando existen grandes cantidades de purines y estiércoles líquidos y no se dispone de Superficie Agraria Útil suficiente, la evaporación de los vertidos líquidos es otra opción. Mediante este sistema se consigue reducir el poder de contaminación y el volumen final a manejar. El sistema consiste en la utilización de balsas donde almacenar los líquidos, tras la separación de sólidos.

En el caso de existir un exceso de residuos será necesario su tratamiento. Los procesos a utilizar pueden ser físico-químicos y biológicos (aerobios y anaerobios).

Tabla 5: Sistemas de tratamiento de residuos ganaderos.

Tratamientos físico - químico	Separación sólido - líquido	Centrifugación	
		Tamices	Vibratorio
			Rotatorio
			Filtro-prensa
		Otros	Filtro extrusión
			Rejas estéticas
	Floculación decantación		
	Desorción o stripping		
	Secado		
	Acidificación - deshidratación		
Tratamientos biológicos	Desodorizantes y fluidificantes		
	Dilución		
	Oxidación química		
	Aeróbios	Lechos bacterianos	
		Lodos activos	
		Balsas de estabilización	
		Compostaje	
	Anaeróbios	Reactores continuos	Mezcla compleja
			Flujo pistón
			Contacto o reciclado de lodos
		Reactor discontinuo	
		Sistema de tercera generación	Filtro anaeróbio
			Lecho de lodos
			Filtro anaeróbio de película fina sobre soporte móvil
			Lecho fluidizado
			Lecho expandido

Fuente: Hidalgo, M.D., Alamo, J., Hernández, M. e Irusta R. Degradación de Biológica de purines en reactores anaerobios de lecho fluidizado con aprovechamiento agrario y energético de los productos residuales. Jornadas sobre Tratamientos Biológicos de Residuos Urbanos. Octubre de 2000

Antes de iniciar cualquier proceso es necesario un pretratamiento. Éste consistirá en una separación del líquido para adecuación, seguido de una utilización directa al suelo. Esta separación mecánica supone una reducción de volumen, reducción de la sedimentación y formación de películas superficiales durante el almacenamiento, una homogeneización del purín y además favorece el bombeo de la fracción líquida y el compostaje de la fracción sólida.

Los líquidos se incorporarán a los correspondientes procesos, bien sean aerobios o anaerobios.

En este sentido, podría decirse que en el elemento fundamental de estos vertidos ganaderos, el pretratamiento consistirá en el equipamiento de un sistema de agitación en los depósitos de recogida, unas bombas sumergibles adecuadas y un separador sólido-líquido.

La materia sólida se compostaría antes de la aplicación al suelo y los vertidos líquidos se someterían a procesos de depuración con el fin de reutilizar estas aguas y los lodos extraídos, o bien verter las aguas sobre los cauces superficiales y aplicar los lodos en el suelo.

Procesos Aerobios

La ventaja del proceso aerobio consiste en poder obtener un lodo rico en nutrientes para aplicación al suelo, sin olores.

En cuanto a las características técnicas para los sistemas de oxidación prolongada y lagunaje como son las balsas de estabilización, se puede decir que requieren tiempos de retención muy elevados, superior a los 55 días. La aireación no debe ser continua, pudiéndose estimar que sería suficiente para mantener condiciones aerobias, aireaciones de 1,5 a 2 horas por día. En zonas con temperaturas altas y grandes periodos de insolación, no deben olvidarse las fuertes evaporaciones, que reducirían los posibles caudales de reutilización para riego. Estos procesos aerobios consumen del orden de 5 a 9 w/m³.

Los procesos biológicos de lodos activos y lechos bacterianos requieren tratamientos previos, dada la elevada carga de los residuos.

Cuando tenemos residuos sólidos el compostaje permite la estabilización de este material, cuyas ventajas fundamentales respecto a otros tratamientos es la reducción de olores y la obtención de un producto comercial, que puede ser utilizado como enmienda orgánica de los suelos.

