



GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR

PORCICOLA

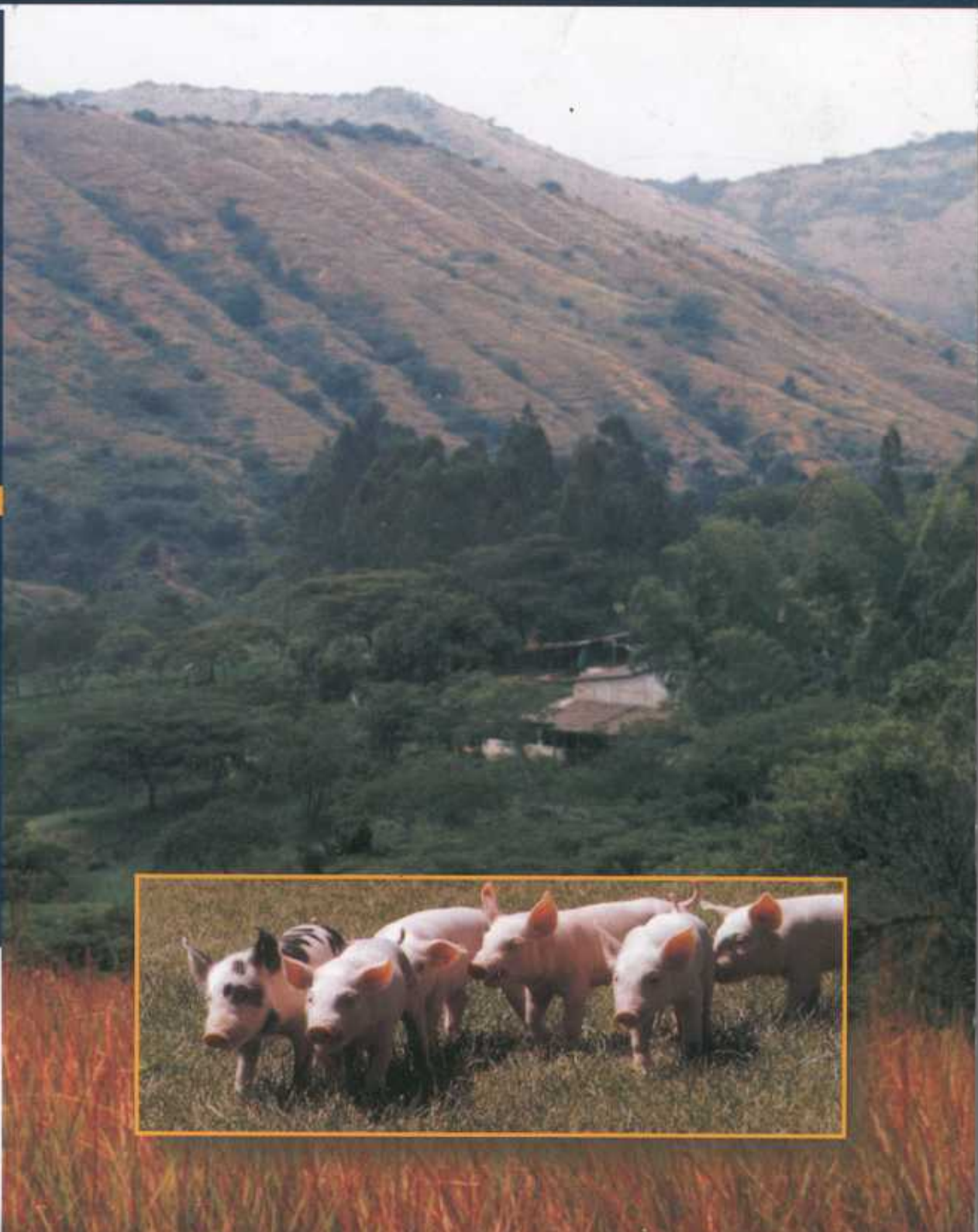


SAC

SOCIEDAD DE AGRICULTORES
DE COLOMBIA

2002

DIRECCION GENERAL AMBIENTAL SECTORIAL



Asociación
Colombiana
de Porcicultores

FONDO NACIONAL
DE LA PORCICULTURA

PROLOGO

Uno de los propósitos de la Política Nacional Ambiental, enmarcada en el Proyecto Colectivo Ambiental del Plan Nacional de Desarrollo, fue la incorporación de las actividades ambientales en los procesos de planeación y gestión de los sectores dinamizadores de la economía nacional, para lo cual el Ministerio del Medio Ambiente a través de la Dirección General Ambiental Sectorial ha venido promoviendo estrategias hacia la adopción de buenas prácticas ambientales que conlleven a la sostenibilidad ambiental y al mejoramiento de la competitividad empresarial.

