



GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR

PORCICOLA



SAC

SOCIEDAD DE AGRICULTORES
DE COLOMBIA

2002

DIRECCION GENERAL AMBIENTAL SECTORIAL



Asociación
Colombiana
de Porcicultores

FONDO NACIONAL
DE LA PORCICULTURA

INTRODUCCIÓN

El Ministerio del Medio Ambiente como organismo rector de la gestión ambiental, debe definir entre otros temas, instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para prevenir y controlar factores de deterioro ambiental, a la vez que establecer mecanismos de concertación con el sector privado y los diferentes sectores productivos, con el fin de introducir la dimensión ambiental en sus diferentes actividades.

Uno de estos instrumentos son las Guías de Manejo Ambiental las cuales, en este caso, se proponen para aquellos proyectos, obras y/o actividades que por presentar un bajo impacto al medio ambiente, no requieren de una licencia ambiental. No obstante deben solicitar los respectivos permisos ambientales para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales.

En cumplimiento de lo anterior el Ministerio del Medio Ambiente suscribió con la Sociedad de Agricultores de Colombia –SAC-, la elaboración de Guías de Manejo Ambiental para diferentes subsectores, proceso este que cuenta con la participación activa de los gremios del sector agropecuario.

La presente Guía de Manejo Ambiental contiene una serie de lineamientos, conceptuales, técnicos, jurídicos y ambientales que se deben tener en cuenta en la planificación y ejecución de proyectos de las diferentes actividades productivas a fin de hacer más armónica las relaciones entre el usuario, las autoridades ambientales y la comunidad.

1.1 ANTECEDENTES

La actividad porcina es una de las actividades más antiguas de la producción animal, la cual se ha sostenido hasta nuestros días constituyéndose en la principal fuente de proteína de origen animal en el mundo con

una producción del 38.9% de las carnes y un consumo per cápita de 15.01 kg (año 2.000).

1.1.1 Domesticación de los animales

Por animal domesticado entendemos un animal criado selectivamente en cautividad y por tanto, modificado a partir de sus antepasados salvajes, para su uso por el ser humano, que controla la reproducción y el suministro alimentario del animal.

Quiere decirse que la domesticación implica la transformación del animal salvaje en algo más útil para el ser humano.

Todas las especies de las que se dispone de pruebas arqueológicas relativas a su fecha de domesticación se llevaron a cabo aproximadamente entre 8000 a.C. y 2.500 a.C., es decir, en los primeros milenios de existencia de las sociedades de agricultores y ganaderos sedentarios que surgieron después del fin del último período glacial. La época de domesticación de grandes mamíferos comenzó con la oveja, la cabra y el cerdo, y terminó con los camélidos. La domesticación de grandes mamíferos terminó hace prácticamente 4.500 años. En esa fecha, la totalidad de las 148 grandes especies candidatas a la domesticación en el mundo debieron haberse probado en innumerables ocasiones, con el resultado de que sólo un número reducido de ellas superó la prueba y no quedó ninguna otra apta. Desde 2.500 a.C. no se ha incorporado ninguna especie significativa a esta lista.

En total de aproximadamente 148 grandes mamíferos terrestres salvajes del planeta –los candidatos a la domesticación-, sólo 14 pasaron la prueba. Las otras 134 especies no se ajustaron a las condiciones de la domesticación.

Las cinco grandes especies de mamíferos domesticados fueron: Oveja, Cabra, Vaca, Cerdo

y Caballo. Las nueve menores: Dromedario, Camello, Llama y Alpaca, Asno, Reno, Búfalo acuático, Yak, Vaca de Bali y Mithan.

Las principales características para la domesticación se resumen a continuación:

Dieta. Se requiere de especies que no compitan con la alimentación del ser humano, que el alimento sea de fácil consecución (gran disponibilidad de alimento [herbívoros] o posibilidad de alimentarse con gran variedad de alimentos [omnívoros]). Por otro lado aquellas especies que presentaban una mayor eficiencia en la conversión alimenticia se propagarían más rápidamente.

Ritmo de crecimiento. Para que merezca la pena criarlos, los animales domésticos deben presentar ritmos de crecimiento rápidos.

Reproducción. En muchas especies el ritual del apareamiento se inhibe en cautividad.

Agresividad. Cualquier especie de mamífero que sea suficientemente grande es capaz de matar a un ser humano, pero sin embargo, algunos grandes animales tienen disposiciones mucho más desagradables y son más incurablemente peligrosos que otros. La tendencia a atacar seres humanos ha descalificado a muchos candidatos aparentemente ideales para la domesticación.

Tendencia al pánico. Las especies de grandes mamíferos herbívoros reaccionan ante el peligro proveniente de predadores o humanos de distinta manera. Unas especies son nerviosas, rápidas y están programadas para la huida instantánea cuando perciben una amenaza. Otras especies son más lentas, menos nerviosas, buscan la protección en manadas, permanecen inmóviles cuando se sienten amenazadas y no corren hasta que es necesario. La mayoría de las especies de ciervos y antílopes (con la notoria excepción del reno) son del primer tipo, mientras que la oveja y la cabra lo son del segundo.

Estructura social. Casi todas las especies de grandes mamíferos domesticados resultan ser aquellas cuyos antepasados salvajes comparten tres características sociales: viven en manadas, mantienen una jerarquía de dominación bien desarrollada entre los miembros del grupo, y las manadas ocupan territorios que se superponen parcialmente en vez de territorios mutuamente excluyentes. Si bien el antílope africano se presenta en “grandes y densas manadas que se extienden por el horizonte”, lo cierto es que los machos de estos grupos se espacian en territorios y luchan ferozmente entre sí al llegar la época de la reproducción. De ahí que estos antílopes no puedan mantenerse en recintos superpoblados en cautividad, como es posible en el caso de la oveja, la cabra o la vaca.

1.1.2 Origen del cerdo doméstico

Dentro del amplio conjunto de opiniones sobre el origen de los cerdos domésticos, existe bastante concordancia en admitir como ascendientes remotos de las poblaciones porcinas objeto de explotación zootécnica, a varias formas de jabalíes salvajes de diversa localización geográfica.

Con carácter general se destacan tres formas ancestrales primitivas, con áreas de dispersión situadas respectivamente en el sur y este de Asia, en el norte y centro de Europa, y en los países mediterráneos. Tales son: *Sus striatus vitatus*, *Sus scrofa ferus*, y *Sus mediterraneus*.

Por lo que se refiere al orden en el que las especies fueron acogidas a la domesticación, Zeuner establece una lista que comprende seis estadios, cada uno de los cuales incluye las clases de animales domesticados durante el mismo.

De ellos nos interesa recoger en esta ocasión los tres primeros, cuyo detalle es el siguiente:

1. Mamíferos domesticados en la fase pre-agrícola: Perro, reno, cabra, oveja.

2. Mamíferos domesticados en la fase de la agricultura primitiva: vacunos, búfalo, gaur, banteng, yak, cerdo.
3. Mamíferos posteriormente domesticados para transporte y labor:
 - a) Domesticados por agricultores de la zona forestal: elefante.
 - b) Domesticados por nómadas secundarios: caballo, camello.
 - c) Domesticados por civilizaciones de valles fluviales: asno, onagro.

La vinculación de estos estadios con las prácticas agrícolas arcaicas de aquellos tiempos parece clara, siendo ampliamente sostenido que la domesticación de los animales está estrechamente encadenada con la agricultura.

En las áreas pastorales de la Grecia Antigua y en Italia, los cerdos-piara eran animales verdaderamente importantes y útiles.

Según se ha observado, los cerdos existentes en las cercanías de los establecimientos, en Europa, por su facultad de hozar la tierra, removían el suelo de los bosques hasta llegar al subsuelo, descuajando las plantas de renuevo, preparando así una mejora pastoral al facilitar el aprovechamiento del terreno con ganado ovino, lo que ya aconteció al parecer en la Edad de Bronce.

Hacia la Edad Media, el estiércol de los animales domésticos juega un papel preponderante en la economía agraria, en donde la excreta animal era una exigencia para el abonamiento de los cereales, símbolo alimenticio de la Europa Medieval, llegando a adquirir tanta importancia que en muchas partes se encuentran cuidadosos registros de estercoleros y en los cultivos se controlaba muy escrupulosamente el volumen de estiércol necesario. El incremento de la producción vegetal condujo a una escasez de estiércol y el problema se volvió a tal punto “angustioso”, que en la Alta Edad Media muchos señores juzgaron conveniente exigir como censos “potes de estiércol”.

1.1.3 El cerdo ibérico, colonizador

Los primeros cerdos llegados a América fueron traídos por Cristóbal Colón en su segundo viaje y llevados a Santo Domingo en 1493, desde donde se expandieron hacia Colombia, Venezuela, Perú y Ecuador.

El cerdo ibérico fue un gran auxiliador en la colonización de Latinoamérica. Llegó con los conquistadores y entró con ellos a los diferentes territorios como bagaje vivo indispensable en sus expediciones o aventuras. Era aquel un cerdo pequeño, manejable, ágil y rústico. El cerdo fue para la conquista tan importante como el caballo; con éste fue el primer animal doméstico que durante el descubrimiento tocó suelo americano en el Caribe y luego en tierra firme. Marchó con Bastidas a Santa Marta, con Heredia a Cartagena, con Alonso Luis de Lugo al Cabo de la Vela y a Vélez, con Fernando de Soto a La Florida, con Cortés a México, con Pizarro al Perú, con Valdivia a Chile, con Belalcázar al sur de Colombia y con Jorge Robledo al Valle del Cauca y a Antioquia. En esta forma, sobre las cabalgaduras o a lomo de mula, el cerdo ibérico entró a las diversas regiones de América cumpliendo dos funciones fundamentales: como provisión viva indispensable para los conquistadores y como iniciador de la industria animal en las diferentes colonias que se fundaron en el nuevo mundo. Aunque en sus crónicas sobre el descubrimiento los historiadores no le dan al cerdo la importancia que merece, en sus narraciones dejan escapar a veces frases reveladoras de este hecho. Así, por ejemplo, Henao y Arrubla al referirse al segundo viaje de Belalcázar desde Quito al sur de Colombia (1538) dicen: “Trajo Belalcázar mil indios cargueros, asnos, ganado vacuno, perros, gallinas y semillas para la colonia, donde ya existían cerdos y yeguas traídos en el viaje anterior”, es decir en 1536 cuando fundó a Cali y Popayán. Al analizar con lógica los acontecimientos es natural que el cerdo no podía faltar en el bagaje

de los conquistadores como provisión viva y como iniciador en cualquier asentamiento humano durante la descomunal aventura del descubrimiento.

Con cerdos ibéricos se iniciaron, pues, las colonias que se fundaron durante el descubrimiento del nuevo mundo, tanto en el Caribe como en el Centro y Sudamérica. La descendencia de estos cerdos formó las razas criollas, las cuales se veían en todos los climas y zonas de Colombia hasta la primera mitad del siglo XIX, y de las cuales hoy solamente quedan algunos ejemplares en manos de pequeños campesinos en zonas apartadas. Son pequeños, negros, retintos o manchados, que han recibido nombres diferentes según su región de origen: zungo, curí, guajiro, congo, sanpedreño, cara de palo, casco de mula, etc. Estos animales llamados criollos han ido desapareciendo por la importación de animales seleccionados y mejorados en otras latitudes, los cuales presentan una mayor eficiencia en la producción de carne.

1.1.4 Mejoramiento de los cerdos

El cerdo ha sido escogido por su capacidad para engordar rápidamente y de forma económica, el cerdo ocupa el primer lugar en la conversión de alimento en carne en la economía de producción de carne en Norteamérica.

El popular nombre de cancelador de hipoteca, que se da con frecuencia a los cerdos, indica el hecho de que la producción de éstos es, durante cierto número de años, probablemente una empresa moderada en cuanto a ganancias con pocos riesgos especulativos comparada con otras formas de producción de carne.

Históricamente, en Estados Unidos se clasificó a los cerdos en dos tipos: “de manteca” y “de tocino”. Los llamados tipos de manteca se desarrollaron en aquel país principalmente durante los años de finales del siglo XIX. En principio se desarrollaron durante un periodo en el cual la manteca estaba en gran demanda, de

modo que los requerimientos principales de los productores eran de animales que pudieran convertir maíz, dado en abundancia, en manteca y carne.

A comienzos del siglo XX se empezó a desarrollar e importar razas para la producción de tocino, los tipos con un mínimo de grasa estaban en demanda.

Por el año 1920 la manteca constituía un artículo de exportación, de modo que se insistía mucho en que los cerdos fueran de un tipo grueso, rendidor de grasas en enormes cantidades.

Durante el periodo entre la Primera y Segunda Guerra Mundial, la demanda de manteca para la exportación declinó en gran medida y las grasas vegetales saturadas empezaron a competir exitosamente con ella. Coincidente con esta cada vez menor demanda, las ideas populares en cuanto al tipo del cerdo se inclinaron hacia un tipo largo, magro y erguido; este tipo perdió mucho su popularidad antes de la segunda Guerra Mundial, supuestamente debido a que cayó en desgracia entre los criadores. Durante e inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, la demanda de manteca volvió a ser grande, y durante varios años los criadores tuvieron la tendencia de seleccionar sus animales para una cantidad de grasa extrema y un espesor considerable del cuerpo. Poco después de la Segunda Guerra Mundial, la demanda se redujo y hasta la fecha esto prevalece, de modo que la selección se encamina hacia los “tipos de carne” que produzcan menos manteca. La producción de manteca por animal sacrificado ha declinado de alrededor de 15 kg a finales del decenio de 1940 hasta cerca de 7 kg a mediados de 1970.

La producción general de animales de tipo de carne debe colocar a la industria entera en una posición competitiva más vigorosa y fortalecer la posición de todos los productores.

A partir de 1.978 la industria porcícola toma el primer lugar a nivel mundial en la producción de

proteína de origen animal manteniéndose en esa posición hasta la fecha.

1.1.5 Desarrollo de la industria porcina en Colombia

En el país las primeras granjas porcícolas con criterio empresarial se establecen hacia 1950, pero solo a partir de la década del 70 y comienzos del 80, es cuando se empieza a desarrollar esta industria en Colombia. Se establecen granjas de gran tamaño, las cuales manejan razas de animales importados y se da una gran desarrollo de esta industria en el departamento de Antioquia. Es importante señalar el desplazamiento de explotaciones tradicionales por granjas porcícolas con un buen manejo tecnológico, convirtiéndose en granjas de carácter comercial. Este hecho tiene mucho que ver con la importancia de la actividad porcícola para el desarrollo de otras actividades agrícolas; por ejemplo la utilización del estiércol como abono orgánico para mejorar la calidad de las tierras, además del ingreso adicional que se recibe por la venta de los cerdos. Esta integración con otras actividades se dio sobre todo en lugares como Don Matías, Santa Rosa, Yarumal, San José, regiones donde la tierra es árida y que al mejorar la calidad de ésta se favoreció la lechería y los cultivos de maíz, frijol y hortalizas.

En este marco, es bien importante la historia del Norte (cercano) de Antioquia. Hace ya varias décadas, nuestros antepasados legaron unas tierras cansadas, con avanzados procesos erosivos producto de muchos lustros de una agricultura de ladera con azadón y gambia. Y, peor aún, gran parte de estas tierras padecieron el desafuero de la actividad minera para explotar el oro de aluvión (en la segunda mitad del siglo pasado fueron denunciadas 90 minas solo en el municipio de Donmatías. Todavía en la segunda década del presente siglo se denunciaron 17 minas. Y en el poco suelo que la agricultura de ladera dejó, y en el “suelo”dejado por la minería, el proceso erosivo fue continuado por la

ganadería de suelos pobres, es decir por el sobrepastoreo.

Hace solo 20 años en estos “suelos” se producían 1.000 – 1.500 litros de leche por hectárea/año. Hoy, con la actividad porcícola, entregan 12.000 litros o más por hectárea/año.

Otra razón que ha incentivado el desarrollo de granjas comerciales, es la baja rentabilidad de la actividad por animal, así como los cambios en la preferencia del consumidor, lo cual ha ido generando la desaparición de la actividad campesina con 3 o 4 cerdos, y obliga a trabajar en una economía de escala, donde hay que producir volumen para que la explotación sea rentable. En la primera mitad de la década de los 90 se establecen dos casas genéticas multinacionales, buscando mejorar todavía aún mas los parámetros productivos: conversión alimenticia, ganancia de peso, tamaño de camada, espesor de grasa dorsal, rendimiento en canal entre otros. En estas granjas genéticas ya no se maneja el concepto de razas sino el de líneas que es el resultado de cruzamientos dirigidos para obtener unos animales terminales, los cuales se utilizaran como reproductores en las granjas comerciales.

Actualmente la porcicultura tecnificada se encuentra distribuida de la siguiente manera: casi la mitad de las granjas se encuentran ubicadas en el departamento de Antioquia con el 49.3% del total, las otras regiones que le siguen en número, tienen una participación mucho más baja, que apenas alcanza el 15.4% en la región central (Cundinamarca, Huila y Tolima), el 13.6% en el Valle del Cauca y Cauca, 11% en la región oriental (Santander, Boyacá, Meta y Casanare) y 7% en la región cafetera (Caldas, Quindío y Risaralda). La participación más baja corresponde a la Costa Atlántica con tan sólo el 4.1% de las granjas.

La situación es muy similar, en cuanto al inventario se refiere, aunque baja algo la participación de Antioquia para situarse en 46.7% y la de la región oriental en 7.4% y sube

la de Valle del Cauca y Cauca al 18%, la región central al 16% y de la región cafetera al 8.4%. La Costa Atlántica se mantiene con el mismo 4%.

1.1.6 Problemática ambiental

En la medida en que las explotaciones han ido creciendo y concentrándose en ciertas regiones del país han surgido algunos inconvenientes con el manejo de los residuos generados. Estos residuos pueden ser de tipo orgánico (estiércol sólido o fresco y animales muertos) o inorgánicos (jeringas, envase de biológicos, frascos, empaques, etc.).

Pero sin lugar a dudas uno de los residuos que genera mayor controversia es la excreta porcina debido al volumen generado y a sus características físico-químicas que dificultan su manejo.

En la búsqueda de soluciones a la potencial problemática ambiental derivada de la producción porcícola, la Asociación Colombiana de Porcicultores – Fondo Nacional de la Porcicultura ACP – FNP viene trabajando en diferentes aspectos relacionados con la parte ambiental con el fin de tener un mejor conocimiento y así poder dar unas mejores directrices:

- Diagnóstico Ambiental del Sector Porcícola.
- Concertación con las Corporaciones Autónomas Regionales CAR de los Términos de Referencia y firma de Convenios de Producción más Limpia.
- Apoyo a investigaciones.
- Apoyo a la implementación de sistemas de manejo de la porquinaza para su valorización.
- Creación de una ventanilla ambiental.
- Capacitación.

Todas estas acciones y trabajos buscan dar mayor claridad acerca de la actividad porcícola y su posible impacto ambiental y por otro lado conducir a los porcicultores a cumplir con la

normatividad ambiental vigente, unificando criterios con la autoridad ambiental.

El Ministerio del Medio Ambiente y los gremios del sector agropecuario, en representación de los productores agrícolas, han venido trabajando igualmente en el desarrollo de instrumentos técnicos que promuevan la gestión ambiental en las actividades productivas del sector.

Como parte de este proceso, el Ministerio y la Sociedad de Agricultores de Colombia, SAC, suscribieron un convenio de cooperación con el objeto de elaborar un conjunto de guías ambientales para diversos subsectores agropecuarios, en el marco de “Política Ambiental Nacional de Producción Más Limpia”.

De acuerdo con el objeto convenio, las guías ambientales deben convertirse en “herramientas administrativas alternativas para el manejo ambiental de las actividades del sector, que permita mejorar los procesos de planeación, facilitar la elaboración de estudios ambientales, establecer lineamientos de manejo ambiental, unificar los criterios de evaluación y seguimiento, fortalecer la gestión ambiental y optimizar los recursos”

Para lograr este propósito de manera concertada, los firmantes del convenio hicieron extensivo su alcance a los gremios del sector agropecuario para participar activamente en la elaboración de las guías, así como a las autoridades ambientales regionales. Además, se estableció que la misma debía partir de los lineamientos básicos expuestos por los gremios de los productores, pues son éstas las organizaciones que mejor conocen la actividad productiva específica, los problemas ambientales que padecen o que eventualmente pueden generar, así como los correctivos técnicos y económicos más adecuados que se deben establecer para minimizarlos.

Bajo estas consideraciones previas, la Asociación Colombiana de Porcicultores –

Fondo Nacional de la Porcicultura ACP - FNP acogió positivamente esta invitación, consciente de la importancia que la temática de medio ambiente reviste para el subsector porcícola.

Así, este documento recoge información tanto de la experiencia internacional como a nivel nacional.

Con todo, el trabajo aquí expuesto representa el resultado de un proceso CONCERTADO entre las autoridades ambientales, los sectores productivos y los centros de investigación.

Esperamos que esta versión sea ampliamente acogida y que, en términos generales, cumpla las expectativas y los propósitos establecidos.

1.2 IMPORTANCIA DE LA GUÍA AMBIENTAL

La sociedad en su conjunto ha venido adquiriendo, cada vez con mayor fuerza, una conciencia frente al deterioro ambiental que se viene presentando. Por un lado, más consumidores demandan productos que no generen daños a su salud y, a su vez, que en sus procesos productivos minimicen o eliminen, en lo posible, los impactos ambientales y sociales negativos que se puedan causar. Esta situación conlleva a que los productores que deseen ofertar sus productos en los diferentes mercados asuman posiciones más amigables con el medio ambiente, reconvirtiendo sus procesos de producción e integrando a su misión la protección de los recursos naturales.

Bajo estos preceptos, esta Guía Ambiental para el Subsector Porcícola se convierte en un instrumento de consulta y orientación que contiene los lineamientos metodológicos y procedimentales generales en desarrollo de la actividad porcícola, bajo un enfoque de gestión ambiental integral.

La Guía Ambiental para el Subsector Porcícola, no solamente responde a la imperiosa necesidad de preservar el medio natural bajo un enfoque de

desarrollo sostenible, sino también propicia la conservación y aumento de los niveles de competitividad y productividad del subsector.

Y es que, en la actualidad, lejos se está de considerar las prácticas productivas amigables con el medio ambiente como prácticas costosas en términos de utilidades y rendimientos, para constituirse, en cambio, en prácticas que agregan valor y aumentan la productividad y competitividad en la producción.

Por último, las preocupaciones ambientales no solamente provienen de los consumidores, sino también de los propios productores que entienden la importancia de la preservación del medio natural en el cual se soporta su actividad productiva (suelo, agua, ecosistemas, etc).

1.3 OBJETIVOS

El objetivo primordial de La Guía Ambiental para el Subsector Porcícola es brindar a los productores del sector agropecuario, las autoridades ambientales y al público en general una herramienta de consulta y orientación que contenga elementos jurídicos, técnicos, metodológicos y procedimentales, que faciliten y optimicen el proceso de gestión ambiental en el subsector porcícola, acorde con las políticas ambientales del país. La guía ambiental busca:

- Facilitar la gestión de las autoridades ambientales.
- Unificar criterios para la gestión ambiental del subsector.
- Presentar en forma concisa y clara una descripción de los procesos involucrados en la actividad.
- Presentar los aspectos relevantes de la planificación ambiental agropecuaria.
- Presentar medidas típicas para manejar, prevenir, mitigar y corregir, los impactos ambientales generados por la actividad.
- Difundir y propiciar entre los productores el cumplimiento de la legislación ambiental.
- Proponer opciones tecnológicas de producción más limpia.

1.4 ALCANCES DE LA GUÍA

La guía permitirá al subsector porcícola cumplir con los requisitos establecidos en la legislación y política ambiental colombiana. Busca establecer reglas claras para mejorar el desempeño ambiental de la actividad frente a la sociedad y a las autoridades ambientales con el fin de lograr la sostenibilidad, competitividad y productividad del subsector agropecuario en el mediano y largo plazo.

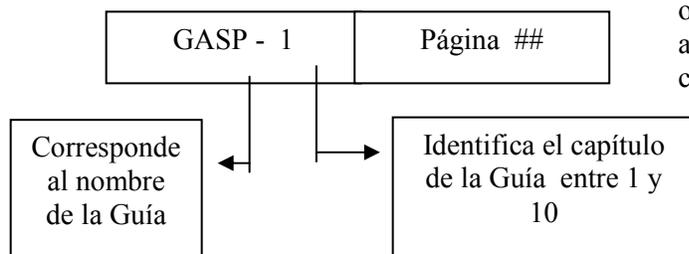
Con este instrumento se busca promover el uso eficiente de los recursos naturales, la adopción de tecnologías ambiental y económicamente viables que permitan mejorar las relaciones productivas con el entorno natural y la comunidad.

1.5 INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LA GUÍA

En este numeral se orienta sobre el uso y manejo adecuado de esta Guía en sus diferentes capítulos.

Cada página de esta guía contiene dos cuerpos de formato: El superior o encabezado que en su parte central lleva el número y nombre del capítulo. Y el inferior que en su extremo derecho presenta la numeración de las páginas de la guía y la codificación del capítulo correspondiente.

Para comprender la codificación de los capítulos de la guía, considere el siguiente ejemplo:



Se requiere saber el manejo del impacto de contaminación de aguas superficiales.

1. Identifique el capítulo 6 de la Guía correspondiente Planeación y Gestión Ambiental.
2. Busque en el numeral 6.2 del capítulo 6 que contiene lo concerniente a identificación y valoración de impactos.
3. Identifique la(s) actividad(es) donde este impacto se genera.
Impacto: Contaminación de aguas superficiales
Actividades: Vertimientos
4. Busque en las fichas de manejo ambiental por actividad (capítulo 7) las actividades que identificó previamente en el paso anterior. (En cada ficha se establecen las medidas de manejo necesarias para eliminación o reducción del impacto ambiental).

1.6 RECOMENDACIONES GENERALES

Analice las condiciones ambientales específicas de la actividad que se esté realizando y determine la validez de aplicación de la ficha de manejo en cuestión. Si la medida se ajusta al impacto ambiental generado por la actividad, adóptela. Si por el contrario, no se ajusta, tome la medida correctiva que mas se acomode al esquema planteado en la ficha.

La Guía es un documento flexible y de orientación que busca agilizar la gestión ambiental y que debe ser ajustada a las características propias de la actividad.

2. APORTES DEL SUBSECTOR PORCÍCOLA AL DESARROLLO SOSTENIBLE

2.1 APORTE DEL SUBSECTOR PORCÍCOLA AL DESARROLLO SOSTENIBLE

2.1.1 En lo Social:

1. Contribuye en el mejoramiento de la alimentación de los pueblos aportando proteína de origen animal.
2. Contribuye a aumentar la mano de obra en el sector agropecuario. Por cada 100 hembras de cría se generan aproximadamente 12 empleos en granjas y en producción y transporte de alimento.
3. Forma parte de la cultura del campesino.
4. Aporta a la estabilidad política, social y económica del país.
5. Se ha constituido como una especie donadora de órganos. El riesgo de infecciones cruzadas con los humanos es menor que en el caso de los Primates.

2.1.2 En lo Ambiental :

1. Beneficios ambientales asociados por la recuperación de suelos y a la agricultura sostenible u orgánica.
2. Ahorro energético al emplear gas metano proveniente de biodigestores.
3. A través de la fertilización de pastos y cultivos y un mejor desarrollo de estos se fijan mayores cantidades de CO₂ de la atmósfera para producir materia orgánica y por lo tanto reduciendo el efecto invernadero.
4. No incide en el aumento de la frontera agrícola debido al reducido área que requiere para la producción de proteína de origen animal.
5. Es una de las especies más eficientes en conversión alimenticia por lo tanto la

relación estiércol producido por tonelada de carne es de las más bajas.

6. Es un gran biotransformador. Como animal onmívoro puede utilizar diferentes materias primas en su alimentación, lo cual permite utilizar subproductos regionales y locales (de la industrialización de la leche, de la panela, de la palma, etc.) y convertirlos en proteína de origen animal, dejando de ser residuos con un potencial impacto ambiental.

2.1.3 En lo económico

1. Participa con el 0.4 % en el PIB agropecuario.
2. Participa con el 6.5 % del PIB pecuario (año 2.000).
3. Forma parte final de las cadenas productivas, lo cual dinamiza todo el sector agropecuario (semillas, mecanización, siembra, cosecha, transporte, transformación, producción de proteína de origen animal, sacrificio, desposte, industrialización, consumidor final).
4. Genera divisas a través de la exportación de pie de cría y carne en canal o cortes.
5. Ahorra divisas al reducir la importación de fertilizantes inorgánicos al ser reemplazados por abonos orgánicos.
6. Todos los subproductos de esta especie son utilizados ya sea en charcutería, medicina, industria o artesanía.

3. MARCO JURÍDICO

3.1 GENERALIDADES

A pesar de que las regulaciones en materia ambiental son muy antiguas solo recientemente ha surgido en el mundo una especie de “**derecho ambiental**” que siembra sus raíces en la necesidad de adoptar instrumentos jurídicos que respondan a la preocupación mundial por la protección del medio ambiente.

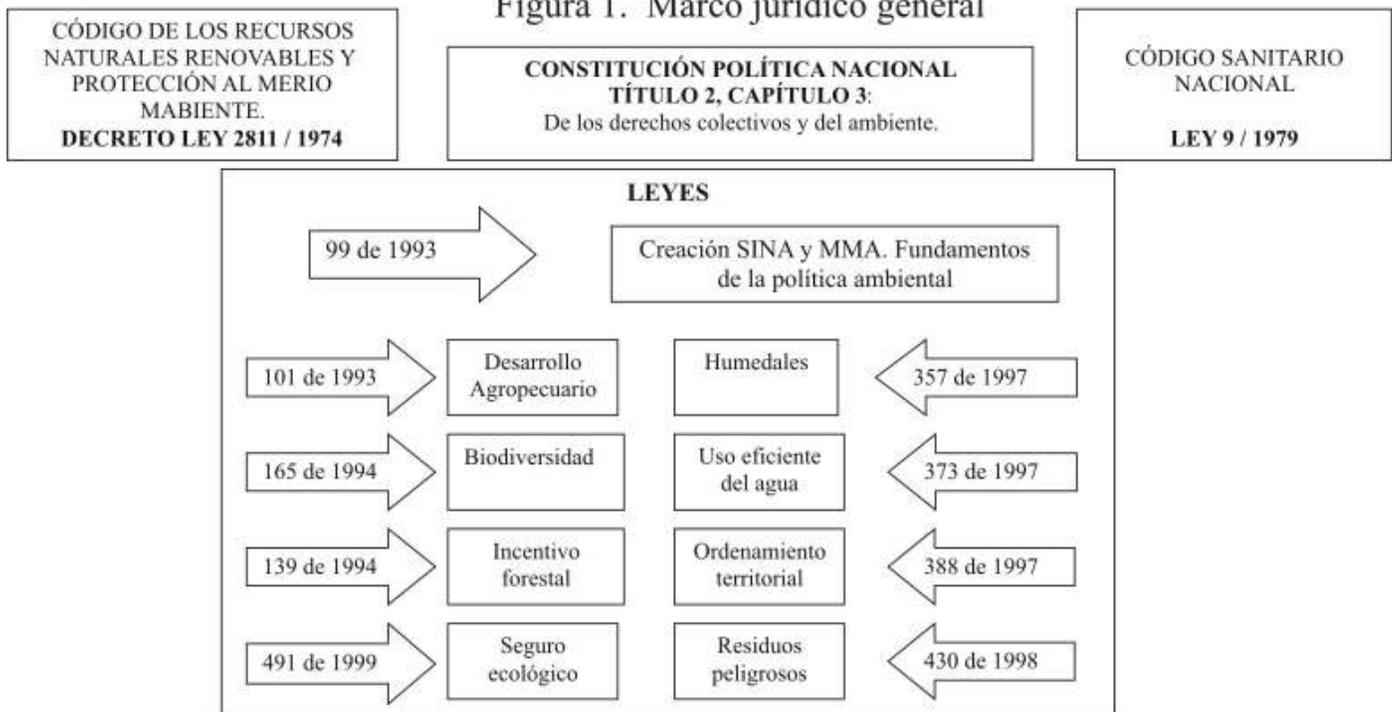
El Derecho colombiano no ha sido ajeno a esta evolución. Es así como en 1974 adoptó un Código de Recursos Naturales y en la Constitución de 1991 se establece un amplio conjunto de disposiciones que recogen esta preocupación: adopta por disposición constitucional un modelo de desarrollo sostenible, reconoce el derecho colectivo a gozar de un ambiente sano, sustenta cualquier política de protección del medio ambiente en

la participación ciudadana y propende por un mayor grado de autonomía de las autoridades ambientales acompañado del propósito de descentralizar cada vez más la gestión ambiental.