Procesos Anaerobios

En los procesos anaerobios, normalmente utilizados como procesos previos a los procesos aerobios, pueden utilizarse los sistemas recogidos en el cuadro anterior:

La digestión anaerobia presenta una serie de beneficios como la reducción de

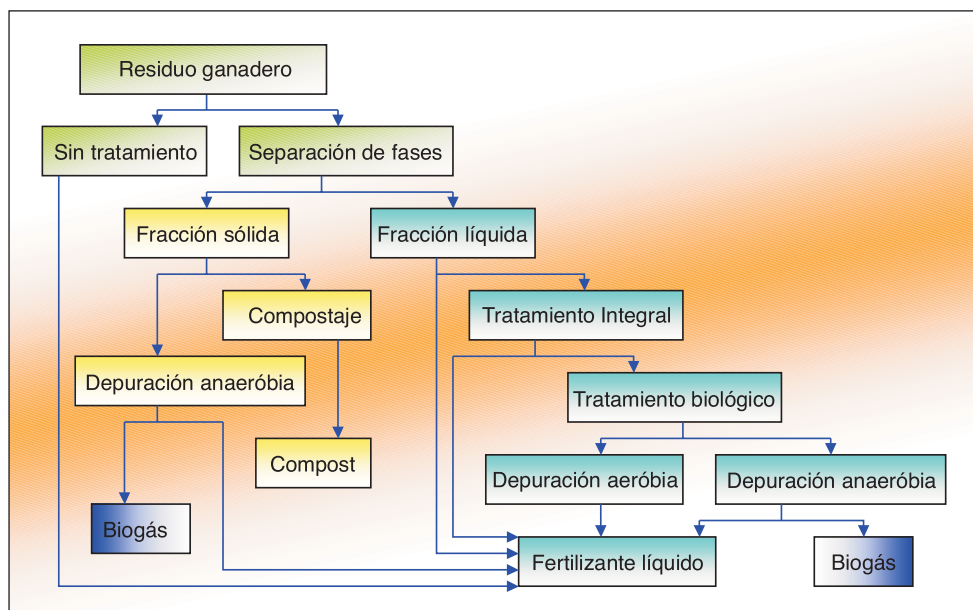
olores y DBO (demanda biológica de oxígeno) así como la producción de un gas combustible. Este gas contiene una alta proporción en metano, con una potencia calorífica inferior del orden de 5.500 kcal/m³ que se designa normalmente como biogás y presenta un gran aprovechamiento energético.

La digestión anaerobia está caracterizada por la existencia de tres fases diferenciadas en el proceso de degradación del material, en el que intervienen diversas poblaciones microbianas. La composición química y la naturaleza del material condiciona la composición bacteriana de cada una de las etapas, de tal forma que existe un equilibrio fácilmente alterable cuando existe alguna alteración del sustrato. Teniendo en cuenta la baja tasa de multiplicación de las bacterias involucradas y las bajas tasas de conversión del sustrato en biomasa bacteriana, en comparación con los sistemas aerobios de eliminación de materia orgánica, se determina que este proceso es lento en líneas generales, necesitando semanas e incluso meses de puesta en marcha para conseguir un equilibrio estable.

Dependiendo de la fluidez del residuo a tratar se utilizan diversos sistemas. Para residuos sólidos, como serían los estiércoles, se utilizan sistemas discontinuos. Para residuos semilíquidos se usan reactores continuos y cuando los residuos son líquidos se usan sistemas de tercera generación.

A los tratamientos considerados se le suma la cogeneración utilizada en áreas con grandes concentraciones de ganado porcino, cuyo objetivo fundamental es el de generar energía eléctrica a partir de gas natural y la aplicación térmica para secado mediante evaporación del purín o de sus fracciones. El purín desecado se obtiene mediante una combinación de procesos, que pueden incluir procesos de digestión anaerobia, con aprovechamiento energético del biogás, la separación sólido-líquido mediante procesos físico químicos, la fijación o la eliminación de amoníaco, de evaporación del agua contenida en el purín a la atmósfera, condensación en algunos casos y una fase de secado (Figura 2).

Figura 2: Alternativas en el tratamiento de residuos ganaderos (estiércoles y purines)



Fuente: de la Torre, A. Martínez-Almela, J. Muñoz, M.J. Estado del arte en las tecnologías de tratamiento, depuración y valorización de los purines. PORCI septiembre 2001, nº 65

4.5 GESTIÓN DE RESIDUOS GANADEROS: NORMATIVA.

Existe la carencia de disposición específica que establezca el marco previo y adecuado para una correcta gestión de los residuos ganaderos, que comprenda la producción recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento, recuperación y eliminación de los mismos.