Atendiendo a estos principios, el Ministerio del Medio Ambiente y la Sociedad de Agricultores de Colombia –SAC-, mediante Convenio No. 000418 del 19 de julio del 2000, con el decidido compromiso de los Gremios afiliados a la SAC, las Corporaciones Autónomas Regionales, la academia y otras entidades relacionadas con la producción agropecuaria del país, han venido trabajando de manera concertada, interdisciplinaria y transectorial para diseñar y elaborar guías ambientales de diferentes subsectores agropecuarios, en el reconocimiento de articular esfuerzos para avanzar en acciones orientadas hacia el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente y el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

En esta ocasión, el Ministerio del Medio Ambiente, la Sociedad de Agricultores de Colombia y sus Gremios asociados ofrecen a la sociedad en general un paquete de quince guías ambientales para el Sector Agropecuario, que se constituyen en el referente técnico de gestión ambiental para las actividades de porcicultura, avicultura, caficultura, palmicultura, floricultura, camaronicultura, cultivo de banano, cultivo de algodón, cultivo de arroz, cultivos de cereales, cultivos de hortalizas y frutas, cultivo de fique, cultivo de caña de azúcar, cultivo de caña panelera y para el manejo de las plantas de sacrificio de ganado.

Estas guías están llamadas a consolidarse como instrumentos valiosos para los productores, las autoridades ambientales regionales, comunidades vecinas y la academia, por cuanto proponen acciones para el mejoramiento continuo de cada uno de los subsectores mencionados al enfocar el desempeño ambiental de las actividades propias y conexas, incluyendo en el marco de las gestiones diseñadas, la protección de los ecosistemas en donde se desarrolla la actividad.

Con estas Guías de Gestión Ambiental se apunta al desarrollo de sus objetivos, y en el mediano y largo plazos; avanzar en su adopción y aplicación con miras a incorporar en los procesos de desarrollo agropecuario, aquellos esquemas que además de impulsar el mejoramiento del desempeño ambiental por parte de los diferentes actores involucrados, permita insertar en los aspectos de competitividad empresarial, aquellas variables ambientales estratégicas para los modelos de mercado imperantes.

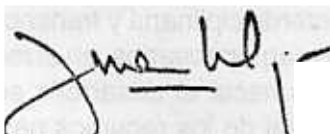
En el desarrollo de estas Guías Ambientales, vale la pena resaltar el compromiso de la Asociación Colombiana de Porcicultores –ACP-, para avanzar en la adopción de nuevos esquemas de producción eficiente, amigables con el medio ambiente y acorde con los lineamientos de desarrollo sostenible. La ACP y los porcicultores se han destacado por su trabajo en la implementación de Convenios de Producción más Limpia en varias regiones del país, lo cual

GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR PORCICOLA

les ha permitido avanzar con las autoridades regionales en la definición de Términos de Referencia para Planes de Manejo Ambiental, Ventanilla Ambiental, programas de capacitación y el desarrollo de cartillas temáticas para el mejoramiento de su desempeño ambiental y social.

Por otra parte, el Ministerio del Medio Ambiente, la Sociedad de Agricultores de Colombia, las Corporaciones Autónomas Regionales y los Gremios de la Producción Agropecuaria, vienen desarrollando los mecanismos para la adopción de las Guías Ambientales como instrumentos necesarios en los procesos de evaluación y seguimiento ambiental, dentro de una visión prospectiva de la gestión ambiental.

El éxito de esta herramienta depende fundamentalmente de su adecuada socialización, aplicación y seguimiento por parte del sector productivo y de las Autoridades Ambientales en sus diferentes ámbitos y competencias. Aspiramos a que este tipo de instrumentos contribuyan significativamente en la incorporación del manejo ambiental en las actividades agropecuarias, así como a la sostenibilidad ambiental y competitividad de los sectores.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Maldonado', with a horizontal line under the name.

JUAN MAYR MALDONADO
Ministro del Medio Ambiente

GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR PORCICOLA

GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR PORCICOLA

REPUBLICA DE COLOMBIA

ANDRES PASTRANA ARANGO
Presidente de la República



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

JUAN MAYR MALDONADO
Ministro del Medio Ambiente

CLAUDIA MARTINEZ ZULETA
Viceministra del Medio Ambiente

CLAUDIA MORA PINEDA
Secretaria General

GERARDO VIÑA VIZCAÍNO
Director General Ambiental Sectorial

JAIRO HOMEZ SÁNCHEZ
Coordinador Sector Agroindustrial

ELIAS PINTO MARTINEZ
Coordinador Temático de Guías Ambientales

HUGO MUÑOZ
Asesor Unidad Coordinadora

Apoyo Técnico
JULIETA MILER MONROY
ADRIANA DIAZ



SOCIEDAD DE AGRICULTORES DE COLOMBIA

RAFAEL MEJIA LOPEZ
Presidente

LUIS FERNANDO FORERO
Secretario General

DELSA MORENO CEPERO
Coordinadora Guías Ambientales



FONDO NACIONAL
DE LA PORCICULTURA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PORCICULTORES
FONDO NACIONAL DE LA PORCICULTURA