Con la expedición de la Ley 99/93, se definen los principios de la gestión ambiental del país, se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA. Adicionalmente contiene 14 artículos relacionados con la licencia ambiental, la cual se estableció como requisito previo para el desarrollo de una obra, proyecto o actividad que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales o introducir modificaciones considerables al paisaje.

En la figura 1 se encuentran los aspectos más importantes del ordenamiento legal ambiental del país.

Figura 1. Marco jurídico general



En relación con el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales, se deben tener en cuenta la siguiente reglamentación.

DECRETOS Y TIPOS DE PERMISOS

CONCESIÓN DE AGUAS

Decreto Ley 2811 de 1974
Decreto 1541 de 1978

APROVECHAMIENTO FAUNA SILVESTRE

Decreto Ley 2811/74
Decreto 1608 de 1978
Ley 84 de 1989
Ley 611 de 2000

VERTIMIENTOS

Decreto Ley 2811 de 1974
Decreto 1594 de 1984

APROVECHAMIENTO FORESTAL

Decreto Ley 2811/74
Decreto 1449 de 1977
Decreto 1791 de 1996

OCUPACIÓN DE CAUCES

Decreto Ley 2811 de 1974
Decreto 1541 de 1978

DISPOSICIÓN RESIDUOS SOLIDOS

Decreto 2104 de 1983
Decreto 605 de 1996
Resolución 2309/86 (Residuos peligrosos)

EMISIONES ATMOSFERICAS

Decreto Ley 2811 de 1974
Decreto 002/82
Decreto 948/95
Resolución 619/96

A continuación se relacionan algunas de las más importantes normas vigentes, relacionadas con las actividades agropecuarias, teniendo en cuenta el tipo de impacto que pueden ejercer estas industrias en el entorno.

Tabla 1. Leyes y decretos relacionados con la industria porcícola

Ley/ Decreto	Año	Tema
Ley 23	1973	Norma que recogió los principios de la cumbre sobre medio ambiente humano y actúa como fundamento para la adopción y expedición del código de los recursos naturales y de protección al ambiente.
Decreto 2811	1974	Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente. Estatuto que integra y sistematiza lo relativo a la biodiversidad, manejo, uso y administración de los recursos naturales renovables. Regula el desarrollo de las actividades económico – productivas en los medios urbanos y rurales. Clasifica como bienes públicos de interés general para efectos de uso y aprovechamiento, el suelo, el agua, el aire, la flora y la fauna que hacen parte de los diversos ecosistemas existentes en territorio colombiano.
Decreto 1449	1977	Establece obligaciones a los propietarios de predios ribereños sobre vegetación protectora y conservación y aprovechamiento de las aguas.
Decreto 1741	1978	Áreas de manejo especial
Decreto 1541	1978	Normas relacionadas con el recurso del agua y los recursos hidrobiológicos.

Ley/ Decreto	Año	Tema
		Conservación y preservación de aguas no marítimas. Concesión de aguas.
Ley 9	1979	Código Sanitario Nacional. Uso de agua y vertimientos.
Decreto 100	1980	Código Penal colombiano. Art. 205 Contaminación de aguas. Art. 242. Aprovechamiento ilícito de recursos naturales
Decreto 2858	1981	Aprovechamiento de aguas
Decreto 3489	1982	Declaración de emergencia en suministro de agua
Decreto 2104	1983	Residuos sólidos. Prohibición de disponer residuos en cuerpos de agua, disposición final de basuras al mar, control de lixiviados para evitar contaminación de aguas superficiales o subterráneas.
Decreto 1594	1984	Usos del agua y residuos líquidos. Estatuto que contiene lo relativo a la disposición de los vertimientos líquidos de origen residual, descargados en fuentes hídricas de uso público. Establece la norma de calidad ambiental del agua para efectos de garantizar su composición físico química y bacteriológica.
Res. 02309	1986	Residuos especiales
Constitución	1991	Arts. 78 - 82. Derechos colectivos y del ambiente
Ley 99	1993	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente y el SINA.

Ley/ Decreto	Año	Tema
		Establece los estudios de impacto ambiental, los diagnósticos ambientales de alternativas y los planes de manejo ambiental. En consecuencia crea la licencia ambiental. Régimen de tasas retributivas. Elabora el marco normativo sancionatorio con arreglo al procedimiento establecido en el decreto 1594 de 1984.
Ley 165	1994	Relativa al convenio sobre Diversidad biológica a la naturaleza jurídica y manejo, acceso a los recursos genéticos a la tecnología y su transferencia.
Decreto 1753	1994	Se reglamentan los títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993, sobre Licencias ambientales, tipos y competencias.
Res.189	1994	Residuos sólidos peligrosos. Manejo y disposición
Decreto 948	1995	Control de la calidad del aire. Olores ofensivos. Estatuto que establece lo relativo a las emisiones atmosféricas y al control de ellas y del ruido en las áreas urbanas, suburbanas y rurales. Esta norma debe complementarse con la resolución 02 de 1982, para efectos de reglamentar las descargas permitidas en la atmósfera.
Decreto 605	1996	Estatuto relacionado con la disposición de los residuos sólidos. Reglamenta la ley 142 de 1994, sin perjuicio de las normas y lineamientos que establezcan las autoridades sanitarias competentes.

Ley/ Decreto	Año	Tema
Decreto 1791	1996	Establece el régimen de los aprovechamientos forestales: Persistente; Único; Aislados: Zonas urbanas, privadas o públicas.
Resolució n 655	1966	Se establecen los requisitos y condiciones para la solicitud de licencia ambiental.
Resolució n 1397	1996	Se fija la escala tarifaria de los derechos causados por el trámite para el otorgamiento, renovación, la modificación y el seguimiento de licencia ambiental.
Resolució n 0154	1997	Se establecen los términos de referencia genéricas para la elaboración del estudio del impacto ambiental.
Ley 373	1997	Programa para ahorro del agua. Norma que contiene lo relativo a la protección de zonas de especial importancia acuífera, además de lo concerniente al reúso, economía y regulación del consumo del agua en los medios urbanos y rurales. Debe tenerse en cuenta para las diferentes actividades económicas incluidas la agricultura.
Ley 388	1997	Estatuto que modificó la ley 9ª de 1989, en lo relativo a la clasificación y usos de suelo: 1. Urbano; 2. Rural; 3. Expansión; 4. Protección.
Decreto 901	1997	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas.
Ley 357	1997	Contiene lo relativo a la protección de los humedales,

Ley/ Decreto	Año	Tema
		el hábitat y la avifauna.
Decreto 475	1998	Estatuto que establece la norma de calidad físico, química, bacteriológica y organoléptica para efectos del consumo de agua potable.
Decreto 879	1998	Por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los Planes de Ordenamiento

Ley/ Decreto	Año	Tema
		Territorial.
Acuerdo 15 CAR	2000	Por medio de la cual se fija la meta de reducción de la carga contaminante por vertimientos puntuales en las Cuencas que hacen parte del territorio donde ejerce jurisdicción.

Se considera que en general el Estado cuenta con instrumentos de tipo normativo, coercitivo, económico, de planificación y persuasivos, para lograr que los entes regulados acaten las leyes que buscan proteger el medio ambiente, contando para esto con instituciones como Ministerios, IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), DNP (Departamento Nacional de Planeación), CAR's y CADS (Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible), Consejo Nacional del Agua, Consejos de Cuencas Mayores, Asociaciones de Usuarios de Cuencas Secundarias y Microcuencas, etc.

4. PLANEACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL

4.1 GENERALIDADES

La planeación ambiental es un conjunto de lineamientos básicos que deben considerarse en la formulación de un proyecto productivo, con el objeto de que éste responda adecuadamente a los propósitos de conservación del entorno natural, la eficiente utilización de los recursos, el aumento en la productividad y el cumplimiento de la normatividad ambiental.

La planeación ambiental parte del reconocimiento de que las actividades que desarrollamos se relacionan directamente con el entorno natural, al utilizar de éste insumos fundamentales y devolverle productos y desechos. Con la planeación ambiental buscamos minimizar los efectos negativos de nuestra actividad en el entorno, al tiempo que se pretende maximizar sus beneficios.

Sin embargo, en algunas oportunidades, esta planeación productiva desconoce algunos aspectos relevantes respecto a la relación que existe entre el medio ambiente y las actividades propias de la producción. Ello se presenta especialmente cuando los efectos sobre el medio ambiente no afectan directamente al productor.

Así, por tanto, con la planeación ambiental se pretende incorporar los aspectos ambientales al proceso de planificación productiva. Mediante este nuevo marco de planeación se consideran no solamente los tradicionales aspectos productivos sino también aquellos elementos que se relacionan con el cumplimiento de las normas ambientales, la identificación de la relación existente entre el proceso productivo y el entorno, así como el adecuado uso y disposición de los recursos naturales y los productos y subproductos generados.

La porcicultura, como cualquier otra actividad, no es ajena a estos lineamientos y está sometida cada día a una mayor presión debido a unas exigencias económicas, a un desarrollo tecnológico y a un manejo ambiental adecuado para ser una industria más competitiva.

Por lo tanto, todo profesional del sector agropecuario debe tomar decisiones que obedecen o están directamente condicionadas por:

- Necesidades de producción: para lo cual se requiere conocer infraestructura necesaria, mano de obra, cronograma de actividades, y niveles de producción.
- El consumo.
- Decisiones legislativas, reglamentarias y presupuestales.
- Decisiones de ordenación del territorio, urbanísticas e industriales.

La adecuada planificación de una explotación debe tener por objeto aprovechar debidamente todos los recursos para sacar el máximo rendimiento.

En forma integrada con su entorno y el equilibrio del buen uso de los factores internos la empresa debe buscar como mínimo cuatro tipos de directrices:

1. Óptimo Físico – Biológico. Integrando los recursos físicos (clima, suelo, topografía), y condiciones de la región, de acuerdo con la comparación de un uso actual vs. un uso potencial, establecer el óptimo de relaciones insumo producto y el óptimo físico – biológico.
2. Óptimo Económico. Hace relación a la necesidad de buscar las óptimas relaciones económicas tales como control de costos, relación beneficio – costo, ingreso familiar, es decir el problema dual “minimizar costos y maximizar beneficios”.

3. **Óptimo social.** Se pretende en este aspecto obtener apropiados resultados dentro del proyecto en las áreas de ocupación de mano de obra, niveles superiores de ingresos familiares que superen el “mínimo”, niveles óptimos de salud, nutrición, educación, vivienda, servicios, organización rural y comunal.
4. **Óptimo ecológico.** Es fundamental incluir un óptimo uso de los recursos naturales donde prevalezca el criterio de sostenibilidad.

Respecto a este último punto, la actividad porcícola para lograr situarse en una posición competitiva ventajosa requiere, realizar una adecuada gestión medioambiental y comenzar a adecuarse a las legislaciones y normativas medioambientales establecidas.

Destaca en todo ello un objetivo común: Identificar y minimizar los impactos ambientales o alteraciones que el desarrollo de una actividad pueda producir sobre el medioambiente.

El cambio de mentalidad de los últimos años, la preocupación por el Efecto Ambiental que pueden generar las explotaciones intensivas, las exigencias legislativas que en materia de medio ambiente vienen haciéndose necesarias, entre otros factores, justifican hablar de “gestión medioambiental”, y hacen imprescindible un cambio de concepción que permita incorporar la protección del medio ambiente como un parámetro más de calidad de la propia empresa.

En el caso de una explotación porcina intensiva, una gestión medioambiental adecuada no sólo puede repercutir favorablemente en el entorno, sino directamente en la propia explotación logrando: una disminución en el consumo de insumos, mejora en el proceso productivo, los residuos (subproductos) pueden ser rentabilizados, no hay sanción legal, se mejora la salubridad del entorno inmediato, puede aumentarse el prestigio del propio producto, etc. Muchas medidas que se ponen en práctica en pro de la “ecología” pueden considerarse caras a priori, pero analizadas cuidadosamente e

integradas en los costos de producción, pueden ser sin duda una magnífica garantía para el buen funcionamiento de la granja.

En términos generales la porcicultura no produce residuos, sino subproductos (estiércol), los cuales de no ser reutilizados y redistribuidos adecuadamente en la superficie agrícola útil del país pueden convertirse en excedentes y entonces pasan a ser residuos lo cual implica a su vez que no nos suponen un ingreso como abono orgánico sino un costo que debe soportar el ganadero para eliminarlos.

Teniendo en cuenta que el estiércol es el principal subproducto que se genera en una explotación porcina y el que más controversia causa se deben buscar soluciones globales y de carácter integrador, con implicación de todas las partes afectadas a fin de poder ofrecer soluciones adecuadas a las condiciones de producción.

- Minimizar la carga del estiércol (acciones en la alimentación).
- Minimizar el volumen (acciones en la granja).
- Mejorar las prácticas de manejo del estiércol.
- Integración entre agricultura y porcicultura.
- Cooperación entre entidades ambientales, de investigación, universidades y productores.

Para una adecuada gestión ambiental en una explotación porcina se debe en primer lugar:

- Identificar las principales entradas y salidas que se producen.

Comprender cómo una granja intensiva está incidiendo en el entorno requiere una primera aproximación global, ya que en ella tiene lugar infinidad de procesos biológicos complejos.

Principales entradas y salidas de una explotación porcina

Principales entradas		Principales salidas	
Materia	Energía	Materia	Energía
Animales nuevos	Electricidad	Cerdos vivos	Calor
Alimento	Combustible	Estiércol sólido y líquido	
Agua		Material orgánico	
Camas		Gases	
Medicamentos		Medicamentos	
Productos de limpieza, etc.		Envases y empaques	
Envases y empaques		Cerdos muertos	

- Localizar. Residuos, procesos generadores y fugas energéticas.

Cuando se realiza un manejo inadecuado, las aguas residuales de la explotación como el estiércol, se convierten en las principales fuentes de contaminación, aunque un manejo o tratamiento adecuados pueden convertirlos en un recurso interesante desde el punto de vista agrícola o forestal.

- Analizar. Obtención de información para autoevaluar.

Introducir índices con valor medioambiental, como el consumo de agua, volumen de residuos generados o el consumo energético entre otros, a través del seguimiento periódico relacionándolos respecto a la producción de carne a lo largo del tiempo.

Actuar. Criterios generales para llevar a la práctica un plan o proyecto de saneamiento medioambiental en una granja porcina.

Con la información obtenida podrían aplicarse en los puntos conflictivos criterios de actuación que de forma resumida se condensan en reducir, reutilizar y reciclar. Así, observamos que la gestión en las explotaciones porcícolas van a tener que regirse por estos criterios medioambientales: ajuste, ahorro, reutilización y

reciclado, enfocado a: “minimizar y autogestionar los propios residuos” y “proporcionar un ámbito medioambientalmente correcto de la actividad”. Estos criterios se refieren a los siguientes campos de actuación:

- Ajuste: referente a la comida (dietas, digestibilidad, etc.), razas (selección eficiencia transformadora) y reducción del volumen.
- Ahorro: recursos (diseño, construcción e infraestructura, limpieza, clasificación de desechos, conducciones y almacenamiento).
- Reciclado: aplicación del estiércol en actividades agrícolas o forestales.

Criterios de actuación adecuados para la gestión medioambiental

Reducir	Reutilizar	Reciclar
Fugas de recursos: alimento, agua Carga contaminante: Balanceo de raciones. Selección de razas mejoradas de mayor eficiencia transformadora. Productos de limpieza y otras sustancias tóxicas. Gasto energético: optimizar su uso y el consumo de las máquinas. Mantenimiento adecuado. Basuras y residuos sólidos en general: los residuos orgánicos de la actividad de los trabajadores pueden compostar, incluso mezclarse con el estiércol. Volumen del estiércol líquido: facilita su manejo o tratamiento.	El agua de lluvia colectada del tejado de los galpones puede ser almacenada y usada en diferentes aplicaciones. Energía calorífica originada en la fermentación. Evitar el uso indiscriminado de empaques, sacos, bolsas; reutilizarlas.	Nutrientes orgánicos e inorgánicos, usando el estiércol líquido y/o seco como fertilizante y abono para los cultivos. Deben establecerse los límites teniendo en consideración el volumen de estiércol producido, tipo de suelo y necesidades del cultivo.

4.2 COMUNICACIÓN, DIVULGACIÓN Y PROMOCIÓN

La Guía Ambiental posee información completa, precisa, confiable y utilizable, por lo cual se constituye en una herramienta de trabajo y de negociación que es de gran importancia no solamente para el sector porcícola como tal, sino para todos aquellos que tengan interacción con él.

Se plantea por tanto, fortalecer el conocimiento interno del sector para aprovechar la infraestructura de personal como agente multiplicador de este instrumento. Para esto, es de vital importancia:

- Concienciar internamente a las personas vinculadas directa e indirectamente a la industria, sobre la importancia que tiene el sector dentro del contexto nacional y regional y la responsabilidad que esto conlleva.
- Divulgar internamente los programas y esfuerzos que realiza el sector en la parte ambiental y los aspectos que contempla esta guía.
- Aprovechar las experiencias de unos y otros para el beneficio conjunto.

Así mismo, es de vital importancia resaltar que los logros del sector, los programas de índole social y ambiental, las tecnologías más adecuadas para realizar actividades de la granja, el reconocimiento de la responsabilidad que existe por parte de todos en el cumplimiento de los compromisos adquiridos por el sector ante las autoridades, etc., son temas de suma importancia que deben volverse intrínsecas para que los beneficios se den.

Para lograr esto se requiere en primer término crear un grupo ambiental del subsector porcícola con el fin de establecer los mecanismos de divulgación de sus programas de gestión ambiental, al interior del subsector como a la comunidad tanto a nivel nacional como internacional.

Para comunicar los programas a implementar se debe:

- Fijar metas, procedimientos, fechas de cumplimiento y medidas de seguimiento.
- Utilizar como medio de divulgación: cartillas, guías, realizar seminarios y talleres, en donde se discutan alcances, costos, logros, dificultades, etc.
- Deberán hacerse exposiciones de las medidas implementadas y a implementar así como de los resultados obtenidos y esperados, a la vez que se generan espacios de participación ciudadana donde la comunidad pueda exponer los problemas que consideren son ocasionados por la actividad, tanto en los recursos bióticos, abióticos, sociales, económicos o culturales. Tales encuentros darán lugar a concertaciones amistosas entre las partes.
- Promocionar ante la comunidad nacional e internacional sus logros en materia ambiental, de tal modo que el producto tenga las puertas abiertas a su comercialización. Incluirá la presentación de artículos científicos, divulgación en los empaques del producto, utilización de la página en internet.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

5.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Granja de cría. Su finalidad es producir lechones para la venta, desde su nacimiento hasta lograr un peso de 22 – 25 kilos, aproximadamente. Maneja reproductores, hembras de reemplazo, hembras en gestación, hembras en lactancia, lechones lactantes, hembras vacías, lechones en precebo y hembras de descarte.

Granja de ceba. Maneja lechones machos y hembras para su engorde y posterior sacrificio. Compra lechones con un peso de 22 – 25 kilos y los engorda hasta los 95 – 105 kilos. Se hace en dos etapas:

Levante: De los 22 – 25 kilos hasta los 50 – 60 kilos.

Ceba: De los 50 – 60 kilos hasta los 95 – 105 kilos (sacrificio).

En esta etapa no se producen residuos como placentas, fetos, momificaciones, etc. Tampoco se usa gran cantidad de medicamentos, puesto que las vacunaciones y tratamientos se dan en la etapa de cría.

Granja de Ciclo completo. Se realizan las dos actividades anteriormente descritas (Cría y Ceba).

5.2 TIPOS DE CERDOS EN LA GRANJA

Los diferentes tipos de cerdos que se encuentran en una granja de ciclo completo son: reproductores, hembras de reemplazo, hembras en gestación, hembras en lactación, hembras vacías, hembras de descarte, lechones lactantes, lechones en precebo, lechones en levante y cerdos de engorde.

Reproductores. Son cerdos seleccionados especialmente de la piara o comprados en una granja genética especializada con base en su

comportamiento y propiedades genéticas. El peso y edad al primer servicio es alrededor de los 130 – 140 kg y 7 ½ - 8 meses, respectivamente.

Hembras de reemplazo. Son hembras producto de la misma granja o provenientes de granjas genéticas especializadas. Alcanzan su madurez sexual alrededor de los siete meses de edad y un peso de 120 – 130 kg.

Hembras en gestación. Una vez las hembras entran en la etapa reproductiva comienza la gestación la cual dura 114 – 115 días (tres meses, tres semanas, tres días).

Hembras en lactancia. En el momento del parto, la hembra entra en otra etapa fisiológica denominada lactancia. En esta etapa la hembra permanece todo el tiempo con la camada hasta su destete. La duración de la lactancia varía de acuerdo al nivel tecnológico de la granja siendo en promedio de 21 días (rangos entre 18 y 28 días aproximadamente). Los lechones nacen con 1.4 kg de peso aproximadamente y se destetan con un peso de 6.5 – 7.0 kg a los 21 días de edad. Durante esta etapa se da una mortalidad de aproximadamente un 5 - 7% de los lechones. Al finalizar esta etapa las hembras son trasladadas a la sección de montas (hembras vacías) y los lechones a los precebos.

Hembras vacías. Es cuando la hembra finalizó su lactancia y se prepara para una nueva gestación. A este periodo se le denomina días no productivos puesto que la hembra ni está gestando ni lactando. Este periodo puede tener un rango de duración de 7 a 15 días.

Hembras de descarte. Son aquellas hembras que ya cumplieron su ciclo productivo o que por problemas fisiológicos o patológicos no entran en la etapa productiva, razón por la cual se descartan.

Lechones lactantes. Cuando nace el lechón este permanece durante un tiempo con la madre,

periodo en el cual se alimenta prácticamente de la leche materna, alimento que le da los nutrientes y defensas durante sus primeros días de vida. Los lechones lactando duran aproximadamente 21 días (rangos entre 18 y 28 días aproximadamente) como se anotó anteriormente.

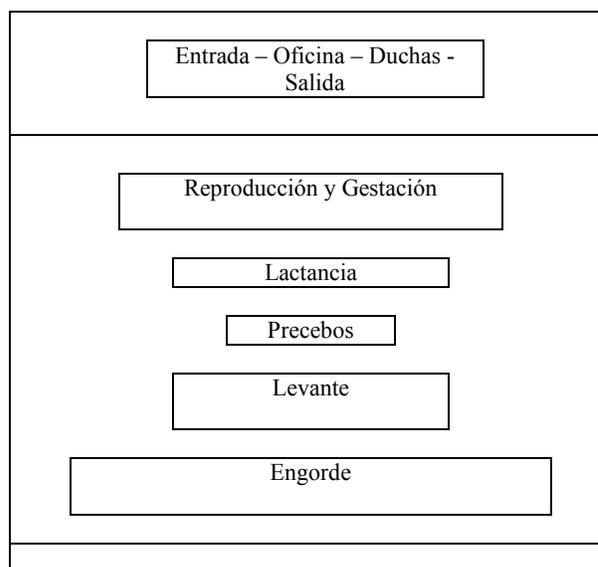
Lechones en precebo. Son lechones que han sido retirados de su madre y que permanecen en una nave de cría hasta alcanzar un peso de 22 - 25 kg. En esta etapa se dan unas condiciones ambientales, de alimentación y manejo especiales. Su duración es de aproximadamente 42 días (seis semanas). En algunas explotaciones esta etapa se divide en dos fases: precebo I y precebo II. En cada una de las etapas el animal dura alrededor de 21 días y solo se busca darle al animal mejores condiciones de confort para su desarrollo. En esta etapa se da una mortalidad aproximadamente del 2 - 3%. Al finalizar esta etapa los lechones pasan a los corrales de levante.

Cerdos en levante. Son animales de aproximadamente dos meses de edad (63 días: 21 días en lactancia y 42 días en precebo) que pesan alrededor de 22 - 25 kg. Se les alimenta con formulaciones especiales. En esta etapa duran entre 6 a 8 semanas, lapso en el que alcanzan un peso cerca de 55 kg. La mortalidad puede ser del 0.5 - 1%.

Cerdos de engorde. Son animales que van desde los 55 kg a los 95 - 105 kg de peso de acuerdo al mercado para su beneficio. Igual que en la fase anterior la mortalidad puede ser del 0.5 - 1%. La etapa de levante y engorde se puede realizar en el mismo corral desde que se reciben los lechones de los precebos o en corrales diferentes, teniendo en cuenta las necesidades de espacio que requieren. Desde que nace el lechón hasta que sale al mercado para su beneficio transcurren entre 150 y 165 días. El área que requiere un cerdo en esta etapa de producción es de 1,0 - 1,2 m² (0.1 m² / 10 kg de peso vivo).

5.3 TIPOS DE INSTALACIONES

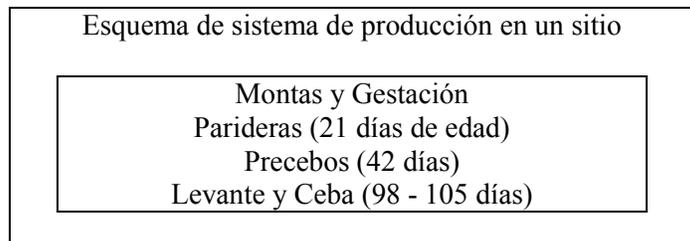
En una granja moderna de ciclo completo las principales instalaciones se encuentran en un área totalmente cercada para evitar la entrada de personas y otros animales (figura). El manejo de las granjas pueden ser de flujo continuo o manejo todo dentro todo fuera y las naves o galpones pueden estar ubicadas en un sitio, dos o tres sitios.



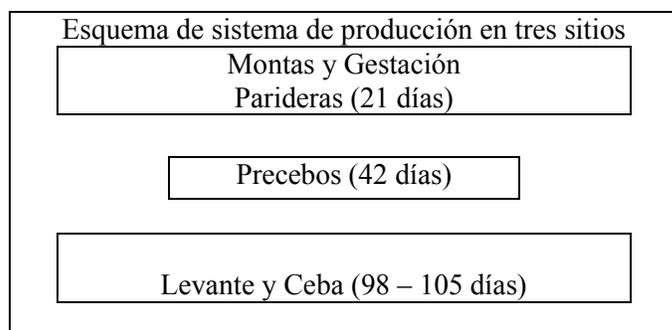
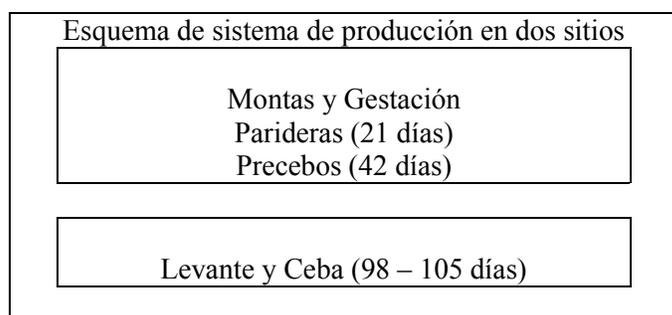
Granjas de flujo continuo. Son aquellas en donde los animales están entrando y saliendo constantemente de las diferentes áreas de acuerdo a su etapa fisiológica ya sea que estén ubicadas en un mismo galpón o en diferentes galpones.

Manejo todo dentro - todo fuera. Se maneja el concepto de vacío sanitario. Son secciones pequeñas en una misma nave debidamente aisladas de las otras para que no tengan contacto. Los animales entran y salen al mismo tiempo de cada una de las secciones de la nave que se tengan de acuerdo a una programación previa; durante el vacío se realiza el respectivo lavado y desinfección. Esta práctica permite reducir las posibilidades de transmisión de enfermedades entre animales.

Granjas en un sitio. Son aquellas que en una misma nave o sitio tienen animales en diferentes fases fisiológicas (gestación, parideras, precebos, levante y engorde).



Granjas en dos o tres sitios. Son aquellas que tienen naves especializadas para cada una de las etapas fisiológicas del cerdo y se encuentran alejadas por lo menos doscientos metros unas de las otras.



En la tabla 2 se observa la distribución por grupos etáreos en una explotación típica de 100 hembras de cría en ciclo completo.

Tabla 2. Inventario promedio en una granja porcícola

		Proporción de animales			
		Días	No	Peso X	%
Edificio		kg / cerdo / día			
Gestación	Reproductores	365	5	160	0.5
	Hembras en gestación	114	66	180	6.0
	Hembras vacías	27	20	150	2.0
Maternidad	Hembras lactantes	21	14	190	1.5
	Lechones	21	147	3.5	14.0
Destete	Precebo	42	300	16	26.9
Finalización	Levante	42	220	35	19.8
	Engorde	55	340	80	30.6
Total			1112		100

5.4 POLÍTICAS DE BIOSEGURIDAD

Personal. Cada una de las secciones de la granja debe tener operarios específicos y nunca deben estar en contacto con otros cerdos o con otras granjas. Las visitas deben ser restringidas y no haber tenido contacto con otros cerdos por lo menos las 72 horas previas. Es aconsejable tener un registro de todas las personas que ingresen a la granja, el número de horas sin tener contacto con cerdos, y el último lugar en donde estuvieron en contacto con ellos.

Cercas perimetrales. El perímetro de la granja debe estar bien delimitado; se recomienda el uso de una cerca que impida el acceso de otros animales, vehículos y personas a los galpones de producción. Por lo general se recomienda construir la cerca de unos 12 a 15 metros de las edificaciones.

Duchas y vestuario. La oficina debe estar localizada de tal manera que permita visualizar el ingreso de gente y vehículos como también controlar el embarcadero de cerdos.

Antes de entrar al área de los cerdos, es aconsejable exigir un baño completo en la ducha. Además, éste es un buen sistema para asegurar que la ropa sea removida y se cambie por otra

diferente. Toda la ropa usada en la granja debe provenir de ésta.

Transporte. La entrada y salida de animales probablemente es una de las formas más comunes de llevar enfermedades a una granja. Se deben planear sitios diferentes para recibir y sacar los animales, debidamente separados de la unidad de producción. El vehículo utilizado para el transporte de animales, necesita ser lavado, limpiado y desinfectado antes de entrar a la granja, y no debe utilizarse en ella antes de 48 horas de haber estado en la planta de sacrificio. Igualmente se deben lavar y desinfectar todos los vehículos que ingresen a la granja.