Esta ausencia de normativa produce serias, y en algunos casos insalvables, dificultades para tener un conocimiento, aun cuando sea somero, sobre a quién, cómo, dónde y cuándo corresponde la gestión de los residuos ganaderos.

Tradicionalmente los purines y estiércoles en la explotación agraria han representado un factor de producción importante y su buena gestión aseguraba el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Con el desarrollo de la ganadería intensiva, se ha producido un incremento de la densidad de animales y por consiguiente cantidades importantes de estos materiales, difíciles de asimilar por la tierra, pasando de ser un abono a un residuo de hay que eliminar. En muchas ocasiones con objeto de eliminar este material se procede a aplicar estos materiales en el suelo no en función de las necesidades de fertilización sino en dosis

muy superiores, llegando en algunos casos al vertido directo de los purines en los cursos de agua.

El exceso en la aplicación de los residuos ganaderos como fertilizante provoca en muchas ocasiones contaminación de las aguas, que se pone de manifiesto fundamentalmente, en un aumento de la concentración de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas. La Directiva 91/676/CEE, de 12 de diciembre, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícolas presenta un doble objetivo; por un lado reducir la contaminación causada por los nitratos de origen agrario y por otro actuar preventivamente contra nuevas contaminaciones de dicha clase. Establece normas relacionadas con la aplicación de fertilizantes entre ellos el estiércol, limitando su aportación a 170 kg de nitrógeno por hectárea y año en aquellas zonas que se declaren vulnerables.

La Directiva se basa en los siguiente elementos: elaboración de códigos de buenas prácticas agrícolas, definición de zonas vulnerables y el establecimiento de Programas de Acción en zonas vulnerables.

Esta Directiva ha sido transpuesta mediante el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero sobre protección contra las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias. En el se establece que serán las Comunidades Autónomas las que definan las zonas vulnerables en sus respectivos territorios, incluyendo en ellas a aquellas superficies territoriales cuya escorrentía o filtración afecte o pueda afectar a la contaminación por nitratos de las aguas. Y además establece que sean las Comunidades Autónomas las que elaboren los Códigos de Buenas Prácticas Agrícolas y los Programas de Actuación para las zonas definidas como vulnerables.

La Comunidad Autónoma de Andalucía mediante Decreto 261/1998, de 15 de diciembre, designa zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias en la Comunidad Autónoma Andaluza. Dichas zonas se agrupan en las áreas siguientes:

1. Valle del Guadalquivir (Sevilla)
2. Valle del Guadalquivir (Córdoba y Jaén)
3. Dentrítico de Antequera
4. Vega de Granada
5. Litoral Atlántico
6. Litoral Mediterráneo

Siguiendo lo establecido en el Real Decreto 261/1996 en su artículo 5 la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía hace público el Código de Buenas Prácticas Agrarias en diciembre de 1999, que si bien no tiene carácter obligatorio, sí recoge una serie de recomendaciones que voluntariamente pueden llevar a cabo los agricultores en la aplicación de productos fertilizantes.

Mediante Orden de 27 de junio de 2001 (BOJA nº 75, 2001), conjunta de las Consejerías de Medio Ambiente y de Agricultura y Pesca, se aprueba el Programa de Actuación aplicable a las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en Andalucía. En dicho programa además de establecer limitaciones, periodos y forma de aplicación de fertilizantes nitrogenados por cultivos, regula la actividad ganadera en los siguientes términos:

1. Controlar los residuos ganaderos nitrogenados (deyecciones líquidas y sólidas).
2. Conseguir una optimización ambiental en el manejo y almacenamiento de residuos ganaderos. Mientras que no se produzca el desarrollo normativo específico, las explotaciones ganaderas situadas en zonas vulnerables tendrán que cumplir entre otras las siguientes condiciones:
 - a) Disponer de instalaciones de almacenamiento de estiercoles, purines y efluentes diversos con capacidad suficiente para poderlos almacenar hasta su aplicación en las épocas autorizadas.
 - b) Las aguas sucias y similares no serán vertidas directamente al entorno y se dirigirán a instalaciones de tratamiento adecuadas, debiendo recogerse en un depósito propio para ellas o, en su defecto, en el de las deyecciones.
 - c) Las obras de almacenaje deben ser estancas, de forma que eviten los vertidos directos al medio natural, y estarán alejadas al menos 25 m de los cursos de agua.