HERNANDO BLANDÓN MONTES
Presidente

L. CONSUELO VELASCO Z.
Gerente General

ANTONIO CARLOS LOPEZ PEREZ
Director Técnico

GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR PORCICOLA

CONTENIDO

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN		17
1.1	ANTECEDENTES .....	.. 17
1.1.1	Domesticación de los animales .....	.. 18
1.1.2	Origen del cerdo doméstico .....	.. 18
1.1.3	El cerdo ibérico colonizador .....	.. 19
1.1.4	Mejoramiento de los cerdos .....	.. 20
1.1.5	Desarrollo de la industria porcina en Colombia .....	.. 20
1.1.6	Problemática ambiental .....	.. 21
1.2	IMPORTANCIA DE LA GUIA AMBIENTAL .....	.. 23
1.3	OBJETIVOS .....	.. 24
1.4	ALCANCE DE LA GUIA .....	.. 24
1.5	RECOMENDACIONES GENERALES .....	.. 24
CAPITULO 2. APORTES DEL SUBSECTOR PORCÍCOLA AL DESARROLLO SOSTENIBLE		25
2.1	EN LO SOCIAL .....	.. 25
2.2	EN LO AMBIENTAL ...	.. 25
2.3	EN LO ECONOMICO	.. 25
CAPITULO 3. MARCO JURÍDICO		27
3.1	INTRODUCCION .....	.. 27
3.2	LEYES, DECRETOS Y RESOLUCIONES ..	.. 28
CAPITULO 4. PLANEACION Y GESTION AMBIENTAL		32
4.1	CRITERIOS DE PLANEACION Y GESTION AMBIENTAL	32
4.1.1	Planeación	33
4.1.2	Gestión Ambiental	34
4.2	COMUNICACIÓN, DIVULGACIÓN Y PROMOCION	37
CAPITULO 5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO ...		39
5.1	GENERALIDADES	39
5.1.1	Explotaciones de tamaño familiar	39
5.1.2	Explotaciones de tamaño pequeño	39
5.1.3	Explotaciones de tamaño mediano	39
5.1.4	Explotaciones de tamaño grande	39
5.2	FUENTES DE ALIMENTO EMPLEADAS EN LA ACTIVIDAD PORCINA EN COLOMBIA	40
5.3	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN GRANJAS TECNIFICADAS	41

5.3.1	Sistemas de producción	41
5.3.2	Tipos de cerdos en la granja	42
5.3.3	Tipos de instalaciones	43
5.3.4	Políticas de bioseguridad	45
5.3.5	Tipos de equipo	46
5.4	USO DE RECURSOS Y CARACTERIZACION DEL ESTIÉRCOL PRODUCIDO	46
5.4.1	Uso de recursos	46
5.4.2	Caracterización del estiércol producido	48
5.4.3	Parámetros físico – químicos	49
5.4.4	Contenido de nutrientes para fertilización agrícola	49
CAPITULO 6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MANEJO		54
6.1	GENERALIDADES	54
6.2	IDENTIFICACION Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	54
6.2.1	Efectos sobre el agua	56
6.2.2	Efectos sobre el suelo	58
6.2.3	Efectos sobre el aire	60
6.3	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS	63
6.3.1	Etapa de construcción	63
6.3.2	Etapa de funcionamiento	65
6.4	ALTERNATIVAS DE MANEJO	66
6.4.1	Descapote, movimiento de tierra y excavaciones y manejo de residuos sólidos de la construcción	66
6.4.2	Separación de aguas lluvias de aguas residuales	70
6.4.3	Reducción en el consumo de agua	71
6.4.3.1	Bebedores	72
6.4.3.2	Sistemas de limpieza	73
6.4.3.3	Espejo de agua	74
6.4.3.4	Camas profundas (Deep bedding)	76
6.4.4	Alternativas para el manejo y tratamiento de residuos porcinos	79
6.4.5	Sistemas de tratamiento de la porcinaza	81
6.4.6	El suelo y los aportes orgánicos	82
6.4.7	Manejo de la porcinaza líquida	84
6.4.7.1	Almacenamiento de la porcinaza líquida	85
6.4.7.2	Fertilización	86
6.4.7.3	Digestión anaerobia	103
6.4.7.4	Sistemas fotosintéticos: tratamiento alternativo de porcinaza	111
6.4.7.5	Utilización de la porcinaza en estanques piscícolas	112
6.4.7.6	Tratamiento de las aguas residuales mediante lagunas	114
6.4.8	Manejo de la porcinaza sólida	119
6.4.8.1	Sistemas de separación de sólidos	121
6.4.8.2	Compostaje	126
6.4.8.3	Lombricompostaje	132
6.4.8.4	Reforzamiento	137
6.4.8.5	Alimentación de rumiantes	137
6.4.9	Manejo de residuos sólidos orgánicos domiciliarios para la alimentación de cerdos ..	138
6.4.9.1	Reactor termomecánico	139
6.4.9.2	Fermentación	140
6.4.10	Manejo de cadáveres, fetos, placentas, amputaciones, etc.	141
6.4.10.1	Enterramiento	142
6.4.10.2	Fosas de fermentación	142
6.4.10.3	Compostaje de cadáveres	143
6.4.11	Manejo de envases, plástico y empaques de alimento	157