Disposición de animales muertos. Se debe contar con una fosa que posea características que permitan la degradación de los cadáveres, sin que causen incidencia negativa en la explotación.

Manejo de efluentes y desechos. El almacenamiento de efluentes sólidos y líquidos, y el de los desechos de la granja deben quedar por fuera de la cerca perimétrica de la granja. Se debe tener mucho cuidado con el equipo y los vehículos utilizados en la disposición de los mismos, los cuales deben pertenecer a la granja; si no es así, deben lavarse y desinfectarse completamente antes de usarlos.

5.5 TIPOS DE EQUIPO

El equipo básico para la producción porcina comercial incluye:

Electricidad. La red eléctrica incluye líneas para el alumbrado, motores, compresores, refrigeradores, lámparas de calor, conexiones eléctricas, transformadores para subestaciones eléctricas, etc.

Ventilación. El equipo de ventilación puede ser mecánico o natural, para abrir y cerrar cortinas de acuerdo con los cambios de temperatura o de humedad, particularmente en las secciones de reproducción, cría y precebo.

Alimentación. La compra de alimento, su almacenamiento y distribución es la tarea cotidiana más importante en una granja porcina. En una granja de 100 vientres se puede manejar más de 1,5 toneladas de alimento por día; por tanto, la compra de alimento y la economía en su manejo son factores clave en la producción porcina moderna.

El consumo de alimento por cerdo por día, varía de una granja a otra, dependiendo del tipo de alimentación, la calidad del alimento, la calidad de los cerdos y muchos otros factores. El manejo del alimento incluye:

- Red de distribución de alimento que en las granjas generalmente es manual con carretillas.
- Comederos en los corrales, que pueden ser de canoa en concreto o tolvas.
- Bebederos en los corrales, que pueden ser de canoa o chupos.
- Tolvas para el almacenamiento de alimento afuera de los galpones.
- Molino de granos.
- Motobombas para el lavado de las instalaciones o para disponer el estiércol como fertilizante.

5.6 USO DE RECURSOS, GENERACIÓN DE SUBPRODUCTOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Uso de recursos. La producción porcina tiene como finalidad producir proteína de origen animal, para ello utiliza como alimento materias primas (maíz, sorgo, yuca, soya, etc.) los cuales son utilizados para la producción de alimento balanceado.

Tabla 3. Consumo diario de alimento

		Alimentación por cerdo		
		Mínimo	Máximo	Promedio
Edificio	Cerdo	kg / cerdo / día		
Gestación	Reproductores	2.0	3.0	2.5
	Hembras en gestación	2.0	2.5	2.2
	Hembras vacías	3.0	3.0	3.0
Maternidad	Hembras lactantes	4.0	6.0	5.0
	Lechones	0.1	0.1	0.1
Destete	Precebo	0.5	0.6	0.5
Finalización	Levante	1.5	2.0	1.7
	Engorde	2.0	3.5	2.7

Agua. El abasto y distribución de agua en la granja es tan importante o más que el de alimento. Por ello se debe contar con fuentes confiables de agua de buena calidad que garantice su disponibilidad en todo momento.

Tabla 4. Valores de diseño para el suministro de agua para beber.

		Necesidades de agua		
		Mínimo	Máximo	Promedio
Edificio	Cerdo	kg / cerdo / día		
Gestación	Reproductores	12	20	16
	Hembras en gestación	15	20	18
	Hembras vacías	15	20	18
Maternidad	Hembras lactantes	18	25	22
	Lechones (hasta 7 kg)	0.2	1	0.6
Destete	Precebo (7 – 23 kg)	2	4	3
Finalización	Levante (23 – 55)	4	6	5
	Engorde (55 – 100)	6	9	8

Las granjas porcinas tienen una red de tuberías para el suministro de agua para beber, limpiar los

corrales y enfriar a los cerdos. El equipo asociado a esta red son los chupones, los tanques para limpieza de animales y corrales, los compresores y en algunos casos, aspersores y humidificadores para sistemas de enfriamiento. De la cantidad requerida para beber, mucha se pierde por el mal funcionamiento de los sistemas de distribución y de los chupos y por fugas en la red de tuberías. Dependiendo del sistema de evacuación de las excretas se utilizará mayor o menor contenido de agua en la explotación. El flujo de agua para los bebederos debe ser de 3 L/minuto.

Excretas. El equipo para la colección y manejo de excretas puede incluir bombas, separadores, aparatos y tanques para flushing (flush tank), aspersores para riego, equipo para tratamiento biológico, pisos ranurados, etc.

Corrales. Este equipo incluye jaulas para gestación, jaulas parideras, corrales de precebo y pisos ranurados para las diferentes secciones.

Tipo de residuos y posibles afectaciones al medio ambiente que se generan en una explotación porcina.

Tipo de productos, subproductos y residuos	
Aguas residuales domésticas	Cadáveres amputaciones y tejidos
Residuos sólidos inorgánicos domésticos	Poblaciones de mosca doméstica
Residuos sólidos orgánicos domésticos	Poblaciones de roedores
Empaques de alimento	Productos utilizados en aseo y desinfección
Bolsas y envases de material plástico	Olores
Envases de vidrio	Taludes, cortes y zonas de riesgo geológico
Implementos de vidrio y plástico para enfermería y profilaxis	Fertilizante orgánico
Papel y cartón	Afectación del paisaje

5.7 CARACTERIZACIÓN DE LAS EXCRETAS PORCINAS

El factor más determinante de la caracterización de la porquinaza lo constituye el sistema de manejo de la misma en cuanto a las cantidades de agua que se adicionan. En nuestro medio existe gran variación al respecto.

Producción y componentes. La porquinaza está formada por heces fecales y orina mezcladas con el material utilizado como cama, residuos de alimento, polvo, otras partículas y una cantidad variable de agua proveniente de las labores de lavado y pérdidas desde los bebederos.

La tasa de producción de excretas se puede ver afectada por varios factores, entre los cuales se puede señalar:

- Edad del animal
- Madurez fisiológica
- Cantidad y calidad de alimento ingerido
- Volumen de agua consumida
- Clima

La producción de porquinaza se cuantifica en términos de cantidades de excretas por día y por animal. También es común la expresión de algunos valores por cada 100 kilos de peso vivo.

Tabla 5. Producción de materia fecal y orina como proporción del peso vivo (%)

Estado	Promedio	Rango	Peso X kg/animal	Estiércol kg/cab./día
Hembra vacía	4.61	3.3 – 6.4	150	6,91
Hembra gestante	3.00	2.7 – 3.2	180	5,40
Hembra lactante	7.72	6.0 – 8.9	190	14,67
Macho reproductor	2.81	2.0 – 3.3	160	7,38
Lechón lactante	8.02	6.8 – 10.9	3,5	0,28
Precebos	7.64	6.6 – 10.6	16	1,22
Levante	6.26	5.9 – 6.6	35	2,19
Finalización	6.26	5.7 – 6.5	80	5,01

La orina representa aproximadamente el 45% de la excreta y las heces el 55%. El contenido de humedad de la excreta está alrededor del 88%; el contenido de materia seca es del 12%. Cerca del 90% de los sólidos se excretan en las heces; la orina contiene el 10% de los sólidos.

La densidad de la excreta fresca es ligeramente menor de 1.0 (aunque son comunes las referencias de valores ligeramente superiores a 1.0). El total de los sólidos tiene una densidad baja, de 0.84 kg/l. La excreta porcina contiene sólidos que flotan y sólidos que se sedimentan, además de sólidos en suspensión.

Los Sólidos Volátiles Totales constituyen el 80% de los STT y cerca del 10% de las heces y orina excretadas por día.

Figura 2. Fraccionamiento del componente sólido de las excretas porcinas.



5.8 PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS

Diariamente se producen 0,25 kg de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y 0,75 kg de Demanda Química de Oxígeno (DQO) por cada 100 k de peso vivo. Por lo general, la DBO es un tercio de la DQO y cerca de un tercio de los Sólidos Totales Totales (STT) en las excretas porcinas frescas.

El pH varía entre 6 y 8. Mientras más frescas sean las excretas, más neutro será su pH.

La temperatura de la excreta fresca al momento de su expulsión es la misma que la del cuerpo del cerdo. Poco después, la excreta alcanza la temperatura del piso y de la instalación. Adicionalmente, esta temperatura llegará a estar fuertemente determinada por la del agua con la cual se mezcla.

La alcalinidad y conductividad son propiedades más del agua de lavado y de bebida que propiamente de la excreta.

El Carbón Orgánico Total (COT) es una medida de la disponibilidad inmediata de carbón por descomposición de las bacterias. Su valor estimado es de 0,30 k por cada 100 k de peso vivo/día.

5.9 CONTENIDO DE NUTRIENTES PARA FERTILIZACIÓN AGRÍCOLA

El nitrógeno de las excretas es el elemento de fertilización más importante, debido a que el alimento suministrado a los cerdos tiene contenidos altos de proteína; siendo, por tanto, su contenido en las excretas de un nivel alto. Además, de los distintos nutrientes presentes en la excreta, es el nitrógeno el que presenta mayor riesgo ambiental cuando ella se utiliza en fertilización. Por ello, la fertilización agrícola se fundamenta en el contenido de nitrógeno de las excretas.

En las excretas, el Nitrógeno Total Kjeldahl (TKN) se compone principalmente de nitrógeno orgánico y de amoníaco (TAN). Del nitrógeno total producido, el 60% está en forma amoniacal (TAN) y el 40% en forma orgánica (TON). La gran mayoría del nitrógeno de las heces fecales es orgánico, mientras que la totalidad del de la orina es amoniacal.

Por acción de las bacterias aeróbicas de los suelos, el nitrógeno orgánico es transformado en nitrógeno amoniacal. Así mismo, el nitrógeno amoniacal es llevado a nitritos (NO₂) y nitratos (NO₃) por la acción bacteriana en el suelo. El NO₃⁻ es la forma como las plantas absorben el nitrógeno; pero el excedente no utilizado por los cultivos es lixiviado a través del perfil del suelo, ya que es altamente soluble en el agua. En esta medida, en el suelo, los excesos de nitrógeno por encima de las necesidades de los cultivos se convierten en riesgo de contaminación de aguas.

Tabla 6. Producción diaria de nutrientes para fertilización según el estado fisiológico

Estado	Peso X	Nitrógeno		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		gms /animal	gms /100k	gms /animal	gms /100k	gms /animal	gms /100k
Hembra lactante**		133		69		79	
Pie de cría no lactante		52		31		34	
Precebo	16		54,3		36,8		36,7
Levante	35		45,1		31,1		34,4
Finalización	80		44,5		34,9		34,9

* Gramos por cada 100 kilos de peso vivo

** Incluye la camada

En granjas con un solo lote de ceba o de precebos y que funcionan con sistema “todo dentro – todo fuera” el inventario de población porcina en pie varía a medida que transcurre el lote y con ello varía la cantidad diaria de fertilizante nitrogenado que se produce. En estos casos es recomendable calcular para cada periodo 2 ó 3 semanas la cantidad de nitrógeno que se produce en un día.

Tabla 7. Variación de la producción diaria de nitrógeno en una granja de 200 cerdos de ceba que funciona con sistema “Todo dentro – Todo fuera”

Semana	Peso promedio kg	Peso total kg	Producción de N Kg/día	Superficie a fertilizar m ² /día*
1	22,5	4.500	2,0	406
3	32,5	6.500	2,9	586
5	42,5	8.500	3,8	767
7	52,5	10.500	4,7	947
9	62,5	12.500	5,6	1.113
11	72,5	14.500	6,5	1.291
13	82,5	16.500	7,3	1.469
15	92,5	18.500	8,2	1.647
17	102,5	20.500	9,1	1.825

* Aplicación de N = 50 k / ha / pastoreo

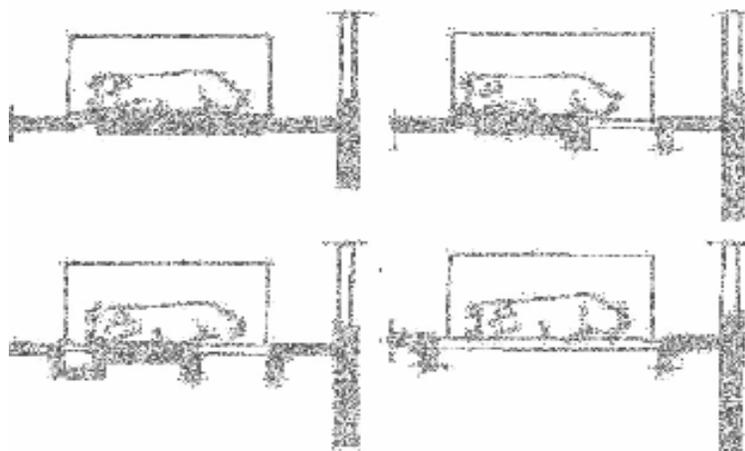
Se observa cómo al iniciar el lote de engorde se necesitan casi tres semanas de producción para fertilizar una hectárea de pasto, mientras que en el periodo final de ceba se necesitaría una semana o menos.

El principal determinante de la variación en el valor fertilizante de la excreta porcina es la calidad del alimento recibido por los cerdos. En Colombia, en donde unas cuantas fábricas de alimento entregan la gran mayoría del concentrado para la explotación porcina, puede decirse que no hay, desde el punto de vista de la calidad del fertilizante orgánico, una variación que amerite tratamientos particulares.

Tabla 8. Composición de la porquinaza sólida producto de la separación

Nutriente	Rango %
Materia seca	21,00 – 35,00
Proteína	2,50 – 4,50
Fibra cruda	10,00 – 18,00
Grasas	0,80 – 2,70
Cenizas	2,10 – 2,80
Calcio	0,38 – 0,40

Fósforo	0,23 – 0,28
---------	-------------



TIPOS DE PISOS EN UNA GRANJA PORCICOLA



Espejo de agua. En algunas granjas porcícolas en regiones de clima cálido los corrales de levante y engorde presentan en la parte posterior de este un espejo de agua. Los espejos de agua se construyen en el fondo de los corrales en donde se encuentran los bebederos, al lado opuesto de los comederos, con un ancho de 1 metro y una profundidad de 8 a 10 cm. Esta depresión se llena con agua, a una altura de 5 cm, regulada por una salida que lleva el exceso a un canal externo al corral. Normalmente el agua es agua corriente, con un flujo continuo de 5 cm suministrada por un grifo o manguera. El agua se cambia cada 2 o 3 días para recoger o limpiar los residuos. Este sistema reduce considerablemente el consumo de agua en los corrales y mejora el aumento de peso y la conversión alimenticia debido a un mayor confort térmico.

tipo de construcción	Corral convencional con piso de cemento	Corral con espejo de agua
Peso a los 115 días, kg	59,80 1,66	62,29 1,46
Conversión alimenticia	27,9 a 32,3	28,1 a 32,3
Rango Temperatura, °C		

Camas profundas. Es un sistema que ha venido adquiriendo un gran auge en los últimos años en diferentes regiones del mundo. En Colombia ya hay algunos ensayos y consiste en colocar en los corrales de levante y engorde un material como cama ya sea de viruta, bagazo, cascarilla de arroz, etc. Los animales al entrar a los corrales presentan un mayor confort, delimitan un área seca y otra húmeda, y no se requiere utilizar agua para el lavado de los corrales. Una vez sale el lote de engorde para su beneficio se cambia la cama del corral. La cama de estiércol y material vegetal del lote anterior se usa como fertilizante en los cultivos.

6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MANEJO

6.1 GENERALIDADES

Los impactos ambientales son los cambios ocasionados por las acciones o actividades de un proyecto sobre el medio natural, incluidos su componente abiótico, biótico o social. Estos se clasifican en diversas categorías como: directos, indirectos, acumulativos, de corto, mediano o largo plazo, reversibles, irreversibles, puntuales, locales, regionales, nacionales o globales. Los impactos pueden resultar de la acumulación de efectos menores del proyecto, que independientemente resulten despreciables, pero que en conjunto, ocasionan efectos significativos.

En resumen, un impacto ambiental es el daño que se puede causar sobre la flora o la fauna, el suelo, el agua, el aire o el clima y sobre el hombre mismo incluidos sus componentes culturales o económicos. Los mismos ocurren o se generan por actividades de un proyecto y por ende, durante la construcción y operación de éste se deben implementar medidas tendientes a prevenir, mitigar, corregir y compensar tales impactos negativos así como a potenciar los positivos.

Las medidas de prevención son aquellas que evitan la manifestación del impacto (p.e. no talar árboles); las de mitigación por su parte lo reducen en magnitud o extensión (p.e. empleo de equipos insonorizados para disminuir niveles de ruido); las de corrección involucran implementación de obras o acciones para subsanar impactos ya ocurridos (p.e. revegetalización de taludes y áreas susceptibles de procesos erosivos); las de compensación por su parte se emplean cuando no podemos reparar el daño ambiental por ninguna de las medidas anteriores y por ello debemos resarcirlo con

alguna otra acción (p.e. reforestar una hectárea por el daño de una hectárea de bosque).

Las medidas de potenciación por su parte, se aplican a los impactos positivos y tienen el propósito de afirmar los mismos (p.e. generación de empleo; este impacto se potencia si los mismos se dan en la zona del proyecto, si por el contrario el personal a contratar se trae de otra región, el impacto que inicialmente es positivo se traduce en uno negativo por generación de conflictos, encarecimiento de bienes, u otros).

6.2 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

La problemática medioambiental de las explotaciones de porcino se ha generado paralelamente al desarrollo del sector. En un tiempo relativamente corto se ha pasado, por necesidades económicas, de explotaciones de tipo extensivo a sistemas intensivos que han permitido incrementar el número de animales.

A diferencia de otros sectores productivos, en las explotaciones porcinas, no se utilizan elementos compuestos de alto riesgo; sin embargo, el gran volumen de residuos producidos es uno de los principales problemas a los que se enfrenta el sector.

Tabla 9. Factores ambientales que deben tenerse en cuenta en el caso de una explotación porcina

Factores implicados	
Medio natural	Medio socioeconómico
Aire:	Uso terrenos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminación por Amoniaco, Metano ▪ Nivel de polvo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zona rural ▪ Distancia a los núcleos de población más

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Olores <p>Suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erosión ▪ Contaminación suelo ▪ Características físicas ▪ Características químicas <p>Agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilización agua (consumo) ▪ Contaminación agua superficial y profunda <p>Medio perceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Paisaje 	<p>cercanos</p> <p>Infraestructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte ▪ Servicios ▪ Comunicaciones <p>Economía:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Producción porcina ▪ Ingresos económicos ▪ Empleo estacional ▪ Empleo fijo
---	--

A continuación se describen los diferentes efectos originados por los subproductos o residuos que se producen en una granja porcina.

6.2.1 Efectos sobre el agua

▪ Problemática originada por la materia orgánica

En el medio acuático, el oxígeno es un elemento escaso. En su balance intervienen la fotosíntesis, la reaireación, la respiración de los organismos y los procesos de oxidación. Si alteramos este equilibrio, introduciendo compuestos que necesitan oxígeno para su descomposición, provocamos una demanda de oxígeno superior a los niveles existentes y se origina una deficiencia de oxígeno disuelto en el agua que origina una serie de efectos no deseados.

El vertido de los residuos generados en una granja porcina puede afectar a las masas de agua tanto superficiales como subterráneas, con incidencias distintas según el componente de las excretas que se considere.

a. Aguas superficiales

La materia orgánica (M.O.) de los residuos ganaderos incorporada a los suelos es fácilmente retenida por éstos, pero por colmatación o por otros accidentes, entre ellos el vertido directo, la materia orgánica llega a las masas de agua superficiales. Los microorganismos que se encuentran en este medio deben asimilar esta materia orgánica incrementando su biomasa. Este hecho puede alterar el equilibrio de las masas de agua provocando su “eutrofización”, es decir, un desarrollo de la actividad de las plantas acuáticas e incremento de la biomasa, que conlleva una disminución del oxígeno disuelto en el agua. El agua eutrofizada, puede significar un elevado riesgo para la salud humana y no podrá ser utilizada para sus usos normales.

Conociendo las acciones del proyecto, podemos deducir las alteraciones que causarán en el medio ambiente, o, lo que es lo mismo, identificar impactos. Posteriormente es necesario describirlos o caracterizarlos para poder conocer su importancia y valorarlos correctamente.

Tabla 10. Acciones impactantes generadas durante las fases de construcción y funcionamiento en una explotación porcina

Acciones impactantes	
Fase de construcción	Fase de funcionamiento
1. Alteración de la cubierta vegetal	1. Manejo de la porquinaza
2. Alteración de la cubierta terrestre	2. Utilización y reutilización de desechos
3. Construcción edificios y equipamiento	3. Condiciones sanitarias y de limpieza
4. Vías de acceso	4. Producción de olores
5. Paisaje	5. Almacenamiento de productos
	6. Acciones que implican deterioro del paisaje

El nitrógeno y otras unidades minerales pueden tener también incidencias negativas al alcanzar las aguas superficiales, provocando efectos similares a los descritos.

b. Aguas subterráneas

La materia orgánica es retenida por el suelo y por ello difícilmente puede alcanzar las masas de agua subterráneas salvo por accidentes físicos de los suelos sobre los que se realiza el vertido; por ello, su incidencia es prácticamente nula en la calidad de esta agua. Esta situación es similar para el fósforo, potasio y gérmenes patógenos, que por sus características difícilmente alcanzan profundidades superiores a los dos metros.

La profundidad es una variable ecológica que afecta a las bacterias. En zonas templadas, casi todos estos organismos se encuentran en el primer metro de profundidad, principalmente en los primeros centímetros. En la parte más superficial de campos de cultivo, la comunidad es escasa, como resultado de una inadecuada humedad y la posible acción bactericida de la luz solar.

Tabla 11. Distribución de microorganismos en varios horizontes del perfil del suelo

Organismos/g de suelo x 10 ³					
Profundidad, cm	Bacterias aerobias	Bacterias anaerobias	Actinomicetos	Hongos	Algas
3 – 8	7,800	1,950	2,080	119	25
20 – 25	1,800	379	245	50	5
35 – 40	472	98	49	14	0.5
65 – 75	10	1	5	6	0.1
135 - 145	1	0.4	--	3	--

Los efectos del nitrógeno son distintos. Este elemento se encuentra en los residuos ganaderos en dos formas fundamentales, amoniacal o forma mineral y en forma orgánica. Una vez incorporado a los suelos se produce en medio aerobio, una mineralización de los compuestos

nitrogenados hasta la forma de nitratos, asimilables por los cultivos, previo paso por la forma de nitritos.

El nitrógeno es ahora soluble, y como consecuencia es arrastrado por las aguas de precipitación o riego hacia capas más profundas, llegando a alcanzar a las corrientes y masas de aguas subterráneas.

En resumen se puede afirmar que el único parámetro potencialmente contaminante de las masas de aguas subterráneas en el caso de los residuos porcinos, es el nitrógeno. Su incidencia puede ser determinante para impedir el uso normal de éstas.

▪ **Problemática originada por nutrientes**

La llegada de nutrientes al medio acuático se produce por varias vías:

- Agua drenada por percolación a partir de suelos tratados con exceso de estiércol.
- Erosión de suelos.
- Por el vertido directo de efluentes.

En el medio acuático el excedente de nutrientes acelera el proceso natural de eutrofización. Los ríos suelen ser los receptores principales, pero en ellos no se manifiesta debido a la velocidad de la corriente, transfiriéndose el problema a pantanos, estuarios, zonas costeras y océanos.

El aspecto más visible de este proceso, es el aumento incontrolado de plantas acuáticas. Esta proliferación excesiva de plantas acuáticas produce, en la columna de agua, dos zonas con características muy diferentes. En la zona fótica hay un excedente de producción de biomasa y una sobresaturación de oxígeno debido a la fotosíntesis realizada por las algas, principalmente en las horas de luz, mientras que por la noche, debido a la respiración, el consumo de oxígeno y la producción de anhídrido de carbono es considerable. Estas condiciones con sobresaturación de oxígeno, alteraciones de pH e incremento de turbidez limita la presencia de

vida acuática y provoca una disminución de la diversidad, desaparición de especies originarias, aparición de algas con capacidad de producir toxinas y mortalidad de organismos.

En la zona afótica el consumo de oxígeno es continuo, como también lo es el aporte de materia orgánica de la zona superior y su sedimentación, llegándose a crear condiciones anóxicas con la consecuente producción de metano, amoníaco, sulfuro de hidrógeno y anhídrido de carbono. El aporte continuo de restos vegetales y su consecuente sedimentación originan la colmatación de las zonas afectadas, que posteriormente pueden servir de sustrato sobre el que se desarrollarán vegetales superiores.

Tabla 12. Parámetros para medir eutrofización, los valores indican inicio de condiciones eutróficas

Parámetros	Valores de eutrofia inicial
Turbidez	3 m
Nitrógeno total	140 mg N/m ³
Fósforo total	15 mg P/m ³
Clorofila	5 mg/m ³
Número de algas	5.000 cls/ml

Por tanto en el desarrollo del proceso de eutrofización hay un cambio total del sistema afectado, generando problemas que van a restringir la posibilidad de utilización del agua.

La disposición incorrecta de las excretas propicia también el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos para los mismos animales, quienes a su vez, pueden transmitir enfermedades como peste porcina clásica, rotavirus, colibacilosis, parásitos gastrointestinales, salmonella, entre otros, y la proliferación de moscas que pueden actuar como vectores mecánicos y/o biológicos.

6.2.2 Efecto sobre el suelo

- **Problemática originada por la materia orgánica**

El suelo, con sus componentes abióticos y bióticos, constituye un ecosistema con características diferentes al medio acuático. El aspecto diferencial es que valores elevados de DBO, tan perjudicial en el medio acuático, no tiene valor negativo en el suelo, ya que el oxígeno escaso en el agua es abundante en la interfase suelo – atmósfera. Así pues, los daños originados por el esparcimiento de elevadas cargas orgánicas en este medio sería consecuencia de los productos liberados en su descomposición.

Los residuos de porcino, con elevada materia orgánica que se estima entre un 30 a un 50%, contienen compuestos que van a ser susceptibles de oxidación. Inicialmente se oxidarán los componentes carbonados dando lugar a anhídrido carbónico, hidrógeno y amoníaco y posteriormente los compuestos nitrogenados mediante el proceso de nitrificación, donde el amoníaco pasa a nitritos NO₂ y finalmente a nitratos NO₃. Estos procesos se llevarán a cabo por bacterias existentes en el suelo y en el agua. La estimación de la carga orgánica se realiza por medio de la demanda biológica de oxígeno (DBO), que indica la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos en un tiempo de cinco días de oxidación aeróbica, a una temperatura de 20° C para estabilizar la materia orgánica biológicamente degradable de las excretas.

Cuando el vertido de residuos se realiza en forma indiscriminada y continuada, la fracción sólida del estiércol ocasiona en primera instancia una acción mecánica, la cual consiste en una colmatación por taponamiento de los poros del suelo, disminuyendo la capacidad de drenaje del terreno. Posteriormente comienza una acción química en donde se presenta una degradación estructural del suelo, básicamente por acción del sodio (Na); finalmente y como consecuencia de la acumulación progresiva de los residuos, se genera una acción biológica consistente en el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos para los animales y el hombre. Con relación a la fracción líquida, su efecto no es tan



severo siempre y cuando se mantengan las condiciones de aerobiosis del terreno (concentración de oxígeno suficiente para que haya una autodepuración natural). Cuando la frecuencia de vertidos es elevada se puede generar un proceso de anaerobiosis (el oxígeno se agota completamente) y se impide la mineralización del nitrógeno. De otra parte, el exceso de nutrientes hace que las plantas absorban más de lo que pueden asimilar, presentándose una acumulación por ejemplo de nitratos, que puede generar problemas de intoxicaciones.

▪ Problemática originada por los nutrientes

La utilización del suelo como medio receptor de residuos animales tiene como objeto restituir al suelo materias nutritivas que son asimiladas por los cultivos y evitar la adición de abonos comerciales. Su utilización descontrolada altera el equilibrio del suelo, ya que no todos los nutrientes y elementos aportados son extraídos por los cultivos, permaneciendo inalteradas importantes cantidades de ellos. El comportamiento de estos excedentes es diferente dependiendo de sus características y de las del medio receptor.

El nitrógeno (N) aportado a los suelos con el estiércol de cerdo y mediante la fertilización mineral, puede ocasionar efectos tóxicos si su concentración es superior a 4 gr/kg. Un enriquecimiento progresivo de nitratos en los suelos produce efectos a largo plazo que afectan la producción y originan problemas fitotóxicos, de infertilidad de suelos y contaminación de aguas freáticas.

Los nitratos son bastante móviles en el suelo y si no se absorben por las plantas se lixivian con facilidad, incorporándose al agua del suelo y emigrando a capas profundas, por lo que contaminan las aguas subterráneas.

La presencia de nitratos en agua por encima de 50 mg NO₃/lt hace que no sea apta para su consumo. La ingestión de concentraciones elevadas de nitratos constituye un riesgo para los

mamíferos, ya que, bajo ciertas condiciones en el tracto gastrointestinal, pueden ser reducidos a nitritos que alteran el transporte de oxígeno en la sangre; también los nitritos están implicados en procesos cancerígenos.

El alto contenido de nitrógeno lleva a la formación de nitratos, los cuales al mezclarse con aguas para el consumo humano pueden dar a la formación de compuestos halometanos y organoclorados dándole mal gusto al agua y a concentraciones elevadas son tóxicos.

Los nitratos reaccionan con bacterias que se encuentran presentes en la boca de los animales y son transformados a nitritos. Los nitritos a su vez reaccionan con la hemoglobina para transformarla en metahemoglobina, con lo cual se imposibilita el transporte de oxígeno en la sangre. Esta situación puede presentarse a concentraciones de nitritos superiores a 40 – 50 ppm (mg/L).

De igual manera, los nitratos reaccionan con amins secundarias y terciarias en el estómago, formando nitrosaminas de reconocido efecto carcinogénico.

Los fosfatos tienen una reducida movilidad en el suelo y sus pérdidas con casi nulas. La capacidad de fijación depende del tipo de suelo, siendo los suelos limosos los que más la favorecen. Debido a la poca movilidad que tiene este compuesto en el suelo, el paso de fosfatos al agua se debe fundamentalmente a procesos de erosión superficial originados por aguas de escorrentía. El fósforo (P₂O₅) raramente puede llegar a provocar daños en los suelos y cultivos, salvo por efectos de competencia con otros elementos.

El potasio (K₂O) no suele ocasionar problemas en los suelos, salvo en caso de estar ocupados por praderas que sean pastadas por ganado bovino; en este caso pueden provocarse daños causados por la competencia entre el potasio y el magnesio, ocasionando un desequilibrio que interfiere en la salud de los bovinos.

6.2.3 Efecto sobre el aire

La problemática de compuestos volátiles originados por actividades ganaderas, con relevancia medio ambiental y susceptibles de alterar las características de la atmósfera, se centran principalmente en las emisiones de: amoníaco y metano.

- Amoníaco (NH_3): El amoníaco se volatiliza principalmente de la orina después de la descomposición de la urea por la enzima ureasa amonio; la urea es la fuente de aproximadamente el 85% del aminoácido que proviene de los alojamientos de los cerdos.