Además establece que las explotaciones ganaderas deberán presentar un Plan de Producción y Gestión de Residuos Ganaderos en el que se deberá garantizar que la explotación ganadera cumpla una serie de condiciones:

- Que disponga de instalaciones para almacenamiento de estiercoles, purines y efluentes diversos con capacidad suficiente para almacenar estos residuos el tiempo en que no pueden ser aplicados al suelo.
- Uso de estos residuos en la propia explotación mediante entrega por contrato o convenio a empresa de gestión de los mismos.

Considerando la incidencia ambiental sobre el agua y la eliminación que se realiza en muchas ocasiones sobre los cauces debe tenerse en cuenta la Ley 29/1985, de 2 de agosto de Aguas modificada por la Ley 42/1999 de 3 de diciembre, mas concretamente el capítulo II "De los vertidos" en el se considera como vertido aquel que se realiza directa o indirectamente en las aguas continentales, así como en el resto del dominio público hidráulico, Queda prohibido con carácter general el vertido directo o indirecto de aguas y de productos residuales susceptibles de contaminar las aguas continentales o cualquier otro elemento del dominio público hidráulico, salvo que se cuente con la previa autorización administrativa. La autorización de vertido concreta instalaciones de depuración necesarias y el control de su funcionamiento.

Cuando los residuos ganaderos no son gestionados mediante su utilización como fertilizante agrícola estos materiales pasan a ser considerados como residuos y su gestión estará regulada por la Ley 10/98 de Residuos. En el Anejo de esta Ley se encuentra el apartado Q14 "Productos que no son de utilidad o que ya no tienen utilidad para el poseedor (por ejemplo, artículos desechados por la agricultura...)". Asimismo, en el Catalogo Europeo de Residuos (Orden MAM/304/2002) aparece el código 020106 "Heces de animales, orina y estiércol (incluida paja podrida) y efluentes recogidos selectivamente y tratados fuera del lugar donde se generan".

En el caso de los residuos ganaderos, también es aplicable el Real Decreto 261/1996 sobre protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias, y que ya se comentó en el apartado de normativa de restos vegetales.

Respecto a las explotaciones porcinas, es aplicable el Real Decreto 324/2000 de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas. Este Real Decreto tiene por objeto establecer normas básicas que regulen la aplicación de medidas de ordenación sanitaria y zootécnica, que permitan una eficaz y correcta actividad ganadera. Mientras que no se desarrolle normativa específica como se establece en la disposición adicional quinta de la Ley 10 de Residuos, este Real Decreto establece en su artículo 5 condiciones mínimas de funcionamiento de las explotaciones entre las que se establecen los procedimientos de gestión de los estiércoles en las explotaciones porcinas.

Los procedimientos considerados son:

1. Valorización como abono organo-mineral para los que establece la necesidad de disponer balsas de almacenamiento, respetar distancias mínimas respecto a los cursos de agua respecto a lo establecido en la Ley de Aguas y acreditar que disponen de superficie agrícola suficiente para la utilización de estiércoles como fertilizantes, teniendo en cuenta las zonas vulnerables.
2. Tratamiento de estiércoles mediante compostaje, secado artificial y otros. Operaciones de valorización sometidas a lo establecido en la ley 10/98 de Residuos.
3. Eliminación de estiércoles mediante vertido, eliminación sometida a la autorización regulada en los artículos 92 y siguientes de la Ley 29/1985, de 2 de agosto de Aguas.
4. Entrega a centros de gestión de estiércoles, bien para su gestión como abono o para su tratamiento.

A este conjunto de normativa es importante añadir la referencia que La Ley 7/94, de 18 de mayo de Protección Ambiental (BOJA 31/05/94) hace de los residuos orgánicos animales En el apartado 2 del artículo 4 establece que quedan excluidos del ámbito de aplicación de la esta Ley los residuos orgánicos procedentes de actividades agrícolas o ganaderas o producidos en fase de explotación

y que se depositen en suelo calificado como no urbanizable. Fuera de esta referencia los residuos procedentes de estiércol y purines pasan a ser considerados residuos y su gestión debe ser según la Ley 10/98 de Residuos en la cual se establece en su artículo 11 que los poseedores de residuos estarán obligados a su gestión.