6.4.12	Manejo de envases de vidrio y plástico que han contenido biológicos, material cortopunzante, jeringas, guantes desechables, venoclisis y similares	158
6.4.12.1	Manejo de envases de vidrio que han contenido biológicos	159
6.4.12.2	Material cortopunzante	159
6.4.12.3	Material plástico contaminado microbiológicamente	159
6.4.13	Control de olores	162
6.4.14	Control de moscas	167
6.4.14.1	Producción de Spalangia	170
6.4.15	Control de roedores	172
6.4.16	Manejo de aguas residuales domésticas	174
6.4.16.1	Pozo séptico	175
6.4.17	Manejo de residuos sólidos inorgánicos domésticos	180
6.4.18	Manejo de residuos sólidos orgánicos domésticos	181
6.4.19	Manejo ambiental del paisaje, revegetación y reforestación protectora	181
6.4.19.1	Manejo paisajístico	181
6.4.20	Control a la contaminación por ruidos	188

CAPITULO 7. MONITOREO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

7.1 GENERALIDADES

CAPITULO 8. TRAMITES ANTE LA AUTORIDAD AMBIENTAL

8.1	ENTIDADES QUE RIGEN AL SECTOR PORCÍCOLA ..	214
8.1.1	Corporaciones Autónomas Regionales	214
8.1.2	Instituto Colombiano Agropecuario ICA	215
8.1.3	Ministerio de Salud	215
8.2	TRAMITES POR COMPONENTE AMBIENTAL	216
8.2.1	Concesión de aguas superficiales	216
8.2.2	Concesión de aguas subterráneas	218
8.2.3	Permiso de vertimiento	218
8.3	FORMATOS	220
8.4	PROCEDIMIENTOS	220
8.4.1	Plan de Manejo Ambiental	220
8.4.2	Tasas retributivas	221

CAPITULO 9. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS 223

CAPITULO 10. GLOSARIO DE TERMINOS 227

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Leyes y decretos relacionados con la industria porcícola ..	28
Tabla 2.	Etapas para la planeación ambiental de una actividad porcícola ..	34
Tabla 3.	Principales entradas y salidas en una explotación porcícola ..	36
Tabla 4.	Criterios de actuación adecuados para la gestión medio – ambiental ..	37
Tabla 5.	Alimentación porcina en Colombia de acuerdo con el tamaño de las explotaciones ..	40
Tabla 6.	Inventario promedio en una granja porcícola ..	45
Tabla 7.	Consumo diario de alimento ..	47
Tabla 8.	Valores de diseño para el suministro de agua para beber ..	47
Tabla 9.	Producción de materia fecal y orina como proporción del peso vivo (%) ..	48
Tabla 10.	Producción diaria de nutrientes para fertilización según el estado fisiológico ..	50
Tabla 11.	Variación de la producción diaria de nitrógeno en una granja de 200 cerdos de ceba ..	50
Tabla 12.	Composición de la porcínaza sólida producto de la separación ..	51
Tabla 13.	Factores ambientales que deben tenerse en cuenta en el caso de una explotación porcina ..	55
Tabla 14.	Acciones impactantes generadas durante las fases de construcción y funcionamiento en una explotación porcina ..	55
Tabla 15.	Distribución de microorganismos en varios horizontes del perfil del suelo ..	57
Tabla 16.	Parámetros para medir eutrofización ..	58
Tabla 17.	Alturas con bebedero regulable ..	72
Tabla 18.	Litros de agua usada por galpón para la limpieza con una presión de 120 o 60 atmósferas y velocidad de flujo de 16, 23, 32 o 46 litros / minuto ..	74
Tabla 19.	Síntesis de operaciones aplicables al manejo o tratamiento del estiércol de cerdo	81
Tabla 20.	Niveles de referencia para fertilización nitrogenada ..	103
Tabla 21.	Digestión anaerobia ..	105
Tabla 22.	Ventajas del proceso de digestión anaerobia ..	107
Tabla 23.	Capacidad del biodigestor tipo taiwanés o balón plástico de acuerdo a diferentes dimensiones ..	108
Tabla 24.	Dimensionamiento de canales con plantas acuáticas ..	112
Tabla 25.	Clasificación de las lagunas de estabilización y sus parámetros de diseño ..	114
Tabla 26.	Factores controlables que afectan el proceso de compost ..	144
Tabla 27.	Fuentes de carbono y agentes aumentadores de volumen identificados para uso solos o mezclados en el compostaje de mortalidad animal ..	147
Tabla 28.	Resumen de dos estudios sobre la destrucción de patógenos en las pilas del compost ..	155
Tabla 29.	Clasificación de los residuos, color de recipientes y rótulos respectivos ..	159
Tabla 30.	Dimensiones del sistema de tratamiento de aguas domésticas según la cantidad de personas ..	178
Tabla 31.	Parámetros para el cálculo del campo de infiltración ..	178
Tabla 32.	Nombre científico y común de las diferentes especies protectoras de aguas y riberas y para el control de la erosión ..	185