El amoníaco (NH_3) proviene del ión NH_4^+ . Las fuentes más importantes de génesis de esta molécula son las actividades agrarias, correspondiéndoles el 80.6% a residuos ganaderos y el 19.2% restante a los fertilizantes químicos. El sector industrial participa sólo con el 0.2%. La tendencia en la producción de amoníaco es, igual que con el metano, exponencial: en Europa desde 1950 se ha incrementado en un 50% las emisiones. El tiempo de residencia del NH_3 es de unos 10 días, ya que es altamente reactivo y se combina fácilmente dando lugar a aerosoles. Debido a que es el más alcalino de los gases atmosféricos, el amoníaco juega un papel importante en la química de la atmósfera.

La volatilización sucede cuando la concentración de amoníaco en la superficie es superior a la concentración de amoníaco en el aire. En caso contrario hay deposición.

El amoníaco es el más alcalino de los gases atmosféricos, lo cual le otorga un rol importante en la química atmosférica y en las deposiciones ácidas. Se combina fácilmente con compuestos ácidos (H_2SO_4 , HCl y HNO_3) presentes en la atmósfera dando lugar a aerosoles amoniacaes, forma que le permite recorrer grandes distancias.

Recientemente se ha demostrado que las deposiciones ácidas, por ejemplo, de sulfato amónico (NH_4) $_2$ SO_4 son potencialmente más acidificantes que un ácido fuerte. Las consecuencias de estas deposiciones son la acidificación y enriquecimiento de nitrógeno en el suelo. Las deposiciones de NH_4^+ son transformadas muy rápidamente en NO_3^- por nitrificación, lo cual conlleva la acidificación del suelo (puede bajar hasta un $\text{pH} = 4$). Como consecuencia, muchas especies vegetales, características de ecosistemas frágiles, pueden desaparecer.

- Metano (CH_4): Se produce principalmente por la descomposición bacteriana de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas. De los 500 millones de toneladas anuales liberados actualmente a la atmósfera, el 70% es imputable a la actividad humana y principalmente a la agricultura y a la ganadería. El tiempo de residencia en la atmósfera del metano es de unos 10 años. La evolución de los niveles de este gas en la atmósfera ha sufrido un incremento exponencial en los últimos años: así, del último periodo glaciario (ahora hace 15.000 años) hasta la revolución industrial, las concentraciones de CH_4 se han duplicado. Desde los últimos 100 años, se ha vuelto a repetir este mismo incremento. Si tenemos en cuenta que el ritmo de crecimiento anual en la atmósfera es aproximadamente del 1.1%, se prevé, que en menos de un siglo, se doblará otra vez su nivel. El CH_4 expelido a la atmósfera no se acumula: una parte es reabsorbido por el suelo y la otra, de gran importancia, es oxidada en el aire. La destrucción del metano por las bacterias metanotróficas del suelo no es nada despreciable (del orden de 15 a 30 millones de toneladas anuales), disminuye al aumentar la humedad y la concentración nitrogenada del suelo.

Efecto ecológico. El metano interviene en diversos aspectos y reacciones de gran importancia para la atmósfera: en la

troposfera, participa en el calentamiento de la tierra y puede aumentar la concentración de ozono; por el contrario, en la estratosfera contribuye a la destrucción de la capa de ozono.

Tanto el CO₂ como el CH₄, son gases que absorben las radiaciones infrarrojas que proceden de la superficie de la tierra, formando una especie de capa que no permite que el calor se elimine hacia el espacio, dando lugar al conocido efecto invernadero. El metano se oxida en la atmósfera dando lugar a monóxido de carbono (CO) que, mediante nueva oxidación, pasará a dióxido de carbono (CO₂). Por lo tanto, la contribución del metano al efecto invernadero es doble: directamente, por absorber las radiaciones infrarrojas; indirectamente, al transformarse en CO₂.

En una de las reacciones de la compleja oxidación del metano, puede formarse ozono (O₃), potente microbicida. La síntesis del ozono sólo ocurre bajo condiciones de gran polución ambiental, como en áreas industriales o urbanas. Ahora bien, si la atmósfera donde sucede la transformación está relativamente limpia, el metano no produce ozono, sino que lo destruye, permitiendo así una mejora substancial de la calidad ambiental y aumentando la capacidad de autolimpieza de la atmósfera.

En la estratosfera, donde se localiza la dañada capa de ozono, necesaria para evitar el paso de ciertas radiaciones solares perjudiciales para la vida (0,20 a 0,29 μ m), la presencia de metano es importante porque genera un ciclo catalítico de destrucción del ozono.

- Dióxido de Carbono (CO₂): Es un gas formado por la combustión de materia orgánica. Las principales fuentes antropogénicas de emisión a la atmósfera son la combustión de carburantes fósiles y los incendios forestales. Las actividades

humanas generan anualmente unos 5.500 millones de toneladas. Su tiempo de permanencia en la atmósfera es de 100 años y desde el comienzo del período preindustrial ha aumentado un 25%, nivel nunca conseguido en los últimos 160.000 años.

La producción de CO₂ en ganadería deriva, principalmente, de la respiración animal y de los subproductos de su metabolismo. Su contribución a tal aumento es menos apreciable.

- Otro contaminante del aire es el polvo orgánico. Este tipo de problemas se agravan después de realizar operaciones en las que hay contacto con polvo, como clasificación y reubicación de animales y va a depender en gran medida del tipo de ventilación de la granja y las prácticas de manejo (periodos de limpieza y manejo).

Un factor a tener en cuenta con relación a la incidencia de la calidad del aire en la unidad de explotación, no sólo es el efecto sobre los trabajadores, sino también sobre los animales, los cuales al estar en ambientes contaminados con un manejo inadecuado de los residuos, disminuyen su productividad.

Dentro de la contaminación del aire, se deben considerar también como tema particular las sustancias que generan olor. Los elementos que generan olor, en una unidad de producción animal, son en general:

- Ácidos Orgánicos Volátiles (AOV)
- Alcoholes
- Aldehídos
- Compuestos nitrogenados
- Carbonilos
- Esteres
- Aminas
- Mercaptanos
- Sulfuros

Los olores derivan principalmente de los procesos de degradación biológica de las sustancias contenidas en los excrementos. Si las condiciones en que se realizan estas transformaciones son anaeróbicas, más desagradables al olfato resultan los compuestos volátiles generados. Los gases producidos por estas reacciones son muy diversos en cuanto a la familia química (hay orgánicos e inorgánicos) y a la cantidad formada. El olor será consecuencia de la mezcla de todos ellos y en aquella proporción específica. La variación en la composición o en la relación volumétrica puede alterar definitivamente la característica odorífera.

Así, la individualización química de los principales compuestos volátiles responsables no es suficiente para dar una información fiable sobre el efecto olfativo de la combinación. Pero hay ciertos gases normalmente presentes en la mezcla. Uno de ellos es el amoníaco y el otro es el sulfuro de hidrógeno (H_2S), de conocidas propiedades aromáticas.

6.4 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS

En esta matriz se indican las medidas más importantes para cada potencial efecto ambiental en las diferentes etapas de una granja porcícola.

VER CUADRO SIGUIENTE

6.4.1 Etapa de construcción

Actividad	Recurso	Efecto ambiental	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Movimiento de tierra y excavaciones	Agua	Arrastre de material particulado y materia orgánica a fuentes hídricas superficiales	Construcción de drenajes, obra de manejo de aguas: canales, cunetas entre otros.	Disposición adecuada del material orgánico en sitios no cercanos a fuentes hídricas, o a colectores naturales o artificiales de aguas lluvias con el fin de evitar pérdida de material y arrastre de partículas.	
	Suelo	Remoción de suelos Presencia de suelos desprotegidos Incremento de procesos erosivos. Inestabilidad de talúdes	No disponer material sobrante del descapote y excavaciones sobre laderas. Los movimientos de tierra que acarrea la excavación se deberán limitar al mínimo indispensable.	Uso del material orgánico del descapote en recuperación de suelos, protección de taludes, estacas para cespedones y otras actividades. En las actividades de revegetalización y de protección de taludes se propenderá por el uso de fibras naturales de acuerdo a la Resolución No. 1083 de Octubre 4/96 expedida por el Ministerio del Medio Ambiente.	Siembra de especies arbóreas en sitios donde se detecten procesos erosivos.
	Aire	Emisión de material particulado	Limitar al mínimo posible los movimientos de tierra		
	Social	Conflicto por uso del suelo	Localizar granjas en zonas aptas para ello de acuerdo al POT.		

Guía Ambiental para el Subsector Porcícola

6.4.1 Etapa de construcción (Continuación)

Actividad	Recurso	Efecto ambiental	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Edificación y equipamiento	Agua	Generación de lixiviados. Contaminación de cuerpos de agua con material sólido procedente de la construcción.	Disposición de residuos de la construcción en zonas adecuadas para ello, lejos de fuentes hídricas.	Seleccionar los sitios adecuados para el almacenamiento o acopio temporal de los residuos generados dentro de la construcción. El sitio de acopio temporal de los residuos sólidos ordinarios debe ser protegido de la acción de la lluvia.	
	Suelo	Generación de residuos sólidos Contaminación visual Obstrucción de cunetas, alcantarillas, etc.	Impedir que cementos, limos, arcillas o concreto fresco sobrante o mal transportado se depositen en lugares inadecuados.	Construcción de drenajes, obras de manejo de aguas: canales, cunetas, entre otros. Clasificación de los residuos sólidos y material sobrante en la obra para facilitar su transporte y disposición final.	
	Aire	Emisión de material particulado.	Limitar al mínimo posible el movimiento de materiales de la construcción.	El sitio de acopio temporal de los residuos sólidos ordinarios debe ser protegido de la acción del viento.	
	Social	Conflicto por uso del suelo	Localizar las granjas en zonas aptas para ello de acuerdo al POT.		

Guía Ambiental para el Subsector Porcícola

6.4.2 Etapa de funcionamiento

Actividad	Recurso	Efecto ambiental	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Cria, levante y ceba	Agua	Contaminación de aguas por materia orgánica y nutrientes.	Mantener una franja de protección a los cuerpos de agua con capa vegetal para la disposición de materia orgánica. Separación de aguas lluvias y aguas residuales.	Realizar análisis de agua 1 vez por año	
	Suelo	Colmatación por taponamiento de los poros del suelo, disminuyendo la capacidad de drenaje del terreno. Desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos para los animales y el hombre por acumulación progresiva de residuos. Contaminación por residuos sólidos: jeringas, agujas, biológicos, cartones, vidrios, empaques. Por cadáveres, fetos, placentas o sus lixiviados en aguas freáticas.	Instaurar un programa de fertilización. Realizar rellenos sanitarios. Disponer residuos sólidos en servicios de aseo municipales. Disponer los cadáveres en fosas de compostación o enterrarlos técnicamente.	Realizar análisis de suelo 1 vez cada dos años.	
	Aire	Producción de metano, amoníaco, polvo orgánico.	Aseo y limpieza estrictos al interior de las instalaciones.	Evacuar tanques de almacenamiento y tanques de sedimentación con intervalos no mayores a tres días.	
	Social	Generación de olores.	Aseo y limpieza estrictos al interior de las instalaciones. Utilizar mangueras, cañones o aspersores de baja presión localizados lo más cercano al suelo.	Implementar biodigestores	Presencia de barreras vivas para provocar disturbio en las corrientes de aire

6.5 EL SUELO Y LOS APORTES ORGÁNICOS

6.5.1 Concepto de lo orgánico

Se asocia “lo orgánico” con los compuestos químicos con base en carbono, o lo que es parecido, se establece que la química orgánica es la química del carbono.

6.5.2 Los aportes orgánicos

La materia orgánica del suelo (M.O.S.) está compuesta por los residuos vegetales y animales en proceso de descomposición, por el humus o fracción relativamente estabilizada y resistente a la descomposición y por la biota que se renueva con intensidad variable. El humus es la fracción dominante dentro de la M.O.S. por lo que se considera casi equivalente a la M.O.S.

El suelo

El suelo es la parte superior de la corteza terrestre, con capacidad de soportar la vida vegetal si las condiciones del clima lo permiten. Es el producto de la interacción entre el material mineral de origen, llamado material parenteral y los agentes transformadores como el clima, la vegetación, los otros seres vivos y el relieve que actúan a través del factor tiempo.

Además, de la función del suelo como productor de alimentos, farmacéuticos y textiles que proporcionan los vegetales y animales de explotación agropecuaria, el suelo también cumple una función de carácter ambiental:

1. El suelo es un pozo depósito. Ante la eventualidad de que la teoría del calentamiento global resulte cierta, hay que pasar el carbono atmosférico (CO₂) al suelo, vía fotosíntesis.
2. El suelo, con adecuados niveles de materia orgánica, en estrecha relación con la vegetación, regula el ciclo hidrológico evitando que el excedente de las lluvias llegue en forma caudalosa y dañina a las zonas bajas de las cuencas hidrográficas, y permitiendo un caudal adecuado de los ríos en períodos de nulas o escasas lluvias.
3. La vegetación que crece en suelos que pueden almacenar agua tiene un efecto dispersante de la energía solar.

Destino de los residuos orgánicos

El destino final de los residuos orgánicos debería ser el suelo. Como cuerpo natural, el suelo está capacitado como pozo depósito para recibir y transformar los diversos residuos orgánicos, gestionados o no.

Con ello, se entierra el carbono (papel ambientalista), se mejora el suelo en sus propiedades físicas, químicas y biológicas (papel productivo y ambientalista de regulación hídrica) y se elimina un agente contaminante de suelos y aguas (papel ambientalista).

Un destino inadecuado es la incineración. De esa forma se desperdicia un recurso que merece mejor uso y se le convierte en CO₂ atmosférico, que ayudando como gas al efecto invernadero podría estar colaborando al calentamiento del planeta Tierra.

Algunos estiércoles (porquinaza, gallinaza) se convierten en alimento para animales, como peces y vacunos. Otros, con alguna

habilitación llegan a constituirse en sustratos para el cultivo de hongos.

Cuando un residuo orgánico llega al suelo y no hay cultivos, la restricción principal para ese destino es la liberación de lixiviados con carga orgánica y mineral hacia las aguas subterráneas y superficiales.

Restricciones para uso agrícola

Los residuos orgánicos sólidos cuando están frescos, vale decir, recién salidos de cualquier proceso productivo, tienen alguna o algunas de las restricciones que se puntualizan a continuación, para su adecuado y seguro uso en agricultura.

1. Presencia de fitotóxicas. Se refiere a moléculas orgánicas como fenoles, ácidos grasos volátiles, óxido de etileno, que de diversa forma afectan negativamente el desarrollo vegetal. También tienen efecto fitotóxico las sales, el sodio, el aluminio, el manganeso, el amonio y los metales pesados.

No todos los residuos orgánicos dan lugar a la liberación de fitotóxicas, ni todos los cultivos son sensibles a las mismas, pero se parte del supuesto de que se pueden presentar.

2. Calor latente. Si el residuo no ha pasado por la etapa de la descomposición inicial que consume las biomoléculas de energía rápida principalmente, no se ha liberado el calor correspondiente y éste puede hacer daño directo a las raíces de las plantas, si se coloca cerca de ellas.
3. Elementos sanitarios. Patógenos de distinto orden que afectan al hombre, a los animales o a las plantas, pueden estar presentes en los

residuos, por lo que se convierten en una restricción sanitaria importante.

4. Pobreza en nitrógeno. Esta restricción se manifiesta en relaciones C/N muy altas, que traen como consecuencia una captura inoportuna del N presente en la solución del suelo y el consecuente desabastecimiento de tal nutriente para las plantas.
5. Tamaño. Para el ataque microbioal se requiere una alta superficie específica que no se logra si el residuo tiene tamaños inadecuados.
6. Sales. Algunos residuos, antes o después de la descomposición, liberan sales en cantidades lesivas a los cultivos, llevando a daño serio de la marcha metabólica de los cultivos.
7. Elementos pesados. Algunos residuos pueden tener concentraciones muy altas en metales pesados como el Cd, Pb, Hg, Zn, lo que llevaría la contaminación de los suelos y a su traslado en las cadenas tróficas, hasta llegar a los alimentos que consume el hombre.
8. Semillas de malezas. Algunas arvenses son muy agresivas, por lo que no convendría que llegasen con los residuos orgánicos a lotes de cultivo que no las tienen.
9. Pobreza en nutrientes.
10. Humedad. Los materiales muy húmedos, son de difícil manejo y alto costo de transporte.

La aplicación de pequeñas cantidades de residuos frescos, normalmente no conlleva a la presentación de problemas. Por el contrario, favorecen las poblaciones microbiales del suelo, y algunas especies microbiales con sus exudados dan lugar a la

unión de las partículas del suelo para una agregación temporal de ellas, en lo que se denomina bioestructura.

6.5.3 Actuación de los abonos solubles de síntesis

Los abonos solubles de síntesis (abonos químicos), tienen dos aspectos diferentes, en cuanto a su acción sobre el ciclaje del C y de los nutrientes.

De una parte, llevan muy a menudo a un mejoramiento de la productividad de la fitomasa y por ende a un aumento temporal de la disponibilidad de nutrientes.

Pero de otra parte, su solubilidad, que representa grandes ventajas para su gestión de corto plazo sobre los cultivos, permite un bajo aprovechamiento de los nutrientes, los cuales o se fijan a los coloides del suelo - arcilla y humus - o se lixivian. El lixiviado o lavado de nutrientes no sólo representa una pérdida económica, sino también un factor de contaminación de las aguas subterráneas, las cuales pueden incluso alcanzar niveles de eutrofización. En el caso del empleo de la urea, las consecuencias son más dramáticas: una altísima solubilidad (una parte del producto por cada volumen de agua a 17°C) que representa grandes posibilidades de lixiviación y su poder deshumificador y desbasificador.

Finalmente, los abonos de síntesis sólo involucran uno o tres nutrientes esenciales, dejando por fuera a los otros esenciales y a los no esenciales; ello puede ocasionar desbalances nutricionales.

Uso eficiente de los fertilizantes

Los fertilizantes son tal vez el arma más eficiente y rápida para la obtención de una mayor productividad de las áreas agrícolas del país

Existen, sin embargo, una serie de factores que afectan la eficiencia de los fertilizantes, los cuales desafortunadamente no se pueden detectar con un análisis de suelos.

La fertilización y el enclavamiento de los suelos basados en su análisis, deben estar acompañados por: 1) uso de buenas semillas, 2) preparación oportuna y adecuada del suelo, 3) adecuada población de plantas, 4) agua suficiente, 5) control efectivo de malezas, 6) control correcto de insectos y enfermedades, y 7) uso de variedades adecuadas.

Si se descuida uno o más de estos factores, la eficiencia de la aplicación de los fertilizantes disminuye y a veces no se justifica hacer su aplicación en las cantidades recomendadas.

En cualquier programa de fertilización se debe considerar que los nutrimentos vana alimentar el vegetal y no al suelo. Por tanto, os fertilizantes se deben colocar donde mejor pueden ser utilizados por las plantas. Las formas de aplicación dependerán, a la vez, de la movilidad del abono en el suelo, de la disposición del sistema radical y de la naturaleza del abono utilizado. En términos generales, para cultivos de sistema radical poco extenso se aconseja colocar el fertilizante lo más cerca posible a la semilla, dentro de los límites permitidos.

1. Fertilización nitrogenada. Los fertilizantes nitrogenados, plantean al agricultor problemas más difíciles, ya que el nitrógeno (N) mineral es muy móvil en el suelo y, por tal razón, no se puede almacenar por un periodo largo sin arriesgarse al verlo desaparecer por lixiviación, sobre todo si se utilizan las fuentes nítricas.

Su movilidad y demanda en tiempo oportuno, justifican qu el nitrógeno se aplique a cada cultivo según sus necesidades.

La economía del nitrógeno en el suelo está regida por múltiples acciones microbianas, sometidas a las condiciones del suelo y a los

azares del clima que frecuentemente actúan en sentido opuesto.

En términos comunes, el problema principal consiste en lograr un sincronismo entre la liberación de nitrógeno del suelo y las necesidades de la planta. Lo que interesa es aportar una dosis de nitrógeno suficiente en la época en que más convenga, y situar el abono e las condiciones que aseguren su máxima eficiencia.

2. Fertilización fosfórica. El fósforo (P), es un elemento de muy poca movilidad en el suelo, por lo cual debe clorarse en la zona de desarrollo radical. Las aplicaciones superficiales después de la siembra, son de poco valor para cultivos en hileras o surcos. Sin embargo, este sistema puede dar resultados satisfactorios en la fertilización de cosechas forrajeras. La aplicación al voleo en potreros ya establecidos es posible porque parte del fósforo puede ser absorbido por las coronas de las plantas, así como por las raíces superficiales, aunque se deben tener ciertas precauciones para no producir efectos negativos con aplicaciones de dosis altas.

3. Fertilización potásica. El potasio (K) es mucho menos móvil en el suelo que el Nitrógeno (N), pero más móvil que el Fósforo (P). En general, no conviene colocar el fertilizante en contacto con la semilla. El mejor método es en banda, al lado y debajo de la semilla.

6.5.4 Actuación de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos tienen un perfil de acción bastante diferente al de los solubles de síntesis. Un primer aspecto es el de la lenta liberación de los nutrientes almacenados, los cuales a excepción del K pasan a la solución del suelo, a medida que el proceso de descomposición del abono avanza con el tiempo. Tienen todo el conjunto de los elementos esenciales y gran parte de los no esenciales y por esto puede decirse que

son completos y no ocasionan a menudo desbalances en el suelo.

Los estiércoles con 1.6 a 2.2% de N, parecen descomponerse a una tasa de 40 – 50% en el año siguiente a la aplicación, 10 – 20% en el segundo y el 5% en el tercero. De esta situación escapa el potasio, el cual está en una altísima disponibilidad y con poca reserva del futuro.

En un abono orgánico los nutrientes se encuentran en varias fracciones: la más importante que es reserva del futuro es el material orgánico sin humificar, luego están las formas húmicas (humina, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos) los carbonatos, bicarbonatos y otras formas solubles en ácidos, el complejo de cambio y las formas hidrosolubles y ácido solubles.

Una de las debilidades de los abonos orgánicos, es su bajo perfil para competir con los solubles en las altas producciones que corresponden con tecnologías muy avanzadas pero muy costosas, por lo menos en lo que tiene que ver con los abonos orgánicos clásicos: estiércoles y compost.

Su gran fortaleza, además de ser completo y de lenta liberación, se fundamenta en el conjunto orgánico que trae:

- Materia orgánica disponible para la descomposición, que es fuente de nutrientes y energía para la vida del suelo.
- Como consecuencia de la actividad microbiológica se origina la bioestructura (estructura temporal).
- Las sustancias pre-húmicas y “like” húmicas que se van formando tienen acciones definidas:
 - Los ácidos fúlvicos intervienen en la evolución de la fracción mineral y tienen acción directa sobre las raíces.
 - Los ácidos húmicos favorecen la estructuración de largo plazo del suelo.

- Hay moléculas orgánicas de acción fitohormonal.
- Se mejora la permeabilidad de membranas de los vegetales.
- El conjunto de las sustancias húmicas tiene un efecto rizogénico: favorece la elongación de raíces.
- Tiene efecto de enmienda: regula algunas propiedades como pH y detoxifican de aluminio, metales pesados y otros.

Erróneamente se llega a creer que el abonamiento orgánico puede modificar notablemente el contenido de materia orgánica del suelo, y restituir las pérdidas ocurridas en años anteriores.

Aproximadamente un 5 a 35% del carbono de los abonos orgánicos llega, a través de procesos largos de descomposición a convertirse en carbono húmico, lo cual es un enriquecimiento. Sin embargo, se debe destacar que este aporte es reducido en comparación con el total del carbono orgánico del suelo.

6.6 FERTILIZACION

Los estiércoles están formados por una serie de compuestos de gran interés agronómico como son: nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica, magnesio y calcio.

Someter las deyecciones ganaderas a procesos de depuración es técnicamente posible pero económicamente inviable.

Someter las mismas deyecciones a procesos de reciclado es técnicamente posible, agronómica y económicamente aconsejable, pero precisa del establecimiento de la adecuada metodología en la que intervienen tres factores: Estiércol, suelo y cultivo.

En cuanto al primero, ya se ha señalado su poder fertilizante y a la vez contaminante en caso de realizar un mal manejo.

En cuanto al suelo, constituye, bien utilizados, una impresionante estación depuradora capaz de transformar y estabilizar ingentes cantidades de materia orgánica, a través de la acción conjunta del soporte físico que representa y la actividad biológica que en él se desarrolla.

El suelo constituye un formidable filtro, capaz de retener las materias que acompañan a las deyecciones, asimismo, el suelo, como medio poroso, puede retener en función de sus características, importantes reservas de agua y lógicamente importantes reservas de aire u oxígeno, los cuales son necesarios para el desarrollo de poblaciones microbiológicas aerobias que transformarán las materias primas brutas aportadas por las deyecciones, en materias elaboradas y estabilizadas, útiles para los cultivos.

Por último los cultivos, extraen los elementos nutritivos elaborados completando así el ciclo de reciclado, de otra forma se provocaría una acumulación de unidades nutritivas en los suelos que generaría toxicidad de los mismos sobre los suelos.

La aplicación del estiércol líquido al suelo es un método de disposición cómodo y de bajo costo que también puede beneficiar al suelo a través del reciclado de nutrientes esenciales. El estiércol animal es benéfico para los suelos debido a que los organismos del suelo descomponen la materia orgánica que, a su turno, puede aumentar la capa arable, la aireación y la fertilidad, incrementar la capacidad de retención de agua y potencialmente reducir la erosión por viento y agua. La aplicación adecuada de estiércol a las tierras puede sostener una producción intensiva de cosechas sin depender de adiciones significativas de fertilizantes externos. El reciclado del estiércol es lo más sensato, ya que los nutrientes son regresados en los ciclos ecológicos naturales de transformación de nutrientes, resultando en una disposición final. Los ciclos ecológicos naturales y los sistemas suelo y aguas, sin embargo, tienen límites de procesos que deben

ser reconocidos y adecuados. De otra manera, la tierra a la que se aplica el estiércol puede concentrar nutrientes que pueden degradar el suelo y la calidad del agua, amenazando la salud y el bienestar de la población, y destruir la sostenibilidad económica de los sistemas de producción de alimentos.

En términos generales las principales ventajas de la aplicación de estiércol al suelo son:

- Mejoramiento de las condiciones físicas del suelo.
- Aumento de la capacidad del suelo para retener humedad.
- Mejoramiento de la aireación del suelo.
- Mejoramiento de la composición química del suelo, originando una liberación lenta del N, P y K.
- Servir como fuente de N y otros elementos nutritivos a las plantas.
- Ayudar a volver asimilables los minerales insolubles.
- Absorber los fertilizantes inorgánicos solubles, reteniéndolos e impidiendo que se pierdan por lavado.
- Servir de alimento a bacterias y hongos.

La situación actual está caracterizada por una serie de paradojas. Mientras se plantean sistemas de manejo y tratamiento local, que eliminan en un alto grado el nitrógeno contenido en los estiércoles, con el consumo energético correspondiente, en Colombia se importan del orden de 886.900 toneladas de fertilizantes nitrogenados o que contienen nitrógeno al año (2.000), con un costo de aproximadamente 275.981 millones de pesos (precio CIF). El consumo energético para su producción se encuentra entre 37 y 130 MJ, según el método utilizado, por cada kg de nitrógeno fijado de la atmósfera y convertido en abono nitrogenado, y una media de 14 MJ por cada kg de fósforo. Mientras que el uso del estiércol como fertilizante y enmiendas se plantea como la solución idónea para el reciclado de los nutrientes, paralelamente no se plantea la

substitución correspondiente de fertilizantes minerales clásicos.

6.6.1 Elaboración de un plan de fertilización con porquinaza

Como se ha dicho, el estiércol de cerdo puede ser una excelente fuente de nutrientes para la producción de alimentos. Los productores deben desarrollar un plan de manejo de los nutrientes del estiércol que, primero, maximice el uso de nutrientes del estiércol y sólo entonces, suplementar con fertilizantes comerciales si son necesarios nutrientes adicionales para el cultivo.

Un plan de fertilización por consiguiente debe incluir:

- Conocimiento del contenido de nutrientes fertilizantes en la porquinaza producida en la explotación porcina.
- Un programa de análisis de suelos.
- Mantenimiento de registros exactos de los lotes estercolados y las tasas de aplicación utilizadas.
- Suficiente capacidad de almacenamiento para aplicaciones oportunas.
- Disponibilidad de tierras para la aplicación de la porquinaza.
- Aplicación que corresponda a las necesidades de nutrientes que son determinadas por los potenciales de producción reales.

Para las condiciones nuestras, la recomendación general es que la dosificación de materiales orgánicos tenga como base el aporte de nitrógeno que hace el material. Esto, ya que en términos generales es el nutriente de mayor demanda por los cultivos y es el elemento que más se cuestiona por su potencial contaminación de aguas subterráneas y superficiales.

En términos generales, el procedimiento para calcular la fertilización con excretas porcinas incluye los siguientes pasos:

- A partir del inventario de población porcina y de la caracterización de sus excretas, se calculan las cantidades diaria y anual de nitrógeno producido en la porquinaza (también puede calcularse la cantidad de nitrógeno presente en cada unidad de volumen de la porquinaza, por ejemplo por metro cúbico y la cantidad de unidades de volumen producidas; esto es especialmente importante cuando es necesario almacenar por varias semanas o meses el estiércol antes de aplicarlo al campo o cuando es necesario someter la porquinaza a tratamiento para reducir su contenido de nitrógeno cuando no se cuenta con tierra de cultivo suficiente.
- Conocimiento de las necesidades de nitrógeno que tiene el cultivo al año por unidad de superficie. Se parte de la recomendación de fertilización nitrogenada para cada cosecha o pastoreo.
- Al dividir la cantidad de nitrógeno que se produce por las necesidades del cultivo (por unidad de superficie), se obtiene la superficie de cultivo que es posible fertilizar con la porquinaza. Igualmente, al dividir las necesidades de nitrógeno (por unidad de superficie) por la cantidad de nitrógeno presente en cada unidad de volumen de porquinaza, se obtiene el número de unidades de porquinaza que se deben aplicar anualmente por cada unidad de superficie de cultivo.
- A partir de la cantidad de nitrógeno que se debe aplicar por cada unidad de superficie y de la cantidad de nitrógeno que se produce en cada día, se calcula la superficie de cultivo que se puede fertilizar con la porquinaza producida cada día.

Cualquier cantidad adicional de nitrógeno será desperdiciada y puede perderse como contaminante.

Como parte del nitrógeno presente en la porquinaza está en forma orgánica, la totalidad del nitrógeno de la porquinaza no estará inmediatamente disponible para los cultivos. Este cálculo del nitrógeno residual es mucho más importante en lotes donde se tiene rotación de

cultivos; ya que cada cosecha consecutiva recibirá una dosis diferente de porquinaza. No obstante, cuando se trata de praderas permanentes, los lotes recibirán recurrentemente la misma dosis de fertilización y por lo tanto, a partir del segundo año es posible trabajar con base en el nitrógeno total. Ahora bien, al iniciar la aplicación de porquinaza por primera vez a un lote, podría ser importante tener en cuenta el nitrógeno disponible; de lo contrario, al arrancar el cultivo podría ser subdosificado en nitrógeno.

El cálculo del nitrógeno disponible y del nitrógeno residual incluye los siguientes elementos:

- El 40% del nitrógeno presente en la porquinaza es orgánico, el cual tiene una disponibilidad del 40%. El 60% restante es nitrógeno amoniacal con una disponibilidad del 100%.
- El nitrógeno orgánico que no es inmediatamente disponible al momento de la aplicación se hará disponible dentro del primer año de aplicación.