INDICE DE FICHAS

Ficha 1.	Medidas de manejo a implementar en el descapote	66
Ficha 2.	Medidas de manejo para el movimiento de tierra y excavaciones	69
Ficha 3.	Medidas de manejo de los residuos sólidos de construcción	69
Ficha 4.	Medidas de manejo para la separación de aguas lluvias de aguas residuales ...	70
Ficha 5.	Medidas de manejo para reducir el consumo de agua	72
Ficha 6.	Medidas de manejo de la porcinaza líquida	84
Ficha 7.	Medidas de manejo para la separación de sólidos	120
Ficha 8.	Medidas de manejo para la alimentación de cerdos con residuos sólidos orgánicos domiciliarios	138
Ficha 9.	Medidas de manejo para la disposición de la mortalidad animal en la granja	141
Ficha 10.	Medidas de manejo de residuos sólidos inorgánicos de la granja	157
Ficha 11.	Medidas de manejo de residuos sólidos inorgánicos peligrosos de la granja	158
Ficha 12.	Medidas de manejo para el control de olores	163
Ficha 13.	Medidas de manejo para el control de moscas	168
Ficha 14.	Medidas de manejo para el control de roedores	173
Ficha 15.	Medidas de manejo de aguas residuales domésticas	174
Ficha 16.	Medidas de manejo de los residuos inorgánicos domésticos	180
Ficha 17.	Medidas de manejo de residuos sólidos orgánicos domésticos	181
Ficha 18.	Medidas de manejo paisajístico	181
Ficha 19.	Medidas de manejo de revegetación	184
Ficha 20.	Medidas de manejo de reforestación protectora	184
Ficha 21.	Medidas de manejo para el control de la contaminación por ruidos	188
Ficha 22.	Relacionada con la evaluación de la eficiencia de los diseños y desarrollo de las acciones ambientales durante las actividades de construcción	190
Ficha 23.	Relacionada con la evaluación del consumo de agua por parte de la finca	190
Ficha 24.	Relacionada con el control al plan de fertilización	192
Ficha 25.	Relacionada con el control de contaminación de cuerpos de agua	196
Ficha 26.	Relacionada con el control al funcionamiento de sistemas de tratamiento	197
Ficha 27.	Relacionada con la evaluación al control del material que sale del predio	197

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Marco jurídico general	27
Figura 2.	Esquema de Gestión Ambiental	35
Figura 3.	La planeación y gestión en un sistema productivo	38
Figura 4.	Fraccionamiento del componente sólido de las excretas porcinas	49
Figura 5.	Tipos de pisos para evacuación de aguas residuales en una granja porcícola	51
Figura 6.	Módulo de Gestación	52
Figura 7.	Módulo de Parideras	52
Figura 8.	Módulo de Precebos	53
Figura 9.	Módulo de Levante y Engorde	53
Figura 10.	Sistema para establecer barreras vivas con fajinas	67
Figura 11.	Esquema de instalación de colchones de ramas sobre la manga de un río	68
Figura 12.	Revegetalización y protección de zonas pendientes	68
Figura 13.	Canaletas para la conducción de aguas lluvias	71
Figura 14.	Sistema de canaletas para separación de aguas lluvias de aguas residuales	71
Figura 15.	1. Cazoleta y chupo en el comedero (alimentación húmeda); 2. A: Cazoleta lechón con madre; B: Cazoleta lechón destetado; C: Cazoleta cerdo de engorde; 3. Bebederos de chupo	73
Figura 16.	Sistema de lavado a presión	74
Figura 17.	Espejo de agua en corrales de levante y engorde	75
Figura 18.	Utilización de aguas lluvias dentro del sistema productivo	75
Figura 19.	Sistema de lavado por flushing	76
Figura 20.	Esquema de los tipos de manejo de la porcínaza en una explotación porcícola	80
Figura 21.	Tanque estercolero para el almacenamiento de la porcínaza	86
Figura 22.	Zonas de protección a cuerpos de agua	97
Figura 23.	Fertilización en pendiente	99
Figura 24.	Areas con diferente topografía y condiciones del suelo para toma de muestras	101
Figura 25.	Toma de muestras de diferentes potreros	102
Figura 26.	Elementos que componen un biodigestor tipo taiwanes o balón plástico	110
Figura 27.	Biodigestor tipo taiwanes con tanque estercolero para el manejo de los efluentes	110
Figura 28.	Plano biodigestor tipo taiwanes o balón plástico	110
Figura 29.	Plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales porcinas	112
Figura 30.	Compartimiento de la laguna para tratamiento de aguas residuales porcinas	117
Figura 31.	Cubiertas de material fibroso en sistemas de tratamiento de lagunaje como filtro para la captación de olores	118
Figura 32.	Lagunas cubiertos con material sintético para la captación de biogás, compuestos nitrogenados, metano y sustancias que generan mal olor	119
Figura 33.	Aireación por agitación mecánica en lagunas aerobias	119
Figura 34.	Barrido en seco o paleo de la porcínaza	123
Figura 35.	Sedimentador que permite retener sólidos flotantes en la misma unidad	123
Figura 36.	Sedimentador para la retención de sólidos	123
Figura 37.	Tanque sedimentador con divisiones interconectadas a través de tubos en "U" invertidos para evitar el paso de material flotante	124
Figura 38.	Separador de malla circular rotativa	124
Figura 39.	Separador de criba rotativa con rodillos de presión que efectúan una labor de exprimido del material separado	124
Figura 40.	Separador de criba inclinada	125
Figura 41.	Separador de prensa de tornillo	125
Figura 42.	Decantador centrífugo horizontal	126
Figura 43.	Terraza o patio para reducir humedad a los sólidos separados	126
Figura 44.	Fórmula básica para compostación	129
Figura 45.	Aireación de compost: volteo de pilas	130
Figura 46.	Compost mediante sistemas mecánicos v automáticos de ventilación	130