6.7 SEPARACIÓN DE SÓLIDOS

La separación sólido – líquido ha sido usada en una forma u otra en las granjas porcícolas por cerca de 30 años. Debido a que el estiércol se separa en una fracción líquida y una sólida, se requieren equipos para ambas situaciones. Los sistemas mecánicos pueden remover 25% o más de los sólidos mientras otros sistemas que utilizan la gravedad pueden remover más del 50%.

Métodos de separación

- Tornillo de presión, rodillo de presión, cinta de presión
- Tamiz inclinado
- Tamiz vibratorio
- Centrífuga
- Gravedad
- Floculantes

Características de los separadores mecánicos de sólidos líquidos

- Puede remover mas del 30% de los sólidos totales.
- Remueve más del 25% de materia orgánica biodegradable.
- Los sólidos separados son más estables (menos olor) que el estiércol líquido durante el almacenamiento y la aplicación al terreno.
- El sistema mecánico requiere mantenimiento.

Características de la separación sólido – líquido por gravedad

- Muchos sólidos del estiércol de cerdo sedimentan en tiempos de 10 a 15 minutos, pero alguna sedimentación continua por horas.
- Mas del 30% de los sólidos pueden ser removidos.
- Generalmente son menos costosos que la generación mecánica.
- Los sólidos son más húmedos y menos estables que los sólidos separados mecánicamente.
- Debe existir un fondo en pavimento para el tanque facilitando la remoción por medio de un cargador.

En el manejo correcto de la porquinaza líquida, la separación sólidos y líquidos no es un proceso obligatorio. El poricultor debe tener muy claro sus objetivos cuando toma la decisión de separar sólidos.

De otro lado, debe tenerse muy claro que el contenido de humedad de la fracción sólida producto de la separación es una variable importante. No debe confundirse material sólido con materia seca. Fracciones sólidas con contenidos de materia seca inferiores al 30% (humedad superior al 70%) son de manejo muy difícil y generalmente es necesario someterlas a un proceso de secado antes de poder manipularlas propiamente como sólidos, siendo

el control de moscas y lixiviados, entre otros, mucho más exigentes.

Las siguientes son las situaciones más comunes en las cuales podría ser aconsejable la separación de sólidos:

- Dificultad en el manejo de la porquinaza líquida tal como se produce;
- Insuficiente área de cultivos con respecto a la cantidad de fertilizante producido;
- Aplicación a cultivos emergentes;
- Disminución en el tamaño de los sistemas de almacenamiento y tratamiento;
- Obtención de un material sólido de alto valor.

Al someter la porquinaza líquida tal como se produce a la separación de sólidos, se obtiene una nueva fracción líquida que es más fácil de bombear, especialmente cuando se trata de distancias y diferencias de altura de consideración, reduciendo el taponamiento de tuberías. Si bien esto puede significar por un lado un ahorro energético o en costos, por otro lado se incrementan los costos o gasto energético en el manejo de la fracción sólida.

En algunas situaciones y para determinado tipo de bombas, la carencia de energía trifásica en la zona exige la separación de sólidos para que las bombas estén en capacidad de impulsar la excreta.

La separación de sólidos remueve aproximadamente el 25% de los nutrientes presentes en la porquinaza. En esta medida, la cantidad de tierra de cultivo que es posible fertilizar con la excreta de una explotación dada se reduce en la misma proporción.

La capacidad de remoción de sólidos de los sistemas más comúnmente utilizados en la industria porcina varía entre el 15 y el 40%. En algunas situaciones, utilizando separadores con base en gravedad y largos tiempos de retención, se obtienen estas cifras altas de remoción, pero a costa de obtener un material sólido con humedad muy alta, mayor generación de olores y difícil

manejo. Remociones por encima del 35% incrementan las exigencias en equipos y su manejo.

La remoción de DBO derivada de la separación de sólidos dependerá de cada sistema de separación y más aún, del manejo dado a cada uno de los sistemas. Muy difícilmente se obtendrán remociones superiores al 35% siendo el 20% una cifra media.

El material sólido producto de la separación puede tener uso en la alimentación de rumiantes o mercadeárselas ya sea seca o procesada para utilizarla como abono o enmienda en suelos.

6.7.1 Sistemas de separación de sólidos

Es necesario tener en cuenta que las aguas efluentes de la explotación agropecuaria tienen características muy diferentes a las aguas residuales domésticas y a las aguas residuales de la industria manufacturera, etc., por ello, los sistemas desarrollados para estas aguas residuales no siempre son adecuados para las explotaciones agropecuarias.

La separación de sólidos puede hacerse mediante procesos biológicos, químicos o mecánicos. En efluentes pecuarios generalmente se utilizan procesos mecánicos tales como: tanques de sedimentación, separadores de malla inclinada estática, mallas vibradoras, separadores con base en la fuerza centrífuga, malla circular rotativa, correa plana, etc.

a. Separación con base en la gravedad

Dentro de estos sistemas se pueden mencionar las instalaciones diseñadas con el mismo principio de los lavaderos de café (caños largos y estrechos), la secuencia de tanques (comúnmente unidos por tubos en U invertida para eliminar el paso de material flotante de un tanque al siguiente).

Generalmente el material sale con un contenido de humedad superior al 80% que se descarga a una terraza, patio o lecho de secado para que por evaporación y drenado se reduzca la humedad a un nivel que permita su manejo como sólido.

En todos estos sistemas, el tiempo de retención hidráulica y la velocidad de paso son algunas de las variables que más determinan la capacidad de remoción de sólidos. Es decir, mientras más tiempo permanezca la porquinaza en el separador y menor sea la velocidad al pasar por él, mayor será la remoción.

La capacidad del sedimentador debe calcularse teniendo en cuenta los mayores caudales que se dan durante el día (aseos, vaciado de fosas, accionamiento de tanques de vaciado, flush tank, etc.).

Mediante un tanque de sedimentación con tiempo de retención superior a los 5 días es posible remover una cifra cercana al 40% de los sólidos. En este caso podría generarse un problema de olores por la fermentación anaeróbica que se produce durante este tiempo en el tanque.

b. Separadores de criba inclinada estacionaria

En estos separadores, la malla o criba generalmente está formada por varillas trefiladas de borde redondeado colocadas horizontalmente (transversal a la dirección del flujo). La porquinaza cae en la parte superior de la malla y la fracción líquida pasa a través de la malla debido a su momento de flujo y a la tensión superficial, mientras que los sólidos ruedan por la superficie de la malla hasta el fin de ésta.

Comúnmente a estos separadores se les adiciona un tornillo o transportador sin fin en el extremo inferior donde cae la fracción sólida, para hacerla pasar por una apertura de sección restringida, logrando un exprimido adicional, que mejora la presentación del sólido al disminuir su humedad. La capacidad de remover sólidos de este tipo de separadores oscila entre el 15 y el 30%, con una

capacidad de un minuto por cada 10 animales día.

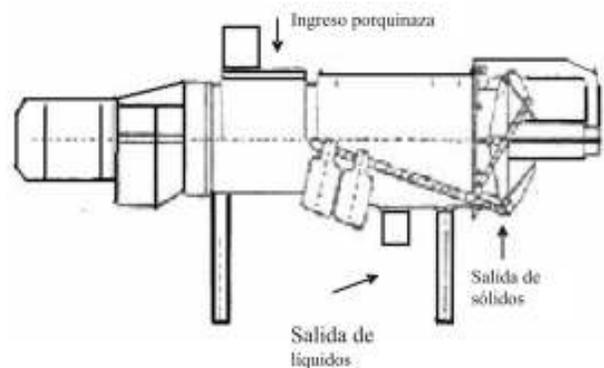
c. Prensa de tornillo

- Este sistema permite obtener un sólido separado con 30 – 40% de materia seca (70 – 60% de humedad).
- Este tipo de prensas se les puede adicionar un sistema de vibración que mejora la eficiencia de separación.
- Es costoso.
- Su capacidad de remoción de sólidos oscila entre el 35 y 50%.
- Requiere un tiempo de operación de un minuto por cada 15 animales.

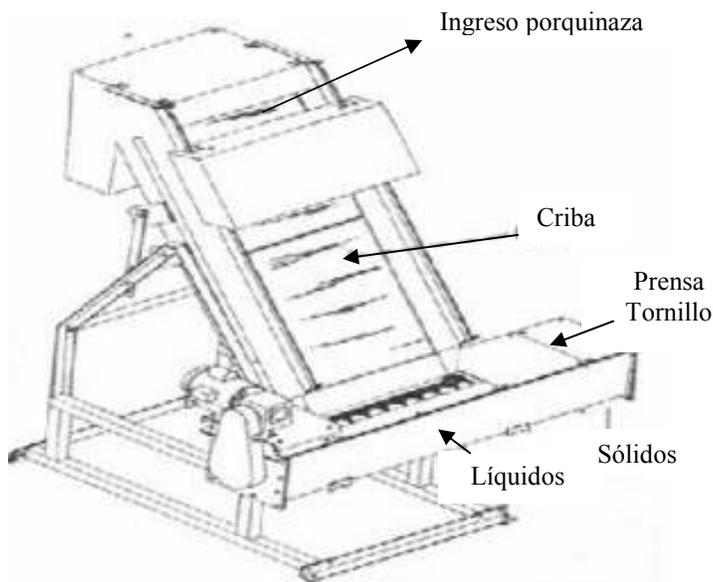
d. Barrido en seco de la porquinaza

- Se recomienda en aquellas explotaciones o secciones que no tienen pisos ranurados.
- El estiércol se retira mediante raspado (paleo).
- Es demandante de mano de obra.
- Después del raspado es necesario realizar aseos periódicos utilizando agua.
- Reducción en el consumo de agua.

SEPARADOR DE PRENSA DE TORNILLO



SEPARADOR DE CRIBA INCLINADA ESTACIONARIA



6.8 SEPARACIÓN AGUAS LLUVIAS

Siempre hay que garantizar una independencia total del sistema de aguas lluvias, de modo que no se contamine con las aguas residuales provenientes de la actividad porcícola. El agua lluvia que cae sobre los techos o pasillos no debe caer a los corrales ni a los caños que sirven para conducir la porquinaza. Las aguas lluvias deben colectarse, conducirse y disponerse de modo que no se mezclen con la porquinaza ni sean causa de erosión.

6.9 SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Un tratamiento es una combinación de procesos unitarios cuyo objetivo es la modificación de las características del residuo para su adecuación a la demanda como producto de calidad. Esta adecuación puede ser:

- Para equilibrar oferta y demanda en el tiempo.
- Para mejorar el transporte y aplicación.
- Para mejorar la composición.

La idoneidad de un proceso de tratamiento dependerá de cada zona geográfica, de las necesidades que hayan puesto de manifiesto los estudios preliminares del plan de gestión, de la calidad del producto final obtenido y de los costes económicos asociados.

Tabla 13. Síntesis de operaciones aplicables al manejo o tratamiento del estiércol de cerdo (I: abono íntegro; S: fracción sólida; L: fracción líquida).

Proceso	Aplicación a fracción S, L, o I	Objetivo
1. Tanques estercoleros	I, L	Almacenar las aguas residuales generadas y regular entradas discontinuas. Homogeneizar el producto.
2. Separación de fases	I	Separar para propiciar líneas específicas de manejo o tratamiento, transporte o aplicación de la fracción S o L resultante.
3. Descomposición aerobia heterótrofa	I, L	Eliminar materia orgánica.
4. Digestión anaerobia	I, S, L	Producir CH ₄ (energía). Eliminar materia orgánica. Reducir patógenos.
5. Compostaje	S	Eliminar/estabilizar materia orgánica. Reducir patógenos. Obtener abono orgánico de calidad.
6. Dosificación de aditivos	I, S, L	Modificar composición para adecuarla a cultivos o posibilitar otros procesos.

6.9.1 Digestión anaeróbica

Es un proceso biológico que consiste en la descomposición (o degradación) de desechos orgánicos por la acción de bacterias en un ambiente carente de oxígeno, durante la cual se produce la liberación de una mezcla de gases conocida como biogás. La digestión anaerobia descompone la materia orgánica en una forma más estable, reduciendo el potencial de olores.

Los desechos utilizados como materia prima pueden ser de origen animal como estiércol de ganado vacuno, de cerdos, ovejas, caballos, etc.; de origen vegetal como pulpa de café, hojas de papa, desechos de banano, remolachas y otros; y de origen doméstico consistente en las aguas

residuales de letrinas y cocina, sin contenido de jabón.

El biogás es un producto de la fermentación anaeróbica, esta compuesto por una mezcla de gases principalmente de metano (CH₄) y bióxido de carbono (CO₂). Se estima que la producción de biogás a partir del estiércol de un (1) cerdo adulto es de 0.28 a 0.34 m³ de biogás.

Cuando la digestión anaeróbica ocurre en condiciones óptimas el contenido del biogás es:

Componente	Porcentaje
CH ₄	54 – 70 %
CO ₂	27 – 45 %
N ₂	0.3 – 3 %
H ₂	1 – 10 %
CO	01 %
O ₂	0.1 %
H ₂ S	Trazas

El efluente. Lodo bastante fluido constituido por la fracción orgánica que no alcanza a fermentarse y por el material agotado (biomasa muerta). Su composición química, el contenido de materia orgánica y otras propiedades, dependen de las características de la materia prima utilizada y de factores ambientales.

Plantas de tratamiento anaeróbico. Los componentes básicos de una planta de tratamiento anaeróbico son:

Tanque de mezcla. Es una caja de mampostería o concreto donde se realiza la mezcla de estiércol y agua, que luego se introduce en la cámara de digestión a través del tubo de entrada.

Biodigestor (reactor o fermentador). Es un tanque donde se produce la fermentación anaeróbica. Usualmente se construye en concreto o mampostería de ladrillo, fibra de vidrio, acero inoxidable y las plantas tipo balón con material plástico.

El gasómetro. Es la sección donde se almacenaba el gas; el gasómetro y el digestor pueden constituir un solo cuerpo o estar separados.

Tanque de descarga. Recibe el material digerido o efluente. En el caso de la lanta de cúpula fija, sirve además, como tanque de compensación de presiones.

La digestión anaerobia consiste en la transformación de la materia orgánica contenida en el fango en una mezcla de gases y dióxido de carbono (CO₂) en ausencia de oxígeno. Este gas puede ser recogido y utilizado como combustible. De esta forma, la digestión anaerobia, como método de tratamiento de residuos, permite reducir la cantidad de materia orgánica contaminante y, al mismo tiempo, producir energía. El que uno de estos dos objetivos predomine sobre el otro depende de las necesidades de descontaminación del medio y/o de la naturaleza y origen del residuo.

El proceso al igual que el compostaje se desarrolla por acción enzimática de los microorganismos que estabilizan la porción fermentable de los residuos través de las diferentes etapas. Estas fases son:

- Fase hidrolítica. En la cual las bacterias descomponen los complejos orgánicos de los carbohidratos, lípidos y proteínas a compuesto más sencillos como azúcares.
- Fase ácida. En la cual se forman formiatos, acetatos y propionatos, etanol, hidrógeno y gas carbónico. Durante esta fase el pH en el digestor baja a valores menores a 5.
- Fase metanogénica. Las bacterias anaerobias actúan sobre el sustrato de la fase anterior formando metano y gas carbónico, mediante la reducción del metanol y ácido acético.

Las bacterias metanogénicas son organismos claves en el digestor, su desarrollo es muy lento y son extraordinariamente sensibles a las variaciones que se producen en el medio que las alberga. Está totalmente comprobado que la

digestión de los lodos se realiza a cualquier temperatura; sin embargo, el tiempo que se tarda en completar la digestión es variable y está en relación con ella. En este sentido, existen dos grandes clases de bacterias metanogénicas, cuyas temperaturas de desarrollo son muy diferentes: las bacterias mesófilas, cuya temperatura óptima está entre 33° y 45° C y las termófilas, en las que la temperatura se encuentra entre 50° y 60° C. La digestión mesofílica es la más empleada hoy en día.

El efluente sufre un proceso de calentamiento hasta elevar su temperatura por encima de los 35° C, de modo que el digestor pueda mantenerse a la temperatura media de proceso de 35° C, estimada como idónea para el desarrollo de las bacterias mesófilas. El biogás producido en el digestor de contacto es conducido a un gasómetro de almacenamiento previo, que elimina la humedad. En este punto tiene lugar la dosificación de cloruro férrico, con objeto de eliminar el ácido sulfhídrico producido durante el proceso.

Para el diseño de un sistema anaerobio se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Composición de los residuos. Después de una separación previa de los materiales no fermentables se debe hacer una caracterización química de los residuos con el objeto de determinar la relación carbono – nitrógeno, la cual no debe ser mayor de 30:1. También se debe determinar el contenido de fósforo, potasio y azufre.

Grado de trituración. Se recomienda que en lo posible los residuos tengan un tamaño de partícula de 25 cm.

Tiempo de residencia. Se refiere al tiempo mínimo para lograr la estabilidad parcial o completa de la materia orgánica. Este factor depende de la temperatura del medio y de la concentración de sólidos que se quiere mantener.

Velocidad de carga. Define la cantidad de residuos fermentable que puede entrar al sistema por día.

Eficiencia. Representa la velocidad de conversión de la materia orgánica a biogás y fertilizante. Se puede medir por la variación del contenido de carbono, la reducción de los sólidos volátiles o por la reducción de la demanda química de oxígeno (DQO). De esta eficiencia depende la calidad del biogás y del fertilizante.

Tabla 14. Digestión anaerobia

Microorganismos	Temperatura	Duración	Nota
Psicrofilos	< 18° C	20- 35 días	Demasiado largo
Mesofilos	18 - 24° C	15 – 20 días	Aprobado en la práctica
Termófilos	24° C	10 – 15 días	Altas pérdidas caloríficas

La fermentación anaerobia de residuos ganaderos presenta las siguientes ventajas:

- **Depuración y estabilización del residuo.** La digestión anaerobia en un digestor puede reducir la DBO y los sólidos suspendidos totales (SST) en un 60 – 90% y el olor prácticamente se elimina. La reducción de patógenos es mayor a 99% en 20 días de tiempo de retención hidráulica (TRH) de digestión mesofílica.
- **Valoración agronómica del efluente (fertilizante).** La mitad o más del nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco (NH₃-N). Una pequeña cantidad de fósforo (P) y potasio (K) se sedimenta como lodo en la mayoría de los digestores.
- **Obtención de energía (biogás).** Esta producción neta de energía puede aumentar sensiblemente la rentabilidad de las explotaciones ganaderas, especialmente las de gran tamaño. Cada 1000 kg de peso vivo de cerdo produce 4.8 kg de sólidos volátiles por día que pueden ser digeridos para

producir 2 m3 de biogás que tienen el calor equivalente a 2 litros de propano, los cuales se pueden quemar en un generador para producir 3.5 kilowats/día.

- El estiércol digerido es más fácil de almacenar y de bombear.
- Reducción del contenido de materia orgánica.

El biogás es usado como cualquier otro combustible para uso doméstico e industrial, el prerrequisito indispensable es que exista la disponibilidad de quemadores diseñados especialmente para operar con biogás. Algunos aparatos en los cuales se podría utilizar son:

- Estufas
- Lámparas
- Refrigeradores
- Calentadores
- Incubadoras
- Motores de generación eléctrica

Para la conservación de los aparatos operados con biogás, especialmente en los motores se debe extraer el ácido sulfídrico (H₂S) contenido en el gas. Para lograr esta purificación se emplean varios sistemas:

- Filtros de óxido de hierro (FeO₂). Para esto se puede utilizar la viruta de hierro, la cual se puede regenerar con exposición al aire libre. El aire debe inyectarse con cuidado al filtro y puede hacerse con bombas para acuarios.
- Adición de FeO₂ al sustrato. Adicionando 500 g por cada 4000 lt de sustrato, el contenido de H₂S pasa de 0,2% a 0,07%. Esta cantidad debe suministrarse diariamente.
- Aprovechamiento de la condensación de agua. Cuando se condensan grandes cantidades de vapor de agua del biogás, se absorbe allí mismo grandes cantidades de H₂S, alcanzando remociones de un 30 a 40% del ácido. Este método es muy usado en climas fríos.

- Por adición de aire. Se puede inyectar aire en una proporción del 3% al 5% directamente al digestor o al sitio de almacenamiento del gas, con el fin de que el H₂S se descomponga en agua y azufre elemental. Este azufre se puede adicionar al abono líquido resultando benéfico para el suelo. El suministro de aire debe ser controlado, para no crear una mezcla explosiva.

Debido a que en el proceso de fermentación solo se remueven los gases generados (CO₂, CH₄, H₂S) que representan del 5 al 10% del volumen total de material de carga, mientras que la mayoría de los nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y elementos menores contenidos en el líquido alimentado al biodigestor, se conservan durante el proceso de digestión.

En el caso del nitrógeno, buena parte del mismo, presente en el estiércol en forma de macromoléculas es convertido a formas mas simples como el amonio (NH₄⁺), las cuales pueden ser aprovechadas directamente por la planta. Debe notarse que en los casos donde el estiércol es secado al medio ambiente, se pierde alrededor del 50% del nitrógeno. Los nutrientes anteriores son esenciales para las plantas, por tal razón el efluente del fermentador anaeróbico puede usarse como fertilizante orgánico.

Tabla 15. Ventajas del proceso de digestión anaerobia en relación a los factores que se indican.

Factor	Ventajas de la digestión anaerobia
Variabilidad en la composición	Homogeneización de la composición, más intensa cuanto mayor es el tiempo de retención.
Malos olores y compuestos orgánicos volátiles	Eliminación de ácidos grasos volátiles (AGV) y otros compuestos fácilmente degradables. La materia orgánica resultante es lentamente o difícilmente degradable; el estiércol digerido no presenta olor desagradable y es un producto más estable. En procesos térmicos posteriores se evitan problemas por volatilización de

	compuestos orgánicos. La reducción o eliminación de AGV disminuye la fitotoxicidad a los cultivos por estos compuestos.
Reducción de materia orgánica y total. Mineralización.	Reducción de sólidos totales y volátiles. Reducción de materia orgánica degradable y mantenimiento de las concentraciones de nutrientes. Transformación de nitrógeno orgánico a amoniacal. En caso de separar fase acuosa, el producto resultante presentará menor volumen, manteniendo la misma riqueza fertilizante.
Distribución de partículas y de fracción soluble	Homoginización en la distribución de partículas, lo cual favorece el diseño y aplicación de procesos posteriores de secado. Hidrólisis de partículas de pequeño tamaño y coloidales, y reducción de orgánicos solubles, con lo cual se facilita la separación entre fases solubles y en suspensión.
Consistencia	Consistencia pastosa de la fracción sólida de los purines digeridos, lo cual favorece su manipulación y peletización.
Alcalinidad	Disminución muy significativa de la relación de alcalinidad para favorecer un proceso posterior de nitrificación, total o parcial. A su vez, y debido a la reducción de materia orgánica, el consumo energético en este proceso será inferior al de la Nitrificación de la fracción líquida de purines frescos.
Balance energético	Balance energético positivo y proceso productor neto de energía renovable. Contribuye a disminuir las necesidades externas de energía para procesos térmicos posteriores. Permite el tratamiento de mezclas con otros residuos para optimizar la producción energética (codigestión), y facilitar la gestión integral de residuos orgánicos en la zona de aplicación del plan (cogestión).
Emisiones de gases de efecto invernadero	El proceso contribuye a la disminución en la generación de gases de efecto invernadero, si el metano producido sustituye una fuente no renovable de energía.

orgánicos, su higienización y el mantenimiento del valor fertilizante de los productos tratados.

CAPACIDAD DEL BIODIGESTOR TIPO TAIWANES O BALON PLASTICO DE ACUERDO A DIFERENTES DIMENSIONES

Volumen del biodigestor, m ³	Ancho de la fosa, m*	Profundidad de la fosa, m	Longitud de la fosa, m
3	1,2 / 1,0	1,0	3
11	1,2 / 1,0	1,0	10
15	1,2 / 1,0	1,0	14
40	2,5 / 2,0	1,5	12
50	2,5 / 2,0	1,5	15
67	2,5 / 2,0	1,5	20
84	2,5 / 2,0	1,5	25
100	2,5 / 2,0	1,5	30

* Las dimensiones corresponden al ancho de la base superior e inferior de la fosa, respectivamente.

Los beneficios económicos y ambientales de la digestión anaerobia están ampliamente documentados. El proceso se configura como uno de los más idóneos para la reducción de las emisiones gaseosas de efecto invernadero, el aprovechamiento energético de los residuos

6.9.2 Sistema UASB

Los reactores anaeróbicos de lodos con flujo ascendente – UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) – corresponden a una de las tecnologías más avanzadas y de mayor investigación en el tratamiento de excretas. El residuo orgánico se introduce al reactor por la parte inferior, se distribuye y en su trayectoria ascendente atraviesa uniformemente un lecho de lodo anaeróbico de carácter granular el cual ejerce la función de remoción de la materia orgánica. En la parte superior existe una zona de captación de biogás y de sedimentación de los sólidos suspendidos. El elemento más importante en el diseño del reactor UASB es el separador de fases gas-líquido-sólido. La presión ejercida por el sello hidráulico ejerce su efecto en la cámara de gas de las campanas, ejerciendo presión sobre el líquido existente en el reactor a este nivel, provocando la separación de fases y el ingreso de los lodos digeridos al sistema de evacuación de los mismos.

Para residuos concentrados, la tasa de producción de biogás a nivel de interfase está en el rango 3-5 m³/m² hora. La mayoría de los reactores industriales para el tratamiento de estiércol de cerdo generan un equivalente a 0,25 m³ de biogás por animal/día. El gas metano genera una potencia de 33 a 40 MJ/m³. El metano corresponde a una proporción del 54 – 70% del biogás. Entonces, el biogás puede generar una potencia de 20-26 MJ/m³.

Las principales ventajas de los sistemas UASB son:

- Acumulan alta concentración de biomasa.
- Soportan grandes cargas orgánicas (15-20 kg DQO/m³/día).
- Trabajan con tiempos de retención cortos.
- Hay producción de biogás aprovechable.
- Requieren poca área para su instalación.
- Tienen altas tasas de remoción de carga orgánica.

Sus principales desventajas son:

- Alto costo
- Muy exigente en las condiciones de operación.
- Un periodo inicial de arranque muy exigente.

El material saliente del reactor no debe ser descargado directamente a un cuerpo de agua. El reactor no logra un grado de depuración tal. Si se debe descargar a un cuerpo de agua debe someterse el efluente a un proceso adicional.

De otro lado, el material efluente del reactor conserva todo el contenido de nutrientes como el nitrógeno y minerales y por lo tanto puede ser utilizado como fertilizante en suelos agrícolas. Gran parte del Carbono y por lo tanto de la materia orgánica ha sido removida (este es el objetivo del proceso). El efluente también puede ser secado para utilizarlo luego como fertilizante. No obstante, durante el secado perderá la mayor proporción del nitrógeno.

6.9.3 Compostaje

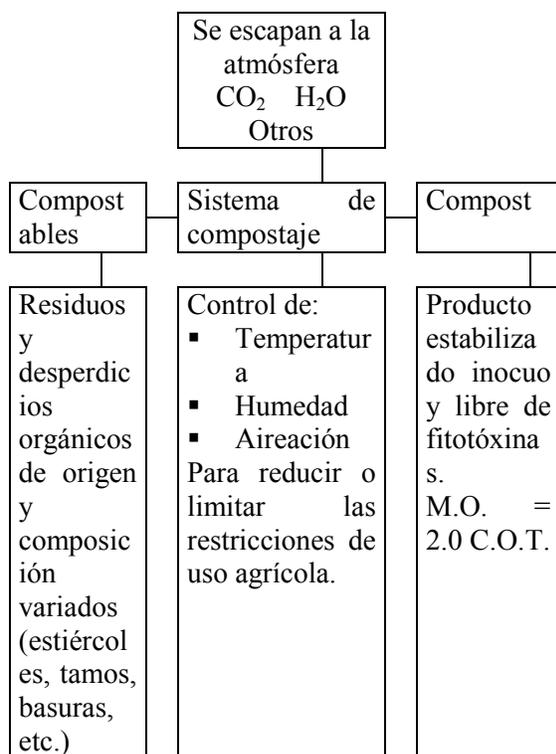
El compostaje es un proceso biooxidativo en el que intervienen numerosos y variados microorganismos que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termofílica y una producción natural de fitotóxicas, dando al final como productos de los procesos de degradación, dióxido de carbono, agua y minerales, así como una materia orgánica estabilizada, libre de fitotóxicas y dispuesta para su empleo en agricultura sin que provoque fenómenos adversos.

Al proceso entran los residuos y desperdicios orgánicos que se pueden llamar compostables. Ocurre la descomposición que es el proceso y al final se obtiene el compost o compuesto que contiene materia orgánica estabilizada y minerales.

El compost, cuya adecuada utilización, ya sea urbana (parques), agrícola (cultivos) o

forestal (recuperación de espacios intervenidos) aumenta la capa vegetal y la capacidad del suelo para retener nutrientes mayores y menores útiles para las plantas, mejora la textura del terreno y funciona como esponja para retener el agua.

Para que el compost ocurra de manera adecuada, en los materiales sometidos a proceso debe existir una relación entre las cantidades de carbono y nitrógeno que permita el adecuado funcionamiento bacterial. Debe existir de 20 a 35 partes de carbono por cada parte de nitrógeno. En la porquinaza fresca existen cinco partes de carbono por cada parte de nitrógeno. Por esta razón es necesario mezclar la porquinaza con materiales ricos en carbono; por ejemplo, el aserrín tiene 500 partes de carbono por cada parte de nitrógeno.



El desmenuzamiento del material facilita el ataque microbiano, pero sin llegar al extremo de limitar la porosidad, situándose un tamaño de 1 a 5 cm como adecuado.

El orden de degradación de moléculas orgánicas es: azúcares, almidones, proteínas > holocelulosa > lignina. Los materiales lignoceluloicos tienen mayor tiempo de transformación y mejor rendimiento en compost. De otra parte hay que considerar el contenido de N del material; si está entre 1 y 1.5% se asegura un buen ataque microbiológico, si está por encima de 1.5%, parte del N se perderá como volátil por superarse con esa cantidad el nivel de requerimiento microbial.

Cuando se inicia el proceso, las moléculas de azúcares, almidones y proteínas de rápido uso energético, sirven de sustrato inicial a los microorganismos mesófilos cuya actividad y multiplicación van calentando los compostables. Hay liberación de CO₂ y H₂O, la cual de hecho reduce el contenido de C de los compostables y el porcentaje de la fracción mineral tiende a aumentar. En este arranque mesofílico hay abundancia de N-NH₄⁺ que prima sobre el N-NO₃⁻ dominan las bacterias y los hongos mesófilos.

Etapa termofílica (> 45°C). Se inicia la degradación de moléculas de más difícil descomposición como la holocelulosa (celulosa más hemicelulosa) y la lignina, así como ceras, grasas, aceites y resinas; como la actividad es máxima se alcanzan las máximas temperaturas, siendo también máxima la liberación de CO₂ y H₂O, lo cual reduce el contenido de carbono del compost en elaboración y hace más elevado el porcentaje de minerales con respecto a la etapa anterior. Sigue el dominio de N-NH₄⁺ sobre el N-NO₃⁻, pero menos marcado que en la fase mesofílica de arranque.

Estando en la etapa termofílica es preciso remarcar el carácter biooxidativo del proceso: la materia se utiliza para síntesis de los microorganismos y no es totalmente oxidada. El nitrógeno amoniacal N-NH₄⁺ de la cadena proteína-aminoácido-aminas-amonio puede o no perderse hacia la atmósfera antes de pasar a la forma N-NO₃⁻. Ello es función de la relación C/N de los compostables: se pierde

nitrógeno si la relación es baja y se puede llegar a pérdidas nulas con relaciones altas. En la etapa termofílica hay lugar a la formación de fitotoxinas pero de otra parte es muy importante para la eliminación de patógenos al hombre o a las plantas de cultivos. En ella dominan las bacterias, los actinomicetos y los hongos termofílicos.

Cuando el material en compostaje ha alcanzado los 60° C, la pila alcanza la estabilidad. En este momento se han descompuesto los materiales más fácilmente biodegradables y se ha satisfecho la mayor parte del alto nivel de Demanda Biológica de Oxígeno.

El material ya no atrae mosca y gusanos y no debe producir malos olores. Cuando comienza a enfriarse, las pajas y tallos de materiales vegetales son descompuestos principalmente por hongos; esa situación se presenta debido a que los hongos se extienden de las regiones más frías a las regiones en donde la temperatura está entre 45° C y 50° C.

Etapa de enfriamiento. Se empieza a generar por una reducción de la población microbial que ya no encuentra suficiente sustrato alimenticio, continua la descomposición de los materiales más resistentes tales como la hemicelulosa y celulosa se descomponen en carbohidratos simples, los cuales quedan a disposición del resto de microorganismos (actinomicetos) y parte del sustrato lo constituye la necromasa microbial. Se acentúa la formación de nitratos que dominan sobre las formas amoniacales. Se sigue reduciendo, pero más atenuadamente el contenido de C de la masa en compostaje. Los nitratos y otras sales, así como la abundancia de K en solución, aumentan la salinidad. Empieza la degradación de las sustancias fitotóxicas (muchas de ellas ácidos orgánicos como el acético). La población microbial es claramente dominada por bacterias mesofílicas. La formación de sustancias húmicas, principalmente ácidos húmicos, se ve favorecida por la aireación y el pH cercano a la neutralidad.

Algunos organismos superiores, especialmente gusanos, se establecen durante unos pocos días complementando el proceso de descomposición.

Etapa de maduración. Los cambios son menores día a día pero con las tendencias de aumento en el porcentaje de fracción mineral y de los nitratos y de la disminución en el porcentaje C, liberación de CO₂, N-NH₄⁺. Se eleva la cantidad de actinomicetos, responsables del típico olor a tierra orgánica fresca y de gran parte de la antibiosis.

Posprocesamiento o acabado. En esta etapa se hace la adecuación para su posterior uso y comercialización, lo cual incluye un tamizado para mejorar la uniformidad y apariencia del compost y retirar cualquier tipo de impureza.

Un objetivo secundario del compostaje, pero muy importante es el de lograr la sanidad del producto compost. Ello se consigue eliminando o reduciendo en la etapa termofílica, los agentes patógenos al hombre como bacterias (Salmonella, Escherichia, Yersinia, etc.), protozoos (Entamoeba histolítica, Girdia lamblia), nematelmintos y platelmintos (Ascaris lombricoides, Taenia saginata) y virus (Poliovirus echovirus, Rotavirus, etc.).

Un tanto rebelde a la eliminación térmica y por ello de especial atención, es el hongo patógeno Aspergillus fumigatus, causante de enfermedades de las vías respiratorias de los humanos y abundante en las pilas de compostaje.

Con el fin de garantizar una utilización segura del compost es preciso llevar a cabo:

- Caracterización del producto final. Esto incluye pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y de contaminantes.
- En el caso de cultivos intensivos y extensivos, el análisis del suelo en el cual se va a aplicar el producto. Para ello es preciso conocer las características del

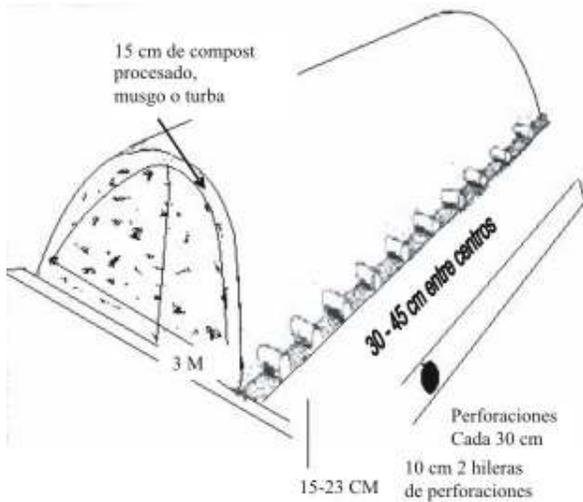
Guía Ambiental para el Subsector Porcícola

suelo, donde se va a aplicar el compost, tales como: capacidad de drenaje, contenido de materia orgánica, micro y macronutrientes, pH, entre otras.

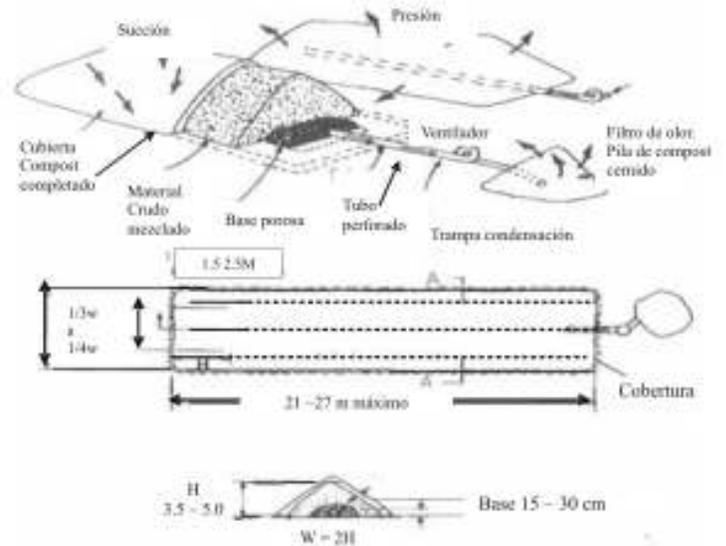
- Necesidades nutricionales del cultivo al cual se va a aplicar el compost.
- Teniendo en cuenta las necesidades nutritivas de los cultivos y las características de los suelos, se debe elaborar un plan de fertilización.

Típicamente las hileras o pilas pueden tener una altura desde 90 cm para materiales densos como el estiércol hasta 3,6 m para materiales esponjosos como hojas. El ancho varía entre 3 y 6 metros.

PILA DE COMPOST CON AIREACIÓN PASIVA



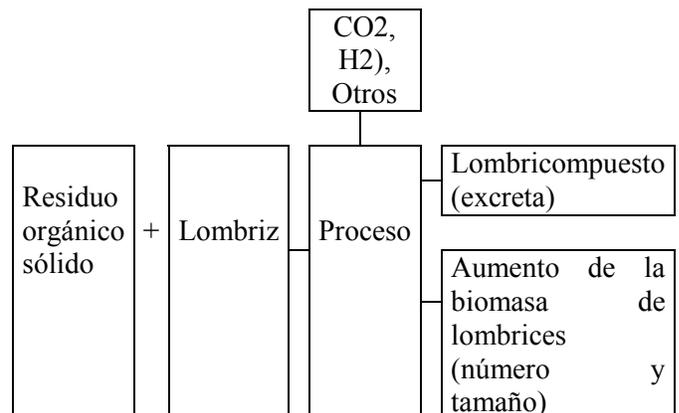
PILA DE COMPOST CON AIREACIÓN MECÁNICA



6.9.4 Lombricompostaje

Las lombrices que así trabajan corresponden al grupo de las epigeas, para distinguirlas de las endogeas y las anécicas.

Adicionalmente a la producción del lombricompostaje se obtiene un aumento en el volumen de la biomasa de lombriz.



Guía Ambiental para el Subsector Porcícola

Proceso de lombricompostaje

La especialización de las epigeas es consumir los residuos orgánicos que se encuentran encima del suelo, penetrando a veces sólo uno o dos centímetros dentro del cuerpo edáfico.

Tal especificación de un grupo de especies de lombrices se aprovecha para habilitar diversos residuos orgánicos y convertirlos en el residuo orgánico lombricompuesto.

De las lombrices epigeas estudiadas, las más adecuadas para el lombricompostaje han demostrado ser *Eisenia foetida* (lombriz tigre), *Eisenia andrei* (lombriz roja californiana), *Perionyx excavatus* (lombriz oriental) y *Eudrilus eugeniae* (lombriz africana), las que confinadas en lechos o contenedores ingieren residuos orgánicos en descomposición excretando luego de su proceso digestivo un producto primario denominado vermiabono, lombricompuesto, casting de lombriz o guanode lombriz rico en nutrientes para toda clase de cultivos.

La lombriz de tierra no posee aparato masticador y debe entonces introducir a manera de succión, los residuos al interior de su aparato digestivo, al comienzo del cual se encuentran las glándulas calcíferas cuya función es la de regular el calcio y el pH del material en proceso de digestión; ésta es agenciada por los microorganismos que se encuentran en el aparato digestivo y podría decirse que la lombriz lo que hace es facilitar el espacio para la digestión.

Al final, además de exudados de la piel del anélido, se tiene la excreta o lombricompuesto, que sale con pH cercano a 7 (neutralidad) pero que de acuerdo con la naturaleza del residuo en proceso, las condiciones hidrológicas del sistema de lombricompuesto darán lugar a lombricompuestos ácidos, neutros o alcalinos.

Para que la lombriz esté hábil para transformar el residuo se precisan cuatro requisitos:

- Un residuo orgánico sólido, idóneo y disponible.
- Humedad adecuada
- Aireación
- Ausencia de enemigos

El proceso consta de las siguientes etapas:

- **Acondicionamiento.** Los residuos sólidos orgánicos son acopiados en un lugar apropiado, procurando que su altura no exceda los 40 cm y que el terreno cuente con un buen drenaje; sometiéndolos a un proceso de desintoxicación consistente en el riego y volteo periódico durante el proceso mientras ese se termina. Se dispone de contenedores o lechos para introducir los residuos en descomposición, e incorporar las lombrices para que inicien su función humificadora o de reciclaje.
- **Riego y adición de residuos.** Incorporados los desechos en descomposición y las lombrices a los lechos, estos deben ser regados dos veces por semana para una adecuada humedad y temperatura del hábitat de las lombrices y para favorecer el proceso de humificación y reciclaje. El meto de adición de residuos depende de los volúmenes que se manejan por unidad, cama o lecho. Así, para grandes volúmenes por unidad (más de 1 tonelada de residuos frescos de carga inicial) se coloca el residuo fresco sobre camas o contenedores nuevos. Para el manejo de pequeños volúmenes, la adición de residuos se puede efectuar sobre la cama que contiene residuo en proceso o sobre contenedores nuevos, empleándose el mismo procedimiento para la humificación y reciclaje.
- **Periodo de humificación.** El lombricompuesto se obtiene en un periodo máximo de seis meses. No obstante, a los tres meses se pueden efectuar toda clase

Guía Ambiental para el Subsector Porcícola

de cultivos sobre los desechos orgánicos en proceso de humificación y con las lombrices incorporadas, como por ejemplo productos hortifrutícolas menores, flores, hierbas medicinales y plántulas.

- Cosecha de lombrices y abono. Sin perjuicio de continuar cultivando sobre los mismos contenedores o lechos, éstos se pueden ampliar, ya que las lombrices doblan su población en un promedio de tres meses, dependiendo de un adecuado manejo; por lo cual, si se desea recuperarlas hay que incentivarlas para que emerjan. Una vez retiradas las lombrices se elimina el riego de los contenedores o lechos; luego de lo cual, se procede a retirar el lombricompuesto en su estado natural o cernido para ser luego utilizado o bien comercializarlo.

Dentro de los residuos sólidos orgánicos que se pueden utilizar se encuentra:

- El estiércol es un residuo fácilmente asimilable por la lombriz californiana por lo cual genera un buen rendimiento no solo para la producción de humus sino para la reproducción de la lombriz. En general, el estiércol se debe acondicionar a través de fermentación anaerobia, compostaje o almacenamiento por un periodo determinado para lograr las condiciones óptimas para el consumo de la lombriz.
- Los residuos de mataderos se constituyen en un buen alimento para la lombriz la cual procesa el estiércol y el rumen con una eficiencia de conversión en humus del 50%. Adicionalmente la lombriz desodoriza los lechos lo cual elimina la contaminación ocasionada por olores. Debido a los altos contenidos de sacarosa y celulosa, los residuos agroindustriales son un alimento excelente para la lombriz, los cuales los procesa en su totalidad. El lombricompuesto o humus obtenido se puede utilizar en los cultivos industriales.

En cuanto a área, los lombricultivos tipos era y túnel, ocupan tres a cinco veces más espacio que las pilas de compostaje y se requieren más horas-labor para revisar y cuidar las lombrices (riego, observaciones sobre hormigas, etc.). En forma muy general y asumiendo un costo para los residuos, se estima que obtener 1 kg de lombricompuesto es 4-6 veces más costoso que obtener un kilo de compost.

El éxito de las lombrifactorías arranca con la atención prestada por el lombricultor. Además, están algunos enemigos que deberán controlarse:

- a. Aves de corral. Las gallinas, pollos y otras aves, son cosechadoras de lombrices, por lo que deberá evitarse su acceso incontrolado a los lombricultivos.
- b. Hormigas de diverso tipo. El control cultural más recomendado consiste en disturbar con una vara, el hormiguero que trate de formarse en el lombricultivo. El humedecimiento también las combate.
- c. Acaros. Cuidar que la semilla utilizada no venga con lombrices afectadas por ácaros, como puede ser *Uroobovella fuscuropoda*.
- d. Planarias. Conviene no dejar progresar una excesiva humedad, que las favorece.

Las plagas se pueden combatir a través de controles químicos o biológicos pero aplicándolos por fuera de las camas o lechos para no perjudicar la lombriz.

De la lombricultura se pueden obtener diferentes productos como:

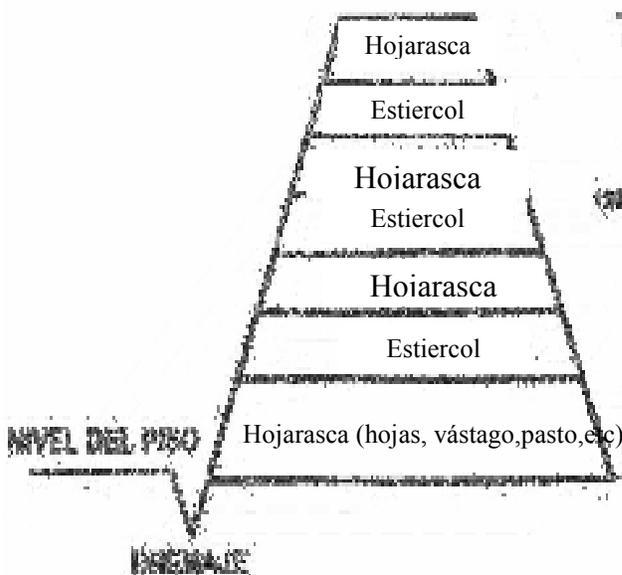
- Lombricompuesto empleado como abono.
- La lombriz adulta limpia, se puede utilizar como complemento nutricional en la alimentación de animales como cerdos, aves y peces en su estado natural (lombrices vivas) o como harina para

- la alimentación de ganado mezclada con forraje y alimentos balanceados empleando los controles suficientes para garantizar que son aptas para este propósito.

LECHOS O ERAS Y CAJAS DE FERMENTACIÓN



SECUENCIA DEL ORDEN DE LAS CAPAS



6.9.5 Tratamiento de las aguas residuales mediante lagunas

Dentro de las lagunas de estabilización se encuentran las lagunas aeróbicas, anaeróbicas y facultativas. La combinación de la actividad bacteriana aeróbica y anaeróbica da origen al tipo de laguna más común en el tratamiento de aguas residuales, la laguna de estabilización facultativa.

Los estudios realizados acerca del tratamiento de aguas residuales mediante lagunas de estabilización, han considerado como factores de influencia sobre el proceso los siguientes:

La fotosíntesis	El oxígeno disuelto
La radiación solar	Nutrientes
El pH	Sedimentos de lodos
Profundidad	Vientos
Sulfuros	Infiltración y evaporación
Temperatura	Geometría de la laguna
Tiempo de retención	DBO y sólidos suspendidos

La selección de la laguna de estabilización como sistema de tratamiento de aguas residuales se realiza con base en los siguientes principios básicos:

- Las lagunas primarias tienen como propósito básico la remoción de la DBO y los sólidos suspendidos.
- Las lagunas secundarias tienen como función primordial la remoción de la DBO y los coliformes fecales.
- Las lagunas terciarias y posteriores proveen esencialmente remoción natural adicional de los coliformes fecales.

Las granjas que utilicen el efluente del sistema de tratamiento como fertilizante para las cosechas deben considerar cuidadosamente las pérdidas de nitrógeno y fósforo que se presentan en una laguna.

Crterios de diseño. La forma de clasificar y por consiguiente de diseñar lagunas de estabilización es muy variable y diferente. En la siguiente tabla se presenta la clasificación

de las lagunas de estabilización y sus parámetros típicos de diseño.

PARAMETRO	Aeróbica Tasa baja	Aeróbica Tasa alta	Anaeróbica	Facultativa	Maduración
Area (ha)	<4	0.2 - 0.8	0.2 - 0.8	0.8 - 4	0.8 - 4
Tiempo de retención (días)	10 - 40	4 - 6	20 - 50	5 - 30	5 - 20
Profundidad (m)	0.9 - 1.2	0.3 - 0.45	2.4 - 5	1.2 - 2.4	0.9 - 1.5
PH	6.5 - 10.5	6.5 - 10.5	6.5 - 7.2	6.5 - 8.5	6.5 - 10.5
Temperatura (°C)	0 - 30	5 - 30	6 - 50	0 - 50	0 - 30
Temperatura óptima (°C)	20	20	30	20	20
COS (kg DBO/ha/día)	65 - 135	90 - 180	220 - 560	56 - 202	< 17
Conversión DBO (%)	80 - 95	80 - 95	50 - 85	80 - 95	60 - 80
Conversión principal	Algas, CO ₂ , bacterias	Algas, CO ₂ , bacterias	CH ₄ , CO ₂ , bacterias	Algas, CH ₄ , CO ₂ , bacterias	Algas, CH ₄ , CO ₂ , bacterias, NO ₃
Concentración algal	40 - 100	100 - 260	0 - 5	5 - 20	5 - 10
Sólidos suspendidos totales de efluente mg/l	80 - 140	150 - 300	80 - 160	40 - 60	10 - 30

COS = Carga Orgánica Superficial

En el diseño de una laguna se deben tener en cuenta varios volúmenes, que luego son sumados para determinar el tamaño total. Dentro de los componentes considerados se tienen:

- El volumen de diseño, basado en los kg de sólidos volátiles por unidad de volumen de laguna,
- Un volumen de almacenamiento de estiércol,
- Un volumen de dilución,
- Un volumen para almacenar una tormenta de 24 horas,
- Un volumen de lodo y
- Un volumen de sobrediseño como factor de seguridad.

Recomendaciones a considerar para la localización de un sistema de lagunas:

- Si es posible coloque la laguna cerca y con cierta inclinación a la unidad de producción.
- Si hay vecinos cercanos coloque una barrera natural.
- Considere la proximidad y elevación con respecto a manantiales y fuentes de agua.
- Evalúe la permeabilidad del suelo en el área de construcción.
- Determinar la proximidad con respecto a bancos de agua y rocas fracturadas (piedra caliza).
- Analizar el viento y drenaje del aire. Los vientos predominantes podrían dispersar los olores producidos y llevarlos a las residencias.

6.9.5.1 Lagunas aeróbicas

Este tipo de lagunas denominadas por algunos autores como lagunas de oxidación, son sistemas en los cuales la estabilización de la materia orgánica se hace en condiciones completamente aeróbicas.

En general existen dos tipos de lagunas de estabilización aeróbicas; el primer tipo es el grupo de las lagunas poco profundas cuyo objetivo es maximizar la producción de algas, ya que éstas proporcionan el oxígeno a las bacterias; en estas lagunas la profundidad se limita al intervalo entre 15 y 45 cm.

El segundo tipo es el de las lagunas cuyo objetivo principal es maximizar la producción de oxígeno y se usan profundidades hasta de 1.5 m, pero para mantenerlas aeróbicas se requiere realizar un mezclado periódico con bombas o aireadores mecánicos.

Las lagunas aeróbicas bien operadas tienen la ventaja de no producir olores molestos. La desventaja es que en algunos casos no son

económicamente accesibles para muchos productores, entre otras causas debido a las grandes áreas de terreno requeridas o a los altos costos de energía asociados con el suministro de oxígeno. Las lagunas aeróbicas están generalmente precedidas de lagunas anaeróbicas o de otras unidades de tratamiento que disminuyen la carga orgánica. El diseño de las lagunas aeróbicas se basa en la DBO₅ adicionada por día y por hectárea.

Dentro de las principales características de las lagunas aireadas mecánicamente se mencionan las siguientes:

- Requieren 1 – 2 kg de O₂ por kg de DBO₅ a tratar.
- Por cada 93 m² de área superficial se requiere una potencia mínima de 1 HP suministrada por el aireador.
- Para el control de olores se debe airear en la parte superior hasta una profundidad de 46 cm.
- Para una mejor difusión del aire se puede utilizar un aireador flotante en la parte central de la laguna.

6.9.5.2 Lagunas facultativas

Este tipo de lagunas se pueden diseñar con base en los modelos de reactor de mezcla completa y con cinéticas de remoción de la DBO de primer orden.

Las lagunas de estabilización facultativas se han diseñado con base en las cargas orgánicas superficiales, que la experiencia ha demostrado son aceptables para el diseño de este tipo de sistemas. Dichas cargas varían dependiendo del área geográfica, la temperatura, la profundidad del agua, la concentración de sólidos sedimentables, etc.

6.9.5.3 Lagunas de maduración

La destrucción de patógenos, virus, parásitos y demás organismos perjudiciales es uno de los objetivos de los sistemas de tratamiento.

Las lagunas de estabilización en serie proveen un medio de remoción natural de los organismos coliformes fecales para satisfacer el propósito de desinfectar las aguas residuales.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un agua residual con una DBO soluble de 50 a 70 mg/lit puede tratarse mediante una o más lagunas de maduración, reduciendo la DBO a menos de 25 mg/lit. Las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempos de retención de 3 a 10 días cada una, y mínimo de 5 días cuando se utiliza una sola y con profundidades de 1 a 1.5 m. En la práctica el número de lagunas de maduración lo determina el tiempo de retención necesario para proveer una remoción específica de coliformes fecales (CF).

6.9.5.4 Lagunas anaeróbicas

Las lagunas anaeróbicas tratan cargas orgánicas tan altas que no poseen zona aeróbica, a excepción de su superficie. Generalmente, son empleadas como lagunas primarias para tratar aguas residuales industriales con DBO mayores a 1000 mg/lit. La profundidad es de 2.5 a 5 m y su diseño es prácticamente empírico.

Teniendo en cuenta el riesgo por generación de olores, son localizadas a distancias mayores de 200 m de núcleos habitacionales. Dentro de las principales ventajas y desventajas presentadas por las lagunas anaeróbicas se tienen:

Ventajas:

- Disponibilidad de agua y nutrientes para cosechas.
- Mayor facilidad en la aplicación (riegos).

Desventajas:

- Posibilidad de generación de olores.
- Posible contaminación del agua.

- Más terrenos necesarios en la granja, para la construcción de la laguna.
- Pérdida de nitrógeno a la atmósfera.

Las lagunas anaeróbicas a temperaturas inferiores a 10°C, no presentan una descomposición biológica significativa, pero debido a su volumen y tiempo de retención actúan como un gran sedimentador logrando una alta disminución en la DBO sedimentable. A temperaturas mayores se activa la digestión anaerobia, lo que mejora la remoción de la DBO.

Las lagunas son relativamente fáciles de manejar si son diseñadas y cargadas apropiadamente. Aquellas que son subdimensionadas traen como resultado un alto nivel de olores. En algunas lagunas anaeróbicas se han implementado sistemas de cubiertas con el fin de utilizar el metano generado y realizar un control bastante efectivo de los olores.

En las lagunas anaeróbicas hay una disminución en el contenido de nutrientes como el nitrógeno el cual es liberado al aire, el fósforo y el potasio son mantenidos en el lodo sedimentado al fondo de la laguna.

6.9.6 Reforzamiento

Para suplir deficiencias minerales o para buscar un perfil nutricional especial, se realiza el reforzamiento mineral de los materiales orgánicos antes o después de otros procesos de habilitación.

Antes del compostaje se pueden realizar reforzamientos con N, principalmente, para equilibrar relaciones C/N muy altas de los compostables y así permitir una adecuada velocidad del proceso.

En otras oportunidades se busca que el recurso orgánico tenga un perfil de nutrientes esenciales muy especial. Entonces aparecen los reforzamientos con fósforo, azufre, potasio, magnesio, hierro, cobre, etc., el cual

debe hacerse muy cuidadosamente, so pena de causar antagonismos en vez de beneficios. El reforzamiento en este caso se orienta a los llamados abonos orgánicos reforzados. Para el papel de enmienda y/o acondicionador, los minerales de aporte más utilizados son las cales común y dolomítica y la roca fosfórica.

6.9.7 Sistemas fotosintéticos: tratamiento alternativo de porquiza

Además de los métodos tradicionales, existen otras alternativas basadas en la acción fotosintética de microalgas y macrófitas acuáticas, capaces de:

- Eliminar el elevado contenido en nutrientes, especialmente amonio.
- Facilitar un entorno adecuado para la degradación de los compuestos orgánicos.

La producción de plantas acuáticas se realiza en piscinas poco profundas (0,2 – 0,9m) en las que el medio es sometido a una mezcla mecánica, con objeto de facilitar un entorno aerobio: son las llamadas lagunas de alto rendimiento.

Los principales procesos bioquímicos que se presentan en estos sistemas son la respiración y la fotosíntesis. En presencia de O₂ disuelto, las bacterias aerobias oxidan los compuestos orgánicos del medio hasta CO₂ y H₂O. Por su parte, las plantas acuáticas presentes en la zona fótica (Lemna [Lemna sp.], Azolla, Buchón o Jacinto [Eichlornia crassipes], Lechuguilla [Pistia striatotes] e hydrilla [Hydrilla verticillata]), aprovechan estos productos finales, junto con la luz y los nutrientes disueltos en el medio, para generar subproductos y O₂.

En los sistemas de tratamiento de aguas residuales que emplean esta metodología, el diagrama de flujo comenzaría con una sedimentación del estiércol, ya que su elevado contenido en sólidos en suspensión dificultaría un tratamiento de este tipo.

De este modo, se generan dos residuos:

- Uno sólido, que se puede utilizar en la fertilización de cultivos, compostación, lombricompostaje, alimentación animal o venta.
- Un sobrenadante que es el principal aporte a los sistemas de plantas acuáticas. En definitiva, además de un método de gestión de residuos animales, los sistemas de lagunaje de alto rendimiento generan un subproducto que puede ser empleado en diversos usos. Lo más frecuente es la utilización de dicho subproducto para la alimentación animal, por su elevado contenido proteico.

Existen otras técnicas en la acción de plantas macrofitas, en que no se precisan métodos de separación del efluente depurado. Concretamente, el jacinto de agua, *Eichloronia crassipes*, basadas en zonas tropicales o invernaderos, ha demostrado una gran eficiencia en la eliminación del nitrógeno de las aguas residuales.

Otra planta de mucha importancia es la *Lemna sp.*, que es muy eficiente en la captación de nitrógeno y otros minerales y que posee niveles de proteína que varían entre 26 y 40%. Es muy palatable y puede ser usada en el reemplazo de las fuentes convencionales de proteína para animales de la granja.

La eficacia de estos sistemas se basa en:

- La asimilación de los elementos minerales para el crecimiento de la planta.
- El secuestro en la raíz de sólidos en suspensión.
- El desarrollo de bacterias nitrificantes, transformadoras del amonio en nitrato, en la zona radicular.
- La degradación aerobia de compuestos orgánicos a partir del oxígeno producido por la macrofita.

Las plantas absorben e incorporan los materiales disueltos a su propia estructura, liberando de los contaminantes a las aguas y causando menos daño ambiental. Además, las plantas al ser cosechadas y utilizadas producen un beneficio adicional.

El método es sencillo y continuo, pues se siembran las plantas en estanques poco profundos a los que llega el agua de desecho, y se cosechan periódicamente dejando una pequeña cantidad para que crezca de nuevo.

En un sistema de descontaminación en el que se trataron las aguas de lavado de 80 cerdas en gestación, con un biodigestor y 130 m² de buchón, se logró una reducción de 97% de la DBO₅, del 93.8 de los sólidos suspendidos, del 99.9% de los sólidos totales y del 83.07% de los Nitratos en el tramo cultivado con la planta acuática.

DIMENSIONAMIENTO DE CANALES CON PLANTAS ACUATICAS

Caudal de agua a tratar, L/día	Tiempo de retención, días*	Ancho del canal, m	Profund del canal, m	Longitud del canal, m
500	10	0,4	0,5	25
1000	10	0,7	0,5	29
2000	10	1,0	0,5	40
500	15	0,4	0,5	38
1000	15	0,7	0,5	43
2000	15	1,0	0,5	60
500	20	0,4	0,5	50
1000	20	0,7	0,5	57
2000	20	1,0	0,5	80

* El tiempo de retención, es el tiempo que dura el agua residual desde que entra hasta que sale de los canales. Debe ser mínimo de 10 días en clima cálido (25 – 30° C), 15 días en clima medio (20 – 25° C) y 20 días en

clima frío (15 – 20° C), aunque algunos factores podrían modificar estos parámetros generales.

6.9.8 Alimentación de rumiantes

Una forma de valorización del estiércol de cerdo es utilizándolo como alimento para rumiantes.

Cuando se discute la alternativa de incluir porquinaza en la alimentación de rumiantes, debe tenerse muy claro el objetivo perseguido. Cuando se trata de utilizarla en programas de alimentación de rumiantes fundamentados en el consumo de pastos frescos, la porquinaza tiene principalmente un valor estratégico para incrementar la ingesta diaria de materia seca. Condición esta muy diferente a aquella en la que la porquinaza se utiliza al lado de cereales y granos o subproductos para formar parte de un suplemento, complemento o de la ración básica.

La composición de las raciones de los cerdos y el sistema de almacenamiento son los factores que más afectan el contenido de nutrimentos de la porquinaza para ser utilizada en la alimentación animal, además de las prácticas de limpieza como lo son la cantidad de agua utilizada o desperdicio de ésta.

La proteína es el nutrimento que más varía en la composición de la porquinaza, debido principalmente a pérdidas por volatilización del nitrógeno. Se han reportado valores que fluctúan entre 11.62% y 32.5%. Para la utilización en la alimentación animal, lo importante es conocer de donde proviene, el tipo de almacenamiento que se le aplicó y su análisis. La etapa de vida del cerdo es también un factor importante en el contenido de proteína de la porquinaza. Para el periodo de iniciación el porcentaje de proteína varía entre 18.5 a 26.6%; para el de desarrollo entre 16.75 a 23.25% y para el de engorde entre 12.9 a 20.75%. Esta variación es producto de

una diferente digestibilidad de los ingredientes que la forman.