Figura 47.	Pila de compost con aireación pasiva	131
Figura 48.	Tipos de lombricario	136
Figura 49.	Camas para lombrices	136
Figura 50.	Reactor termomecánico	140
Figura 51.	Fosa para descomposición de cadáveres	143
Figura 52.	Sistema de compostación en hileras	150
Figura 53.	Esquema de un depósito para compostación	150
Figura 54.	Recipientes para el reciclaje de residuos sólidos inorgánicos	161
Figura 55.	Transporte atmosférico y dispersión	165
Figura 56.	Volatilización y transporte atmosférico	165
Figura 57.	Ciclo biológico de la mosca	167
Figura 58.	Almacenaje de bultos de porcinoza para evitar el desarrollo de la mosca y recolección de lixiviado	167
Figura 59.	Trampas para capturar mosca doméstica	169
Figura 60.	Control de mosca con gallineros	170
Figura 61.	Almacenar los bultos de alimento en estibas	174
Figura 62.	Tanque séptico	179
Figura 63.	Campo de infiltración	179
Figura 64.	Enterramiento cubierto	180
Figura 65.	Barreras visuales	182
Figura 66.	Siembra árboles periféricos	182
Figura 67.	Sistema de siembra tres bolillos (A)	183
Figura 68.	Sistema de siembra tres bolillos (B)	183
Figura 69.	Reforestación	186
Figura 70.	Diagrama de flujo Procesos permisos concesión de aguas y vertimientos .	222

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de la Guía Ambiental para el Subsector Porcícola, es el resultado del Acuerdo suscrito entre el Ministerio del Medio Ambiente y la Sociedad de Agricultores de Colombia, SAC, con la activa participación de la Asociación Colombiana de Porcicultores – Fondo Nacional de la Porcicultura, quienes en conjunto, destinaron recursos económicos, técnicos y logísticos para los procesos de elaboración, concertación y divulgación del presente documento.

Así mismo, se hace extensivo el agradecimiento a las Corporaciones Autónomas Regionales CORNARE, CORANTIOQUIA, CAR Cundinamarca, CARDER, CRQ, CORPOCALDAS, CORPOCHIVOR, CDMB, CORPORINOQUIA y CVC quienes hicieron valiosos comentarios, así como a la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Nacional de Medellín y Universidad de Antioquia, y al CIPAV como ONG, por sus aportes y participación para el logro de esta Guía.

Por último, se agradece al Banco Interamericano de Desarrollo BID, por su apoyo financiero.

CAPITULO 1 INTRODUCCION

El Ministerio de 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.

En este sentido, las guías ambientales a mediano y largo plazo, deben constituirse en el marco de referencia técnica para todas las autoridades que conforman el Sistema Nacional Ambiental y a su vez las condiciones que deben cumplir los productores del sector agropecuario. Adicionalmente, las guías deben propender por el ejercicio de la autoridad sobre el control posterior a la realización de las actividades productivas en el sentido de establecer acciones efectivas que aseguren el cumplimiento de los principios constitucionales y legales.

Por lo anterior, la presente Guía Ambiental se convierte en una herramienta ágil orientada al mejoramiento de la planeación y gestión ambiental de los productores porcícolas, al tiempo que se constituye en un instrumento de referencia para el control por parte de las autoridades ambientales competentes, en este caso, las Corporaciones Autónomas Regionales.