La composición de aminoácidos del estiércol depende mucho del tipo de dieta que se le suministra a los cerdos, de la digestibilidad y de la proteína y la síntesis que ocurra a nivel del intestino grueso.

Composición de aminoácidos de la porquinaza

Aminoácidos	Estiércol seco %
Fenilalanina	0.87
Lisina	1.11
Arginina	0.67
Treonina	0.80
Metionina	0.58
Isoleucina	1.03
Leucina	1.57

Uno de los sistemas de tratamiento de la porquinaza y que permite su almacenamiento por un periodo mayor de tiempo es el ensilaje.

El producto final es muy aceptado por los animales, se pierden pocos nutrimentos y se tiene un buen control de los agentes patógenos. Además, se controlan los olores y son utilizados tanto los líquidos como los sólidos. La desventaja radica en que se requiere más mano de obra y de una mayor infraestructura. La porquinaza se puede ensilar con cualquier tipo de forraje, frutas, etc. La proporción de porquinaza/ material fibroso, varía de 20/80 hasta 25/75, cuando se utiliza toda la planta de maíz. Cuando se utilizan materiales fibrosos con baja cantidad de carbohidratos fermentables, los niveles de porquinaza varían desde un 10 hasta un 30% y los del forraje de 40 a 60%. Sin embargo, es necesario adicionar de 20 a 30% de melaza y en algunas ocasiones de 1 a 3% de urea para aumentar el contenido de nitrógeno en la ración.

El ganado consume bien este ensilaje y puede reemplazar hasta un 20% de la dieta total diaria. Las condiciones ideales para el

proceso de ensilaje están entre 50 y 60% de humedad. Como el estiércol fresco tiene 60 – 80% de humedad y el secado conduce a grandes pérdidas de nitrógeno, otra forma de obtener un buen ensilaje es partir de un 7-14% de material vegetal seco, 3-5% de melaza, 5-20% de almidones y completar a 100% con estiércol.

En vacas de leche, la porquinaza seca se puede utilizar en una mezcla de 70% de porquinaza, 20% de melaza, 10% de subproducto de molinería y premezcla de minerales y vitaminas. Esta mezcla se puede suministrar a vacas de ordeño reemplazando el alimento concentrado hasta en 50% sin cambios significativos en la producción de leche. Tampoco se afectan las características organolépticas de la leche (color, olor, sabor), ni se afecta la salud o función reproductiva de la vaca.

Cuando se va a suministrar raciones que incluyen estiércol de cerdo a animales de larga vida (ejemplo vacas lecheras) se debe eliminar el pelo (cerda) que incluye la porquinaza, de lo contrario puede conducir a obstrucciones intestinales. Por eso se recomienda suministrar la porquinaza de los animales en fase de precebo en donde no se elimina tanto pelo y la digestibilidad de la porquinaza es mayor.

6.10 AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

El pozo séptico es el sistema más empleado para el tratamiento de las aguas residuales domésticas. El sistema básico consta de un tanque séptico de dos cámaras y un filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA. El sistema debe construirse donde no haya riesgo de contaminar fuentes de agua. No deberá construirse en zonas pantanosas o con riesgo de inundación.

La conducción de las aguas residuales que llegan al sistema deberá seguir, en cuanto sea

posible, una línea recta, tratando de evitar toda clase de codos. El valor máximo de la pendiente será de 2% por lo menos tres (3) metros antes de llegar al sistema de tratamiento. De lo contrario, debe construirse una caja de disipación de energía, para que el agua al llegar a la primera cámara no provoque disturbio y evitar así que remueva los sólidos ya sedimentados.

Debe existir una caja de inspección antes del ingreso al tanque. Esta caja debe permitir desviar las aguas cuando sea necesario (es recomendable que al menos pueda desviarse el flujo hacia el campo de infiltración cuando se desee). Para facilitar las labores de interrupción y desvío del flujo, ambas conexiones pueden hacerse mediante codos de PVC en el fondo de la caja.

Cuando la topografía del terreno lo permita, es aconsejable adicionar al tanque un sistema de desagües que facilite las labores de mantenimiento. En el primer compartimiento pueden construirse dos desagües a nivel de la losa inferior para la evacuación de lodos (con un diámetro mínimo de 6 pulgadas y conducción de alta pendiente para facilitar el movimiento de los lodos), y un desagüe para evacuación de los líquidos (4 pulgadas de diámetro), colocado tres centímetros por encima del nivel máximo de acumulación de lodos. Para el segundo compartimiento puede construirse un solo desagüe a nivel de la losa inferior (4 pulgadas de diámetro). Estos desagües pueden construirse preferiblemente mediante tapones roscados de PVC. Los desagües de líquidos pueden conectarse a la conducción que va al campo de infiltración.

La comunicación entre la segunda cámara del tanque séptico y el filtro anaeróbico puede hacerse de diferentes maneras; entre ellas se tiene, en primer lugar, una comunicación mediante dos tubos de PVC de 4 pulgadas de diámetro con perforaciones en toda su longitud. Los tubos van desde la segunda cámara hasta el extremo del filtro anaeróbico. El lecho filtrante se coloca sobre y entre ellos.

En segundo lugar, puede construirse una losa de concreto perforada colocada a 30 cm de altura, o utilizarse una rejilla para cárcamo prefabricada. Encima de ellas se deposita el lecho filtrante de piedra. En tercer lugar, puede utilizarse una capa de bloques de concreto sin fondo o con el fondo perforado, colocados sobre su lado de mayor área de modo que se formen túneles horizontales continuos. Para que el agua pueda ascender libremente, los bloques se colocan separados unos de otros (1,5 cm). También puede utilizarse para este falso fondo cajas plásticas (tales como en las que se transportan botellas de cerveza) con el fondo y las paredes perforadas. Sobre este falso fondo se deposita la piedra que forma el lecho filtrante; el cual está formado por dos capas de piedra o grava, la primera de 3 pulgadas y la segunda de 2 pulgadas.

El tamaño y la cantidad de las perforaciones de la tubería que se utiliza en el filtro debe ser suficiente para que no haya colmatación o taponamiento. Pueden hacerse con taladro ($1/2 - 3/4$ de pulgada) o con sierra (hendiduras). El área total de las perforaciones debe ser mayor que el área de la sección de las tuberías que conducen el agua al sistema. El tubo que evacúa el efluente del filtro anaerobio se perfora por la parte superior.

El campo de infiltración se construye con tubería de 4 pulgadas de diámetro que puede ser perforada (PVC o similar) o de concreto instalada a “junta pérdida” (sin empatar). Los ramales de tubería deben quedar completamente horizontales (a nivel”, siguiendo las curvas de nivel del terreno).

Para realizar la prueba de precolación necesaria para determinar la longitud de la tubería, se excava un hoyo de 60 cm de profundidad y de 30 x 30 cm de lado. Durante una hora se llena de agua tantas veces como sea necesario. Después de dejarlo drenar completamente se agrega agua hasta una altura de 15 cm y se mide el tiempo

necesario para drenar los 15 cm. Con esta información, se calcula el tiempo necesario para drenar 2,5 cm (se multiplica el tiempo tardado para drenar 15 cm por 0,1667).

Funcionamiento del sistema. La primera cámara es una unidad de sedimentación y de digestión de flujo horizontal, donde se realizan los siguientes procesos: a) separación de sólidos de la parte líquida, b) digestión limitada de la materia orgánica, c) almacenamiento de los sólidos separados, d) descarga del líquido clarificado para posterior tratamiento y disposición.

Al ingresar al sedimentador primario, las aguas residuales disminuyen su velocidad y permanecen en reposo. Los sólidos más pesados se depositan en el fondo formando una capa de lodos digeridos. Los sólidos de menos peso ascienden a la superficie ayudados por el gas metano producido durante la descomposición, formándose, así, una capa flotante conocida como nata.

La división del tanque en dos compartimientos permitirá una mejor separación de sólidos. En el tanque séptico se consiguen afluentes con menor concentración de sólidos, haciéndose más fácil su tratamiento secundario en el filtro anaerobio, el cual es muy eficiente en la remoción de sólidos suspendidos.

Cuando se construye campo de infiltración, allí se hará la disposición final del efluente. La acción bacteriana hará la depuración final.

Operación. Al sistema de tratamiento no deben ingresar aguas superficiales (lluvia, escorrentía, inundaciones, etc.).

Antes de ponerlo en funcionamiento, el tanque séptico se deberá llenar de agua hasta el nivel máximo. Es conveniente adicionar 5 – 8 baldes de lodo activo de otro tanque que esté funcionando.

El tanque deberá inspeccionarse para verificar que no haya fugas u otros desperfectos y realizar las correcciones del caso. Luego, cada 18 ó 24 meses, también hay que hacer las inspecciones necesarias; para ello se dejan las tapas removibles.

Deberá usarse sólo papel higiénico. Los otros papeles o materiales comunes como trapos, basuras, toallas sanitarias, etc., pueden ocasionar obstrucción y mal funcionamiento del sistema.

Ni en el tanque, ni en los servicios sanitarios deben usarse productos químicos desinfectantes; ya que éstos afectarán los procesos naturales que se llevan a cabo en el sistema.

Mantenimiento. Como ocurre con cualquier sedimentador, es necesario evacuar del tanque séptico el lodo y la nata acumulados cuando ellos han alcanzado determinados niveles; de lo contrario, el tanque séptico deja de cumplir su función. Además, si el nivel de los lodos o la nata se acerca mucho al tubo que comunica con la segunda cámara, las partículas serán arrastradas hasta el filtro anaerobio obstruyendo el sistema, y creando la posibilidad de que las aguas servidas incrementen sus niveles y se devuelvan por la tubería de conducción hacia los artefactos sanitarios.

Antes de realizar la inspección y evacuación, el tanque séptico deberá dejarse ventilar profusamente hasta que los gases se hayan desalojado para evitar riesgos de explosión o asfixia.

La labor de mantenimiento consiste exclusivamente en la evacuación de la nata y los sólidos acumulados. El tanque no debe lavarse, ni se le debe agregar desinfectantes u otras sustancias químicas después de la evacuación. Se debe dejar un residuo de lodo para propósitos de inoculación.

Puede impedirse la llegada de agua al tanque durante el corto tiempo que duran las labores de mantenimiento. Ella puede desviarse al campo de infiltración o a una fosa en tierra que funcionará como sumidero por el tiempo que duren las actividades.

Los lodos podrán evacuarse por los desagües o extraerse con una bomba sumergible o manualmente con un recipiente provisto de un mango largo. La nata y el lodo no podrán utilizarse inmediatamente como abono; ellos deben ser sometidos a un proceso de compostación mezclándolos con grama, viruta de madera o cualquier otro material vegetal. Los vegetales abonados con este material no se deberán ingerir crudos, y preferiblemente el material debe destinarse a abonar pastos o cultivos que no sean de consumo directo por los humanos.

Debido a la gran proporción de humedad de los lodos, es preferible que ellos sean descargados sobre el material que se utilizará para compostarlos. Si antes de evacuar los lodos se ha extraído del tanque la fracción de líquidos, los lodos tendrán menor proporción de humedad y serán de más fácil manejo. Si al momento de evacuar los lodos, los líquidos se evacúan mediante desagüe al campo de infiltración, debe evitarse el flujo de nata y lodo hacia el campo de infiltración.

Un lecho de secado es otra alternativa para la deshidratación y estabilización de los lodos retirados del sistema. Este consiste en una estructura de 2,0 metros de largo, 1,5 de ancho y 0,7 de profundidad, a la cual se le incorpora en el fondo una capa de 30 cm de grava con un diámetro de 2 a 2,5 pulgadas, una capa de 10 cm de arena gruesa. Después de esparcir el lodo sobre el lecho, se debe agregar una capa de cal para evitar la proliferación de mosca. Después de dos meses, el lodo estabilizado podrá ser utilizado como abono.

Mantenimiento y limpieza del filtro anaerobio. Si el filtro esta colmatado y no

permite un flujo libre de agua hacia la tubería perforada que le da salida, el nivel de agua en la segunda cámara será superior a la entrada. Cuando esto ocurre, se debe realizar la labor de limpieza del filtro. Por ello, es necesario inspeccionar el nivel del agua en la segunda cámara con frecuencia.

Para iniciar las labores de limpieza se deben desviar las aguas desde la caja de inspección y llevar a cabo los siguientes pasos:

- Retirar el agua que se encuentra en el filtro y la segunda cámara por bombeo desde la segunda cámara o mediante desagüe.
- Agregar cal viva a la superficie filtrante en cantidad suficiente para cubrir la superficie total de las piedras que forman el lecho filtrante. Luego agregar agua con cal hasta cubrir todo el lecho filtrante y dejarla permanecer allí por espacio de dos días. La cal disuelta en agua debe llegar a todas las piedras que conforman el filtro (verificar la presencia de cal en el agua de la segunda cámara).
- Realizar un retrolavado, aplicando a presión agua con cal y posteriormente agua sola en la superficie del lecho filtrante.
- Eliminar toda esta agua desde la segunda cámara.
- Este proceso se realiza hasta que el agua salga relativamente limpia.

En ningún caso el agua evacuada del sistema o el agua utilizada en el mantenimiento debe ser descargada a un cuerpo de agua; puede construirse un sumidero.

(VER GRÁFICO SIGUIENTE PÁGINA)

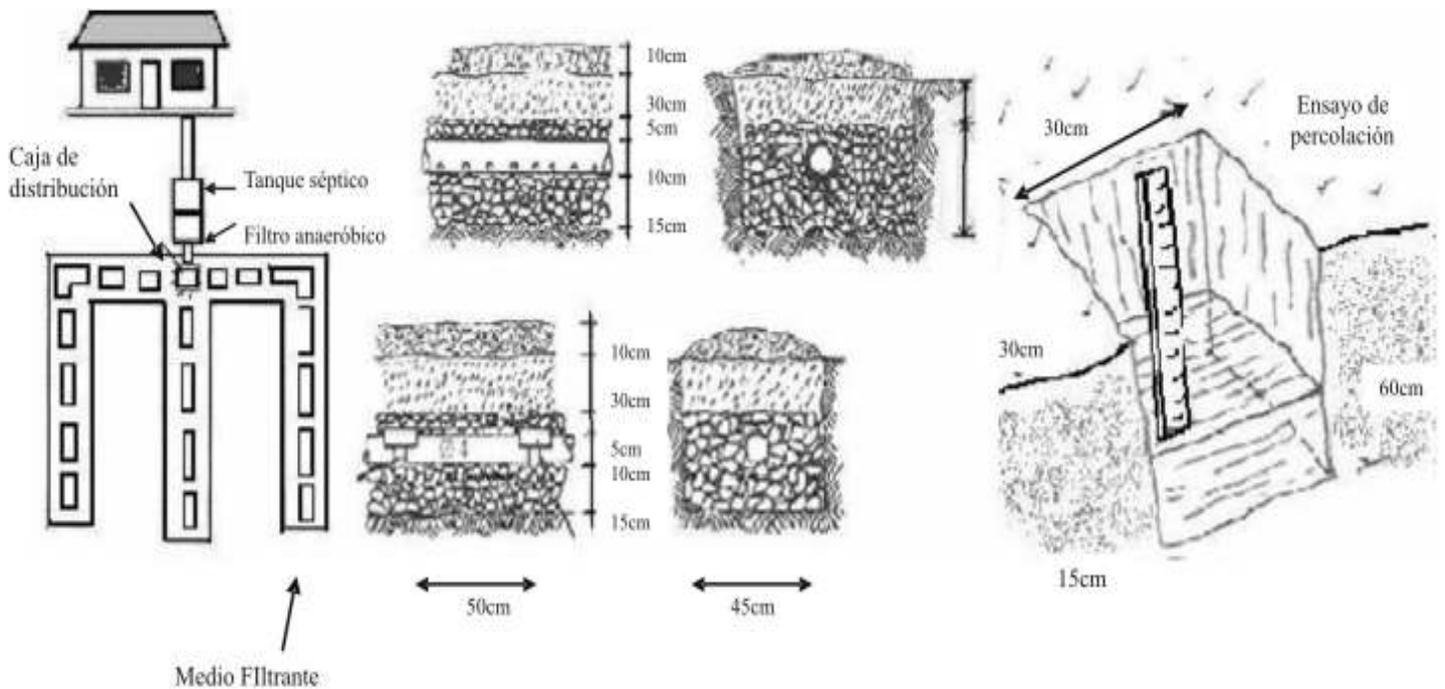
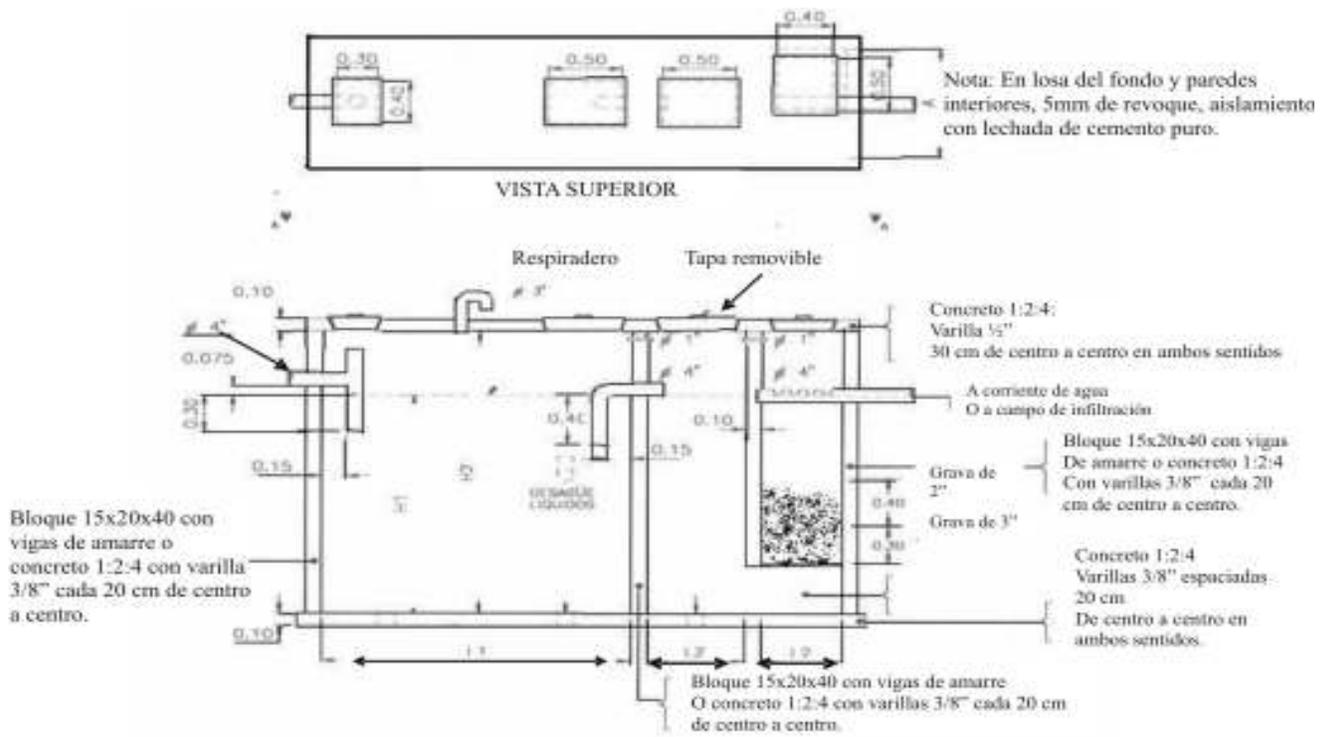
Tabla 16. Dimensiones del sistema de tratamiento de aguas domésticas según la cantidad de personas

	Cap. líquida (litros)	Dimensiones (m)					Nivel máximo de lodos (cm)
		Ancho A	Largos		Alturas		
			L1	L2	H1	H2	
Hasta 10	1.500	0,7	1,3	0,6	1,2	1,5	41
11 – 15	2.250	0,9	1,3	0,7	1,3	1,6	52
16 – 20	3.000	1,0	1,5	0,8	1,4	1,7	70
21 – 25	3.750	1,1	1,6	0,8	1,5	1,8	90

Tabla 17. Parámetros para el cálculo del campo de infiltración

Textura del suelo	Mtos que tarda el agua en bajar 2,5 cm	Longitud total de tubería		
		Hasta 10 personas	11 – 15 personas	16 – 20 personas
Grava, arena gruesa	< 1	No adecuado*		
Arena gruesa	1	20	30	40
Arena gruesa media	2	24	36	48
	3	28	42	56
	4	32	48	64
	5	35	53	
Arena fina, arena limosa	10	50	75	100
	15	65	98	130
Arena limosa, limos	20	75	112	150
	30	96	144	192
Limos	45	120	180	240
	50	128	192	256
	60	135	202	270

* Estos suelos se pueden utilizar si se reemplazan más de 60 cm de espesor del suelo con arena o arena limosa.



6.12 MANEJO DE ENVASES DE VIDRIO QUE HAN CONTENIDO BIOLÓGICOS

Incluyen los frascos de vacunas, sueros hiperinmunes y otros similares. La primera alternativa consiste en someterlos a una incineración que garantice una destrucción completa del material vivo y luego enterramiento.

La segunda alternativa es destaparlos y depositarlos junto con sus tapas en un recipiente que contiene una solución inactivadora de hipoclorito a 5.000 ppm o creolina al 2% o formol al 10% por un periodo de 3-4 horas. Después deben ser enterrados o destinados a un relleno sanitario cuando se acumule una cantidad suficiente.

6.13 OTROS ENVASES DE VIDRIO

Los envases de vidrio no contaminados con material biológico deben colocarse en un lugar adecuado hasta el momento en que exista una cantidad suficiente para ser entregados a entidades autorizadas para manejar basuras o a entidades dedicadas al reciclaje.

Siempre que el material de vidrio se destine a reciclaje, debe separarse el material transparente del de color (ámbar, verde, etc.). Se debe llevar control sobre el material entregado.

6.14 MATERIAL CORTOPUNZANTE

Formado básicamente por agujas hipodérmicas y cuchillas de bisturí. Deben ser sometidos a una solución de hipoclorito a 5.000 ppm o creolina al 2% o formol al 10%. Después de un tiempo no inferior a 3-4 horas deben empacarse en forma tal que no presenten peligro de herida para sus manipuladores y se deben destinar a relleno

sanitario o entidad autorizada para manejar basuras.

6.15 MATERIAL PLASTICO CONTAMINADO MICROBIOLOGICAMENTE

Se incluyen en esta categoría materiales como jeringas, venoclisis, guantes, frascos de vacunas o bacterinas y similares.

La primera alternativa es someterlos a incineración y entierro. La segunda alternativa es someterlos a las soluciones inactivadoras mencionadas anteriormente para luego ser empacados y enviados a relleno sanitario.

7.1 EVALUACIÓN

7.1.1 Verificación por parte del productor de la efectividad de las medidas ambientales implementadas, con el propósito de demostrar su cumplimiento por el uso racional de los recursos y disminución de impactos.

7.2 SEGUIMIENTO Y MONITOREO

7.2.1 Seguimiento. Comprende una serie de acciones que permiten verificar los compromisos del proyecto en relación a todas las variables ambientales identificadas en la Guía de Manejo Ambiental. Esta actividad pretende:

- Verificar el cumplimiento de las medidas adoptadas de acuerdo a las alternativas presentadas en la Guía de Manejo Ambiental.
- Rastrear el comportamiento del entorno físico, biológico y social del proyecto a fin de detectar posibles fallas de las medidas propuestas y determinar impactos residuales, acumulativos o no esperados que dependen del proyecto y que pueden afectar a los ecosistemas, a la salud humana y al medio físico.
- Evaluar el desempeño ambiental de la empresa (dueño del proyecto).

Los resultados de este seguimiento deberán alimentar el proceso de mejoramiento continuo de la empresa de tal forma que sirva para determinar la necesidad de implementar medidas correctivas. Esta actividad se debe llevar durante las fases de construcción, ejecución y/o operación del proyecto.

7.2.2 Monitoreo. Son datos, cifras o valores que resultan de la medición de parámetros y e su comparación con estándares establecidos en la Legislación colombiana o en la reglamentación específica que para tal fin se expida. El objetivo de este monitoreo es de determinar la calidad ambiental del entorno donde se lleva a cabo una determinada actividad productiva.

La calidad ambiental es el resultado de la interacción de la descarga de agentes contaminantes ocasionada con las diferentes fuentes de contaminación a los sistemas naturales que las reciben tales como: la atmósfera, cuerpos de agua, acuíferos subterráneos o superficiales, los cuales diluyen y transportan los elementos contaminantes que ellos reciben.

Estas actividades se deben llevar a cabo durante las fases de construcción, ejecución y/o operación del proyecto.

Formulario de Evaluación de la Granja Porcina

Granja:	Tipo de explotación (Fases):	
Dirección:	Propietario:	
Aspecto	Puntaje	Comentarios
INSTALACIONES		
Edificaciones		
Alrededores		
Diseño, construcción y mantenimiento		
Iluminación		
Ventilación		
Pozo séptico para el manejo de aguas residuales domésticas		
Estercolero		
Tipo de sistema de manejo y/o tratamiento de las aguas residuales provenientes de la granja.		
Disposición de cadáveres, placentas y material patógeno.		
Disposición de residuos inorgánicos		
Disposición de material biológico, bisturí y venoclisis		
Disponibilidad de agua potable		
Calidad de agua		
Instalaciones sanitarias para el personal		
Area para la desinfección del vehículo		
Area de duchas para el personal y visitantes		
Planta de tratamiento de agua potable		
Registro de mantenimiento de áreas		
MANEJO GENERAL DE LA GRANJA		
Plan de vacunación		
Normas de bioseguridad		
Distribución de pediluvios con solución desinfectante		
Rotación de desinfectantes		
Registros de mortalidad		
Registros productivos por áreas		
Registro de ingreso de pie de cría		
Registro de programación de montas y/o inseminación artificial		
PERSONAL		
Programa de inducción y entrenamiento al personal		
Manejo de medicamentos, Normas de bioseguridad, Plan de saneamiento, Plan de manejo ambiental, entre otros.		
Limpieza y comportamiento		

Formulario de Evaluación de la Granja Porcina

Granja:	Tipo de explotación (Fases):	
Dirección:	Propietario:	
Aspecto	Puntaje	Comentarios
SANEAMIENTO Y CONTROL DE PLAGAS		
Programa de saneamiento		
Registros de saneamiento		
Programa manejo integral de plagas		
Registros control de plagas		
Medidas de Gestión Ambiental		
MANEJO DE DESECHOS PATÓGENOS		
Utilización de recipientes o bolsas para su diferenciación		
Programa de capacitación al personal para su manejo		
Desinfección de recipientes que han contenido material biológico		
Disposición de cadáveres, placentas y otros desechos patógenos		
ALMACENAMIENTO DE ALIMENTO Y MEDICAMENTOS		
Almacenamiento independiente de tipo de producto		
Manejo de los productos		
Señalización e identificación de productos almacenados		
Movilización de alimentos y medicamentos		
Puntaje total		
Observaciones:		
Firma del Responsable Granja:	Firma del Supervisor:	
_____	_____	

Formato Reporte de Análisis de Riesgos en la Granja Porcina

Propietario:		Granja:	
Tipo de explotación (Fases):		Dirección:	
Teléfono:		Fecha:	
Medidas de control	Frecuencias	Límites críticos	Acciones correctivas
Observaciones:			
Firma del Responsable Granja:		Firma del Supervisor:	
<hr/>		<hr/>	

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Descripción de la actividad	Relacionada con la evaluación de la eficiencia de los diseños y desarrollo de las acciones ambientales durante las actividades de construcción.
Indicadores	Zonas de revegetalización y reforestación. Manejo adecuado de aguas de escorrentía Manejo de residuos sólidos Disposición de material de descapote y excavación.
Actividades a realizar	Verificar los registros de estado y avance de los trabajos de revegetalización. En caso de requerirse, ajustar los métodos de siembra. Verificar que la disposición de materiales provenientes del descapote y excavaciones se esté efectuando de manera conveniente, que no se encuentre obstaculizando drenajes y que estén debidamente cubiertos. Verificar el adecuado funcionamiento del programa del manejo de residuos sólidos. Verificar que la disposición final de escombros se haga en sitios adecuados.
Momento de ejecución	Durante todo el tiempo que dure la actividad y después de terminadas las actividades con el fin de identificar la efectividad de la misma.
Responsable	Autoridad Ambiental Competente.

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Descripción de la actividad	Relacionada con la evaluación de la eficiencia de los diseños y desarrollo de las acciones ambientales durante las actividades de construcción.
Indicadores	Zonas de revegetalización y reforestación. Manejo adecuado de aguas de escorrentía Manejo de residuos sólidos Disposición de material de descapote y excavación.
Actividades a realizar	Se debe llevar registro del consumo de agua asociado al inventario de animales. Esta información se debe coleccionar con intervalos no mayores a un mes. La información debe permitir calcular el consumo diario por individuo y por kilo de población porcina en pie. Llevar registro del plan de fertilización con porquinaza diseñado. Controlar la calidad de los cuerpos de agua en riesgo de ser contaminados en aquellas explotaciones que cursan cuerpos de agua y utilizan el estiércol líquido como fertilizante con o sin tratamiento o proceso para adiccionarla a los suelos. Se deben medir las concentraciones de sólidos suspendidos, DBO5 y total de nitrógeno Kedjhal (NTK). Cuando se establecen sistemas de tratamiento para la porquinaza líquida es necesario realizar mediciones semestrales, antes del tratamiento y antes de descargar a cuerpos de agua de las concentraciones de sólidos suspendidos, DBO5 y total de nitrógeno Kedjhal (NTK). Verificar que no haya acumulo de materia orgánica. Verificar que no haya poblaciones grandes de moscas. Verificar que no haya aumento en la población de roedores. Verificar que las obras realizadas para la disposición de mortalidades, fetos, placentas, etc. y residuos sólidos

	inorgánicos se efectúe de manera técnica. Llevar control escrito de todo el material que salga del predio como sólidos tratados o sin tratar, residuos o desechos.
Momento de ejecución	Durante todo el tiempo que dure la actividad.
Responsable	Dueño, administrador y operarios.

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Descripción de la actividad	Relacionada con la evaluación del consumo de agua por parte de la finca.
Indicadores	Fecha de lectura Lectura anterior Lectura actual Consumo Inventario promedio en número (animal-día) durante el periodo Inventario promedio en kilos de población porcina en pie (kilos-día)
Actividades a realizar	Se debe llevar registro del consumo de agua asociado al inventario de animales. Esta información se debe coleccionar con intervalos no mayores a un mes. La información debe permitir calcular el consumo diario por individuo y por kilo de población porcina en pie.
Momento de ejecución	Permanentemente
Responsable	Dueño, administrador y operarios.