La Guía Ambiental se constituye en una herramienta técnica y operativa para la elaboración de los Planes de Manejo Ambiental – PMA, solicitado por la Autoridad Ambiental tanto para granjas nuevas (como componente integral del Estudio de Impacto Ambiental) así como para granjas existentes (o en operación). Para las granjas existentes, se debe presentar o modificar el PMA cuando aún no se tienen legalizados los permisos ambientales o cuando se realice ampliación de las instalaciones.

Igualmente busca unificar y armonizar los lenguajes productivo y ambiental, de tal manera que el desarrollo de la actividad porcícola no interfiera negativamente sobre el medio ambiente y los recursos naturales, permitiendo el desarrollo de la sociedad así como una evolución normal de los ecosistemas.

Las medidas planteadas en este documento buscan entonces orientar a la optimización de los procesos productivos, de tal manera que redunden en el mejoramiento del entorno social en términos ambientales; enmarcados en la oferta tecnológica más limpia existente y la viabilidad económica de la misma.

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

Todas las especies de las que se dispone de pruebas arqueológicas relativas a su fecha de domesticación se llevaron a cabo aproximadamente entre 8.000 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.

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.

Entre las principales características que tuvo en cuenta el hombre para la domesticación se tienen:

Fácil alimentación y alta conversión alimenticia

Rápido crecimiento

Que se reprodujeran en cautiverio

No fueran agresivas al hombre

No huyeran del hombre

Viven en manadas, mantienen una jerarquía de dominación entre los miembros del grupo y las manadas ocupan territorios que se superponen parcialmente.

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 striatosus 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: elefante, caballo, camello, asno y 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.

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.

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.

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 porcina toma el primer lugar a nivel mundial en la producción de proteína de origen animal manteniéndose en esa posición frente a las otras carnes 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 un 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 Matias, 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 utilizarán como reproductores en las granjas comerciales.

Actualmente se estima que de una población de aproximadamente 2.570.000 cabezas el 50% es aportado por productores organizados y el otro 50% por pequeños productores atomizados en las diferentes regiones del país.

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 porcina, la Asociación Colombiana de Porcicultores – Fondo Nacional de la Porcicultura ACP – FNP viene trabajando en diferentes frentes relacionados con el tema ambiental con el fin de tener un mejor conocimiento del sector y así mismo poder dar unas mejores directrices:

Diagnóstico Ambiental del Sector Porcícola. Contratado con CORPOICA y publicado en el 2000.

Concertación con las diferentes Corporaciones Autónomas Regionales CAR de los Términos de Referencia y firma de Convenios de Producción más Limpia. En 1996 se firmó el Convenio para una producción más limpia entre el subsector porcícola y las autoridades ambientales CORNARE y CORANTIOQUIA, fruto de este trabajo ha sido el permitir aplicar los mismos lineamientos con otras Corporaciones. Así, en el 2000 se firmó el Convenio de Producción más Limpia con la CVC, se tienen definidos los Términos de Referencia con la CAR Cundinamarca y se vienen adelantando unos procesos con la CDMB, CARDER, CRQ, CORPOCALDAS, CORPOCHIVOR y CRA.

Apoyo a investigaciones. Contrato con CIPAV y Universidad Nacional de Medellín, además del apoyo a varias tesis.

Apoyo a la implementación de sistemas de manejo de la porquinaza para su valorización. Más de setenta granjas a nivel nacional favorecidas con el programa de subsidio a la implementación de biodigestores como una forma de valorización del estiércol y la producción de fuentes de energía alterna.

Actualmente consolidando La Ventanilla Ambiental con el fin de asesorar a los productores en la elaboración de Planes de Manejo Ambiental. Esta viene funcionando en Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca, Eje Cafetero y Santander.

Capacitación a productores, autoridades ambientales y técnicos en los diferentes temas ambientales, mediante la realización de cursos, talleres, seminarios y publicación de cartillas y manuales.

Todas estas acciones y trabajos desarrollados por un lado 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, implementando las diferentes alternativas de manejo para aquellos residuos que puedan causar un posible impacto ambiental unificando criterios a nivel nacional con las corporaciones autónomas regionales.

El Ministerio del Medio Ambiente y los gremios del sector agropecuario, en representación de los productores agrícolas y pecuarios, 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 del 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.
- Agilizar la elaboración de los Planes de Manejo Ambiental PMA.

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 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.

CAPITULO 2

APORTE DEL SUBSECTOR PORCÍCOLA AL DESARROLLO SOSTENIBLE

2.1 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. Aporta a la estabilidad política, social y económica del país.
4. 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.

2.2 EN LO AMBIENTAL

1. Beneficios ambientales asociados por la recuperación de suelos y a la agricultura sostenible u orgánica.
2. Ahorro energético al emplear fuentes alternativas de energía como es el 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 invernadero¹.
4. Disminuye la presión sobre la frontera agrícola por intensificación indirecta de la ganadería, debido a una mayor producción de forraje por unidad de superficie.
5. Requiere de menos área para producir la misma cantidad de proteínas y kilocalorías que otras especies.
6. La especie porcina es una de las más eficientes en cuanto a conversión alimenticia por lo tanto la relación estiércol producido por tonelada de carne es de las más bajas.
7. 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.