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Descripción de la actividad	Relacionada con el control de contaminación de cuerpos de agua.
Indicadores	Sólidos suspendidos totales Demanda biológica de oxígeno DBO5 Total de Nitrógeno kedjhal (NTK)
Actividades a realizar	<p>Puesto que el principal riesgo ambiental de la fertilización nitrogenada es la contaminación de los cuerpos de agua con compuestos nitrogenados y especialmente con nitratos, es necesario y conveniente realizar un seguimiento estricto a los cuerpos de agua que están en riesgo de ser contaminados a causa de la fertilización con nitrógeno. Esto se aplica tanto al uso de fertilizantes químicos como a los orgánicos.</p> <p>Aquellas granjas que utilizan la porquinaza líquida con o sin tratamiento o proceso para adiccionarla a los suelos, deben controlar la calidad de los cuerpos de agua en riesgo de ser contaminados por esta labor al menos cada año. Con base en mediciones antes y después de discurrir por la zona de riesgo, o en el momento de ingresar al predio y en el momento de dejarlo, se monitorea la calidad del agua. El muestreo debe hacerse</p>

	<p>dentro de los periodos en que se den los mayores valores del inventario en peso de la población porcina en pie.</p> <p>Procedimiento para la recolección de muestras. Para conocer la cantidad total (carga) de una sustancia (nitrógeno o sólidos suspendidos totales, etc.) que está cayendo a un cuerpo de agua en un día o en un año se necesitan dos datos fundamentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La cantidad total de agua que discurre en un día, y ▪ La concentración promedia de la sustancia en el agua. <p>Se recomienda que la muestra final que se someterá al análisis de laboratorio esté formada por la suma de una serie de muestras tomadas durante un periodo no inferior a 4 horas con un intervalo aproximado de media hora. Se denomina aquí submuestra a cada una de las muestras tomadas en este tiempo. Cada una de estas submuestras debe tener un volumen aproximado de medio litro (500 ml). La muestra final debe tener un volumen no inferior a 3,5 litros (3.500 ml).</p> <p>Procedimiento. Los implementos necesarios para tomar las muestras y hacer las mediciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recipientes (frascos) para tomar 9 submuestras de medio litro, numerados con anterioridad para cada submuestra (para cada submuestra puede usarse más de un frasco). ▪ Un recipiente plástico con capacidad mínima de 3.500 mililitros (generalmente entregado por el laboratorio que hará el análisis). ▪ Probeta graduada. Puede reemplazarse por una jeringa de 20 ó 50 cm³. ▪ Pipeta. Puede reemplazarse por una jeringa de 20 ó 50 cm³. ▪ Flexómetro. Regla de madera de longitud suficiente. ▪ Cronómetro o reloj con segundero. ▪ Nevera de icopor, hielo o refrigerante. ▪ Cinta de enmascarar para marcar submuestras y muestra. ▪ Tabla soporte y papel para tomar información.
Momento de ejecución	Durante todo el tiempo que dure la actividad.
Responsable	Dueño de la granja.

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Descripción de la actividad	Relacionada con el control al funcionamiento de sistemas de tratamiento
Indicadores	Sólidos suspendidos totales Demanda biológica de oxígeno DBO5 Total de Nitrógeno kedjhal (NTK)
Actividades a realizar	Como mínimo es necesario realizar mediciones semestrales, antes del tratamiento y antes de descargar. El muestreo debe hacerse dentro de los periodos en que se den los mayores valores del inventario en peso de la población porcina en pie.
Momento de ejecución	Durante todo el tiempo que dure la actividad.

Responsable	Dueño, administrador y operarios.
-------------	-----------------------------------

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Descripción de la actividad	Relacionada con el control al plan de fertilización.
Indicadores	Tipo de cultivo, Fecha, Dosis, Método de aplicación.
Actividades a realizar	<p>Cuando se establece un plan de fertilización es necesario hacer un seguimiento al comportamiento de los diferentes elementos en el suelo. Los análisis de suelos de los diferentes lotes permiten ver cómo cambia la fertilidad del suelo en función de las aplicaciones de porquinaza. La frecuencia con la cual deben hacerse análisis de la fertilidad del suelo varía en función de la intensidad con que el suelo sea cultivado y de la intensidad y frecuencia de las aplicaciones de porquinaza. En principio, se recomienda tener como referencia un periodo de dos años para la frecuencia de realización de análisis de fertilidad del suelo. Pero esta frecuencia puede ampliarse o disminuirse en función de los factores mencionados.</p> <p>El análisis de fertilidad del suelo debe incluir al menos los siguientes ítems: textura, pH, materia orgánica, CIC efectiva, fósforo, azufre, calcio, magnesio, potasio, sodio, elementos menores, amonio. Cuando se desee un indicativo del nivel de nitratos, la muestra debe recogerse en época seca. Para un mismo suelo, el nivel de nitratos presenta grandes variaciones. La interpretación de los valores obtenidos para nitratos debe ser hecha por técnicos con el debido conocimiento y experiencia con los suelos de la zona.</p> <p>En cualquier sistema de producción agrícola que utiliza de manera frecuente fertilización, es necesario mantener un registro permanente de los niveles de fertilización aplicados a cada lote de cultivo. Igualmente, es necesario tener registrado el nivel de producción obtenido en cada lote. En el caso de fertilización de praderas en las que pasta ganado sea en producción de leche o carne y que se suplementan en su alimentación con alimento concentrado y sales mineralizadas, es muy importante conocer el análisis bromatológico del pasto producido. Utilizar alimentos concentrados y complementos minerales indiscriminadamente sin tener en cuenta la composición del pasto que es producido con la fertilización con porquinaza conduce comúnmente a un gasto innecesario que, además, puede ser causa de desbalances importantes y en muchos casos, peligrosos en la alimentación de los animales. Los niveles de proteína y de</p>

	nitrógeno no proteínico de estos complementos y suplementos merecen especial cuidado.
Momento de ejecución	Durante todo el tiempo que dure la actividad.
Responsable	Dueño, administrador y operarios.

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Descripción de la actividad	Relacionada con la evaluación al control del material que sale del predio.
Indicadores	Fecha de despacho Tipo y cantidad de material entregado Nombre y documento de identidad de la persona que recibe Destino final del material
Actividades a realizar	Debe llevarse control escrito de todo el material que salga del predio (sólidos tratados o sin tratar y en general cualquier clase de residuos o desechos) siempre que se entregue a terceros.
Momento de ejecución	Durante todo el tiempo que dure la actividad.
Responsable	Dueño, administrador y operarios.

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Descripción de la actividad	
Indicadores	
Actividades a realizar	
Momento de ejecución	
Responsable	

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Descripción de la actividad	
Indicadores	
Actividades a realizar	
Momento de ejecución	
Responsable	

Guía Ambiental para el Subsector Porcícola

			0.0451					0.0445				
--	--	--	--------	--	--	--	--	--------	--	--	--	--

Fertilización N						
Fecha cada dosis		Días porquinaza	Total N kg	N/ha kg	Acumulado año	
Inicia mm dd a a	Termina mm dd aa				Total N kg	N/ha kg

Movimiento ganado						
Entran			Descanso días	Salen fecha mm dd aa	No de animales	Días ocupación
Fecha mm dd aa	No animales	Peso prom kg				

			X					X				
			0.0451					0.0445				

* Semana o mes, según la estabilidad del inventario

Control de fertilización y carga de potreros

Finca: _____

Potrero:

Area: _____ Has: _____
 recomendada: _____ kg N/ha pastoreo

Fertilización

Pasto: _____ kg N/ha dosis
 dosis: _____ kg N;

Total potrero, por

_____ días porquinaza



República de Colombia
**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA
 Y DESARROLLO TERRITORIAL**



Suelo					
Aire					
Flora y Fauna					
Social					

FICHA DE MONITOREO

Localización: Departamento: _____ Municipio: _____
 _____ Vereda: _____

Actividad: _____

Recursos utilizados	Parámetros monitoreados	Lugar del muestreo	Tipo de análisis	Datos, cifras o valores
Agua				
Suelo				
Aire				
Flora y Fauna				
Social				

FICHA DE SEGUIMIENTO

Localización: Departamento: _____ Municipio: _____
 _____ Vereda: _____

Actividad: _____

Recursos	Parámetros de	Lugar del	Tipo de	Concepto de la
----------	---------------	-----------	---------	----------------



MINISTERIO DE AMBIENTE,
 VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL



utilizados	seguimiento	muestreo	análisis	autoridad ambiental
Agua				
Suelo				
Aire				
Flora y Fauna				
Social				

INFORME TÉCNICO No.

ASUNTO: Visita de verificación de la gestión ambiental en las granjas porcícolas
 USUARIO: _____ NOMBRE DEL PREDIO: _____
 EXPEDIENTE (s): _____ COORDENADAS: _____
 MUNICIPIO: _____ VEREDA: _____
 FECHA: _____

Con el fin de verificar el cumplimiento de las metas de reducción de la contaminación, compromisos individuales del Convenio, vigencia de los permisos ambientales y eficiencia de los sistemas de control de la contaminación, por tanto se procedió a realizar visita técnica a las instalaciones de la granja _____ el día _____ de _____ de 2002, en la cual participaron:

 PORCÍCOLA
 ENTIDAD AMBIENTAL

ANTECEDENTES

Ultima actuación técnica: No. Informe técnico _____ de fecha _____

Principales recomendaciones:

Auto de requerimiento o resolución No. _____ de _____
 Notificación _____ de _____ Principales requerimientos:

Se han presentado quejas: SI _____ NO _____ No de informe técnico _____ de fecha _____

Principales recomendaciones:



República de Colombia
MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL



VERIFICACIÓN PERMISOS AMBIENTALES

Aprobación Plan de Manejo Ambiental: Requiere ____ Vigente ____ Trámite ____
Resolución No. _____ del _____
Observaciones:

Concesión de aguas: Requiere ____ Vigente ____ Trámite ____ Resolución No. _____ del _____
Fecha de vigencia ____ Caudal otorgado (l/s) ____ Pecuario ____ Doméstico ____
Fuente hídrica _____
Observaciones (estado de la fuente)

Permiso de vertimiento: Requiere ____ Vigente ____ Trámite ____ Resolución No. _____ del _____
Fecha de vigencia _____ Fecha de notificación _____ Observaciones

OBSERVACIONES

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Actividad de la granja (cría, ceba, ciclo completo)

1.2 Nombre del propietario y/o representante legal

1.3 Dirección de notificación _____ teléfono

1.4 Nombre del arrendatario y/o representante legal

1.5 Dirección de notificación

1.6 Número de trabajadores y empleados

1.7 Descripción del entorno

2. INFORMACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

2.1 Sistema de manejo de las excretas porcinas

2.2 Población animal

2.3 INFORMACION DEL PLAN DE FERTILIZACION

2.3.1 Presentó el plan de fertilización nitrogenada SI ____ NO ____ Cuales pasos

2.3.2 Frecuencia de fertilización. Días _____ Número de horas _____

2.3.3 Area disponible _____ (ha). Area necesaria en el Plan de Fertilización _____

2.3.4 Tipo de riego _____ Caudal de riego _____ lt/s Tiempo por sitio _____ Mínimo área por sitio _____

2.3.5 Días de rotación potreros _____ Ocupación _____ Descanso _____

Existencia de registros de control de la rotación de potreros _____
Número de potreros _____

2.3.4.6 Número de bovinos en el predio _____ Tipo de cultivo fertilizado _____

2.3.7 Dosis de fertilizante kg/ha/cosecha _____

2.3.8 Conocimiento del Plan de fertilización por parte del encargado SI _____ NO _____
Recomendaciones _____

2.3.9 ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE LAS AGUAS ESTERCOLADAS

2.3.9.1 Capacidad y estado del tanque estercolero _____

2.3.9.2 Características del tanque estercolero (impermeabilización, estructuras de entrada y salida, canales perimetrales, cubrimiento, material en que esta construido) _____

2.3.9.3 Existe agitación del estercolero antes de fertilizar SI _____ NO _____ Manual _____ Mecánica _____

2.3.9.4 Frecuencia de vaciado _____ días

3.3.3 Sistema de recolección de los lodos resultantes del tanque: _____

3.3.4 Sistema de manejo y disposición final de los lodos: _____

3.3.5 Frecuencia de vaciado _____ días. Frecuencia de aseo del tanque estercolero _____ días.

2.3.9.5 La granja hace separación de sólidos de las excretas porcinas SI _____ NO _____

2.3.9.5.1 Sistema de separación y eficiencia (real o presuntiva) _____

2.3.9.5.2 Manejo de sólidos separados y uso _____

2.4 PLAN DE CONTINGENCIA

2.4.1 Existencia de los mecanismos de contingencia propuestos en el PMA _____

2.4.2 Conoce los mecanismos de contingencia _____

2.5 PROTECCION A FUENTES DE AGUA

2.5.1 Acceso ganado SI _____ NO _____

2.5.2 Fuentes de agua en zona de riego _____

Distancia

_____ m

2.5.3 Estado de la vegetación aledaña a la fuente de influencia de la fertilización

_____ Tipo de vegetación

2.6 CONTROL DE ROEDORES Y MOSCAS

2.6.1 Existencia de controles biológicos, culturales y/o químicos _____

Cuáles _____

2.6.2 Orden y limpieza de las instalaciones

2.6.3 Presencia de acumulación de material orgánico con larvas

_____ Observaciones: (Es efectivo el control)

2.7 CONTROL DE OLORES

2.7.1 Hay acumulación de porquinaza en los potreros

2.7.2 Limpieza de instrumentos y tuberías de fertilización

2.7.3 Implementación de sistemas de mitigación de olores

2.8 USO Y ABASTECIMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO

2.8.1 Posee obra de control de flujo de agua en la captación sobre la fuente

_____ Diseños aprobados por la Corporación

2.8.2 Posee obra de control de flujo de agua en la porcícola

2.8.3 Existe aprovechamiento de las aguas lluvias

2.8.4 Existen registros de consumos de agua de la granja

_____ Consumo promedio diario, semanal o mensual:

m³

2.9 USO EFICIENTE DEL AGUA

2.9.1 Estado de las redes de conducción y distribución

2.9.2 Eficiencia en los bebederos

2.9.3 Sistema de lavado de los corrales

2.9.4 Separación de aguas lluvias de las estercoladas

La granja cuenta con canoas de recolección, red de conducción y área de almacenamiento de agua lluvia SI _____ NO _____

2.10 MANEJO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

2.10.1 Describir el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas

2.10.2 Describir las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas

_____ Frecuencia _____

2.10.3 Hay requerimiento de monitoreo y cumplimiento de las normas de vertimiento SI _____ NO _____

El usuario ha entregado informes de caracterización de los sistemas de tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas y las eficiencias de remoción de cargas contaminantes

2.11 MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS

2.11.1 Disposición y manejo de los residuos sólidos domésticos

Tipo de residuos	Fuentes de generación	Alternativas de manejo	Disposición final
Papel			
Vidrios			
Orgánicos			
Otros			

Observaciones (Estado de los sitios de disposición y/o empresa a la cual entregan)²

2.11.2 Disposición y manejo de los residuos sólidos especiales

Tipo de residuos	Fuentes de generación	Alternativas de manejo	Disposición final
Plástico con contenido biológico			
Vidrio con contenido biológico			
Material cortopunzante ³			
Desechos de labores profilácticas ⁴			

Tejidos y animales muertos			
----------------------------	--	--	--

Observaciones (Estado de los sitios de disposición y/o empresa a la cual entregan)⁵

^{2 y 5} Se verificaran los certificados y/o facturas de las empresas que reciben y/o transportan y disponen el material.

³ Material cortopunzante. Formado básicamente pr agujas hipodérmicas.

⁴ Material profiláctico. Desechos de prácticas sanitarias que se hacen para evitar enfermedades.

3.5 CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS INDIVIDUALES

3.5.1 Requerimientos de la Corporación

4. INSTRUMENTOS ECONOMICOS

Tiene requerimiento de pago de tasas retributivas SI _____ NO _____

Fecha hasta la cual se pago _____ No. de factura

_____ Fecha _____

En su concesión aparece tasa por uso del agua _____

Fecha hasta la cual se pagó _____ No. De factura

_____ Fecha _____

CONCLUSIONES:

1. PERMISOS AMBIENTALES
2. PLAN DE FERTILIZACION NITROGENADA
3. PLAN DE CONTINGENCIAS
4. CONTROL DE ROEDORES Y MOSCAS
5. CONTROL DE OLORES
6. USO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA
7. MANEJO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS
8. MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS COMUNES Y ESPECIALES
9. CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS INDIVIDUALES

RECOMENDACIONES:

Se sugiere requerir al Representante Legal de la Granja

_____ para que proceda a:

Iniciar los trámites de los permisos de

Cumplir con los compromisos adquiridos

8. TRÁMITES ANTE LA AUTORIDAD AMBIENTAL

7.1. LISTADO DE TRÁMITES POR COMPONENTE AMBIENTAL

competencias de uso en el área de influencia de una corriente.

7.1.1 Concesión de aguas superficiales

Las concesiones se otorgan de acuerdo a este orden de prioridades:

Para poder hacer uso de las fuentes de agua de manera directa (esto es cuando no es suministrada por una institución en particular como puede ser una empresa de acueducto o un distrito de riego) el agricultor debe solicitar ante la corporación autónoma regional correspondiente un permiso específico que se denomina concesión de aguas.

- Consumo humano colectivo (acueductos) urbano o rural.
- Usos domésticos individuales
- Usos agropecuarios colectivos o individuales
- Generación de energía hidroeléctrica
- Usos industriales
- Usos mineros
- Usos recreativos

Las concesiones de aguas, que se rigen por lo dispuesto en el Decreto 1541 de 1978, son actos administrativos por los que una persona natural o jurídica, pública o privada adquiere un derecho para aprovechar las aguas para cualquier uso. En el acto administrativo se define el caudal y régimen de operación, así como las obligaciones del usuario en cuanto a manejo y construcción de las obras de captación y distribución requeridas.

Pasos para obtener una concesión de aguas:

No se requiere concesión de aguas las personas que utilicen las aguas de uso público mientras discurren por cauces naturales, para beber, abrevar animales, lavar ropa u acciones similares, en tanto el agua se uso sin establecer derivaciones, emplear máquinas o aparatos, o detener o desviar su curso.

- Reclamar el formulario de concesión de agua en cualquier oficina de la Corporación Autónoma correspondiente y retornarlo debidamente diligenciado.
- Cancelar el valor correspondiente a la visita ocular, en la entidad financiera que le sea indicada.
- El profesional especializado en aguas de la Dirección Regional respectiva, estudiará los títulos y se expedirá el auto admisorio que señala la fecha y hora en que se realizará la visita ocular por parte de un ingeniero y/o auxiliar de la regional.
- Por lo menos con diez días de anticipación a la práctica de la visita ocular, la Entidad fijará en lugar público de sus oficinas y de la alcaldía o de la inspección de la localidad, un aviso en el cual se indique el lugar, la fecha y el objeto de la visita, para que las

Las concesiones, cuya vigencia es de 10 años, pueden ser otorgadas mediante dos procedimientos:

Asignaciones individuales para personas naturales o jurídicas que requieran el agua para cualquier uso.

Reglamentación de corrientes ejecutadas de oficio por la Corporación a petición de los interesados, cuando hay varios usuarios y

personas que se crean con derecho a intervenir puedan hacerlo.

- Se comunica la resolución al interesado para que concurra a la notificación de la misma y a partir de aquí se cumple la ejecutoria de la obra o actividad o se realiza el trámite de recursos en caso de que éste se presente.
- El beneficiario deberá publicar la resolución aprobatoria en el Diario Oficial.

7.1.2 Concesión de aguas subterráneas

Para la concesión de aguas subterráneas se debe tramitar primero el permiso de perforación de pozo.

Se envía una carta a la entidad, solicitando el permiso para la perforación de un pozo. Allí se incluye el nombre del propietario, el plano de localización del predio, el uso de agua y el caudal que requiere.

La solicitud debe ser realizada por el propietario. Si el pozo hace parte de un proyecto que requiere licencia ambiental, el usuario debe primero tramitar la licencia ante la Corporación.

Una vez construido el pozo, se debe solicitar la concesión de aguas o licencia de aprovechamiento. El usuario debe llenar un formato que le será entregado en la Corporación, especificando los requerimientos de caudal y régimen de operación. También debe anexar la información técnica del pozo (prueba de bombeo, columna litológica y diseño), certificado de tradición del predio o escritura pública y el certificado de la Cámara de Comercio, en caso de que el propietario sea una sociedad o industria.

Con base en esta información, el grado de explotación y la disponibilidad de las aguas subterráneas en la zona donde se localiza el predio, la Entidad emite la licencia de aprovechamiento mediante resolución. En ella se define el caudal, el régimen de operación de cada pozo (diario, semanal y mensual) o las obras de captación de aguas subterráneas, así como las obligaciones del usuario. Esta licencia tiene vigencia por la vida útil del pozo. Cuando un pozo se abandona por cumplir su vida útil y se reemplaza como uno nuevo, se deberá tramitar para el nuevo pozo la licencia de aprovechamiento respectivo.

7.1.3 Permiso de vertimiento

El Permiso de Vertimientos es la autorización que otorga la Autoridad Ambiental a todos los usuarios que generen vertimientos líquidos, de acuerdo a lo establecido por los Decretos 1541 de 1978 y el Decreto 1594 de 1984.

Para obtener el Permiso de Vertimientos los usuarios deberán sujetarse a lo establecido en el Decreto 1594 de 1984 y si no cumplen con los límites permisibles, deberán entrar en Plan de Cumplimiento, que son las actividades propuestas por el usuario y aprobadas por la Autoridad Ambiental, conducentes a cumplir con los requisitos mínimos de calidad en un vertimiento.

Además de la información que se solicita para la concesión de aguas, para los permisos de vertimiento regularmente se exige:

- Estudio de calidad de vertimiento realizado por un laboratorio reconocido.
- Identificación de los receptores de vertimiento.
- Descripción de las instalaciones o procesos de producción y

ubicación de los puntos de vertimiento.

La Corporación dará a la solicitud el trámite legal y luego del análisis técnico de la información resolverá sobre la solicitud mediante resolución.

7.2 FORMATOS

Diligenciar con la mayor exactitud el formulario de la solicitud.

7.3 DOCUMENTOS

Requisitos de la solicitud de Licencias Ambientales y permisos para uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables.

7.3.1 Licencia ambiental

- a. Nombre o razón social del solicitante o interesado.
- b. Poder debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado.
- c. Certificado de existencia y representación legal cuando se trata de persona jurídica.
- d. Domicilio y nacionalidad del interesado.
- e. Descripción del proyecto, obra o actividad.
- f. Plano a escala adecuada que determine la localización del proyecto.
- g. Costo estimado del proyecto.
- h. Descripción de las características ambientales generales del área de localización.
- i. Indicación específica de los recursos naturales que van a ser usados, aprovechados o afectados en el proyecto, obra o actividad.
- j. Información sobre la presencia de comunidades indígenas o negras en el área de influencia del proyecto.
- k. Indicar si el proyecto, obra o actividad afecta las áreas del sistema de parques naturales.

7.3.2 Licencia de aprovechamiento por concesión de aguas

- a. Nombre, identificación y dirección domiciliaria del interesado. En caso de que actúe mediante apoderado, éste debe ser abogado inscrito y aportar el respectivo poder.
- b. Cuando el solicitante sea una persona jurídica, debe anexarse certificado de existencia y representación legal.
- c. Ubicación y nombre de la fuente de agua que se aprovechará, señalando el caudal requerido.
- d. Identificación del predio que se beneficiará con la licencia de aprovechamiento por concesión y anexar plano de localización.
- e. Destinación que se dará al agua.
- f. Descripción de los sistemas que se adoptarán para la captación, derivación, conducción, distribución y restitución de sobrantes.
- g. Información de las servidumbres que se requieren para el aprovechamiento de las aguas y para la ejecución de las obras proyectadas.
- h. Término por el cual se solicita la licencia de aprovechamiento por concesión.
- i. Copia del folio de matrícula inmobiliaria del predio beneficiado, expedida por la oficina de registro de instrumentos públicos. Cuando el solicitante sea mero tenedor, debe adjuntarse la autorización del propietario.
- j. Las concesiones para consumo humano y uso doméstico con caudal superior a 1 l/s y las relacionadas con el uso agrícola de aguas servidas, requieren autorización previa del Servicio Seccional de Salud. Para ello es necesario efectuar un análisis fisicoquímico y bacteriológico de la fuente de agua y hacer la relación de los vertimientos hechos al recurso en el tramo de interés.

7.3.3 Vertimientos

- a. Nombre, identificación y dirección domiciliaria del interesado. En caso de que actúe mediante apoderado, éste debe ser abogado inscrito y aportar el respectivo poder.
- b. Cuando el solicitante sea una persona jurídica, debe anexarse certificado de existencia y representación legal.
- c. Certificado expedido por la autoridad de planeación sobre la conformidad de la actividad con el ordenamiento de uso del suelo de la entidad territorial.
- d. Plano de localización del proyecto.
- e. Plano general de la planta física del establecimiento.
- f. Descripción de los procesos y caracterización teórica o práctica del vertimiento.
- g. Indicación del cuerpo de agua que recibirá el vertimiento.
- h. Sistema de tratamiento de aguas residuales utilizado para el cumplimiento de las normas de vertimientos, que deberá contener: memorias de cálculo y planos a escala de localización y componentes del sistema de tratamiento, vista en planta, cortes y detalles hidráulicos.
- i. Copia del folio de matrícula inmobiliaria correspondiente al predio donde se localizará la actividad, expedida por la oficina de registro de instrumentos públicos. En caso de tratarse de predio ajeno, se deberá anexar la autorización del propietario.
- j. Formulario de registro de vertimientos diligenciado.

concertado con el sector de referencia. Una vez presentado el Plan de Manejo Ambiental, la Corporación Autónoma Regional correspondiente lo evalúa y da su concepto.

De igual forma, la Corporación se reserva el derecho de hacer las visitas técnicas que estime pertinentes para verificar datos o para hacer el seguimiento y el control respectivo.

El representante legal de la empresa debe presentar en forma oportuna los informes ambientales que le sean solicitados a través de la vía que autorice la Corporación.

7.4.2 Tasas retributivas

De acuerdo al Decreto 901 de 1997 el interesado o las empresas debidamente organizadas solicitan a la Corporación respectiva el Formulario de Autodeclaración para su diligenciamiento, que en términos generales contiene:

- Datos de la fuente de captación: Caudal en l/s y tiempo de uso en h/día, demanda bioquímica de oxígeno –DBO5- y sólidos suspendidos totales –SST- en mg/l.
- Datos de la carga contaminante del efluente: caudal en l/s y tiempo de descarga h/día, DBO5 y SST en mg/l.

Con base en la información, el valor del factor regional y las tarifas mínimas se calculan mediante fórmulas, los montos a pagar por carga mensual.

7.4 PROCEDIMIENTOS

7.4.1 Para Planes de Manejo Ambiental

En el caso de Planes de Manejo Ambiental los cuales aplican para explotaciones porcícolas construidas antes del 3 de agosto de 1994, la autoridad ambiental exige la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental de acuerdo a unos Términos de Referencia que en el mejor de los casos ha sido

9. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PORCICULTORES – FONDO NACIONAL DE LA PORCICULTURA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA CORANTIOQUIA, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL RIONEGRO – NARE CORNARE, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Manejo De Elementos De La Producción Porcina Que Pueden Causar Efectos Ambientales. Convenio de Concertación para una Producción Más Limpia entre el Sector Porcícola y Ambiental del Departamento de Antioquia. 156 p. Editorial U.P.B. Medellín, 1997.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PORCICULTORES – FONDO NACIONAL DE LA PORCICULTURA y CENTRO DE ESTUDIOS GANADEROS Y AGRÍCOLAS CEGA. Caracterización de la Producción Porcina en Colombia 1999. p. 9 y 10. Bogotá, 1999.

CAMPABADAL, C. y NAVARRO, H. Utilización de la Cerdaza en la Alimentación de Ganado de Carne y Como Una Alternativa para Evitar la Contaminación Ambiental. Asociación Americana De Soya. 19 p. México, 1994.

DE LA TORRE, A. I. Y RUEDA O. Estudio Técnico del Impacto Ambiental de una Explotación Porcina. En: Medioambiente. Tratado de Ganado Porcino. Porci Aula Veterinaria. Septiembre 1997 No. 41. p. 47 – 57.

DIAMOND, JARED. Armas, Gérmenes y Acero. La Sociedad Humana y sus Destinos. Versión Castellana de FABIAN CHUECA. Debate Pensamiento. p. 181 – 202. Madrid. 1998.

DUQUE, C. y Col. Diagnóstico Ambiental del Sector Porcícola. Asociación Colombiana de Porcicultores – Fondo Nacional de la Porcicultura. Editorial Scripto, 119 p. Bogotá, 2000.

GOMEZ Z., JAIRO. Abonos Orgánicos. 107 p. Cali, Colombia, 2.000.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Subgerencia de Investigación Sección Recursos Naturales. Fertilización en Diversos Cultivos. Quinta Aproximación. Manual de Asistencia Técnica No. 25. 64 p. Produmedios. Bogotá, Colombia, 1992.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN ICONTEC – MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la Separación en la Fuente. Guía Técnica Colombiana GTC 24. 8 p. 1998.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN ICONTEC – MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Guía del Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos no Peligrosos. Guía Técnica Colombiana GTC 53-7. 15 p. 2000.

MARTÍN, ALEXANDER. Introducción a la Microbiología del Suelo. AGT Editor S.A. p. 27 – 46. México 1980.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, CRQ, Carder, CVC, Cortolima, Corpocaldas. Guía Ambiental para la Reconstrucción de Edificaciones. 48 p. Bogotá, 1999.

MOSER., MARK. Tratamiento para otros usos: Recuperación de Metano. p. 18 – 24. En: Memorias Segundo Seminario Manejo y

Reciclaje de Residuales Porcinos. Consejo Mexicano de Porcicultura, A.C. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. Querétaro, México, 1997.

MONTSERRAT BATLLO I COLOMINAS. La problemática atmosférica de los residuos ganaderos. p. 59 – 72. En: Residuos Ganaderos. Jornadas Técnicas. Fundación “la Caixa”. Graffich Hospital Militar. Barcelona, España, 1993.

RESTREPO TORO, LUIS F. y col. La Porcicultura en Colombia. Corporación de Estudios Ganaderos y Agrícolas, CEGA – Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. p. 123. Banco Ganadero. Bogotá. 1988.

ROMERO P., JAIME y COL. Elementos De Planificación Para El Sector Pecuario. p. 37. Empresa Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1994

ROSET J. y DE LA TORRE, ANA I. Guía para la Autoevaluación de una Adecuada Gestión Medioambiental en una Explotación Porcina. En: Medioambiente. Tratado de Ganado Porcino. Porci Aula Veterinaria. Septiembre 1997 No. 41. p. 67 – 73.

TAIGANIDES, ELISEO y col. Manual para el Manejo y Control de Aguas Residuales y Excretas Porcinas en México. p. 23 – 40. Consejo Mexicano de Porcicultura. México, 1996.

TURZO, p. Ventajas e inconvenientes de la fertilización con residuos ganaderos. Factores a tener en cuenta. p. 54 – 57. En: Memorias Segundo Seminario Manejo y Reciclaje de Residuales Porcinos. Consejo Mexicano de Porcicultura, A.C. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. Querétaro, México, 1997.

VILLAMIL, C., DUQUE, C., y CAICEDO, L. Sistemas de Tratamiento para los Residuos de la Industria Porcícola: Una Forma Fácil de Entender y Aplicar Criterios

de Diseño. Asociación Colombiana de Porcicultores – Fondo Nacional de la Porcicultura, Universidad Nacional de Colombia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Artes Gráficas Unidas AGU Ltda., 120 p. Bogotá, 2000.

WARWIK, E. J. y LEGATES J.E. Cría y Mejora del Ganado. p. 450 – 452. Tercera edición. McGraw – Hill. México, 1980.