2.3 EN LO ECONOMICO

Participa con el 3.0 % en el PIB agropecuario² (año 2.000).

¹ Fuente: Los Brachiarias limpian el aire de CO₂. Carta Ganadera, Vol. 32 No. 4, pag. 18 – 21, abril de 1995. Apartes del trabajo presentado por los investigadores del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT en la revista científica Nature de septiembre de 1994.

² Fuente: Estadísticas DANE. 2000

2. Participa con el 8.2 % 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 despostada (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.



CAPITULO 3 MARCO JURIDICO

3.1 INTRODUCCION

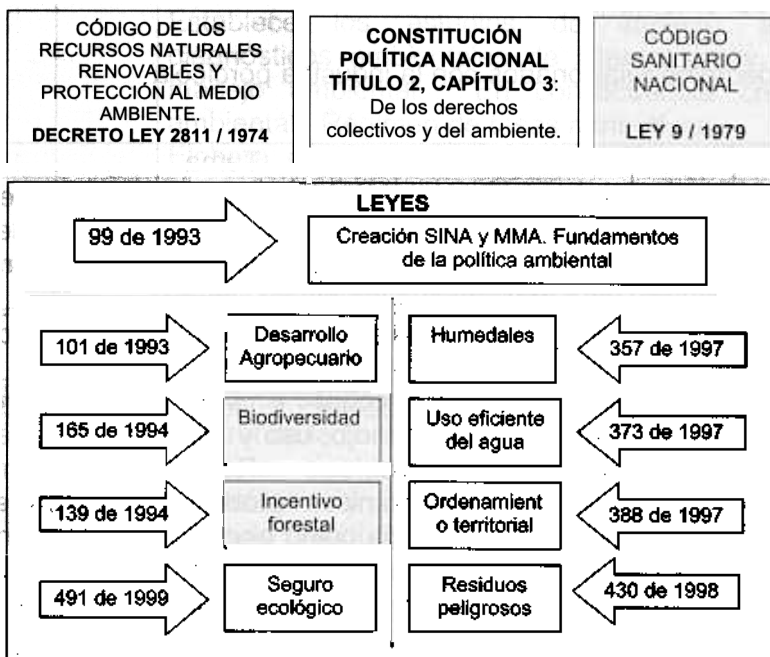
A pesar de que las regulaciones en materia ambiental son muy antiguas solo recientemente ha surgido en el mundo una especie de "derecho ambiental" que siembra sus raíces en la necesidad de adoptar instrumentos jurídicos que respondan a la preocupación mundial por la protección del medio ambiente.

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. Del SINA no forman parte solamente las autoridades ambientales como las Corporaciones Autónomas Regionales o los DAMAS, sino también todas aquellas instituciones que de manera directa o indirecta se relacionan con la gestión ambiental.

En la figura 1 se encuentran los aspectos más importantes del ordenamiento legal ambiental del país sobre el cual se debe suscribir la gestión ambiental de las actividades agropecuarias.

Figura 1 Marco jurídico general



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

DECRETOS Y TIPOS DE PERMISOS	
<p style="text-align: center;">CONCESIÓN DE AGUAS</p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974 Decreto 1541 de 1978</p>	<p style="text-align: center;">APROVECHAMIENTO FAUNA SILVESTRE</p> <p>Decreto Ley 2811/74 Decreto 1608 de 1978 Ley 84 de 1989 Ley 611 de 2000</p>
<p style="text-align: center;">VERTIMIENTOS</p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974 Decreto 1594 de 1984</p>	<p style="text-align: center;">APROVECHAMIENTO FORESTAL</p> <p>Decreto Ley 2811/74 Decreto 1449 de 1977 Decreto 1791 de 1996</p>
<p style="text-align: center;">OCUPACIÓN DE CAUCES</p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974 Decreto 1541 de 1978</p>	<p style="text-align: center;">DISPOSICIÓN RESIDUOS SÓLIDOS</p> <p>Decreto 2104 de 1983 Decreto 605 de 1996 Resolución 2309/86 (Residuos peligrosos)</p>
<p style="text-align: center;">EMISIONES ATMOSFERICAS</p> <p>Decreto Ley 2811 de 1974 Decreto 002/82 Decreto 948/95 Resolución 619/96</p>	

3.2 LEYES, DECRETOS Y RESOLUCIONES

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. 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 2278	1982	Se reglamenta parcialmente el título V de la Ley 9 de 1979 en cuanto al sacrificio de animales de abasto público o para el consumo humano y el procesamiento, transporte y comercialización de su carne.
Decreto 3489	1982	Declaración de emergencia en suministro de agua
Decreto 1594	1984	Usos del agua y residuos líquidos. Establece los criterios de calidad del agua para consumo humano, uso agrícola e industrial, entre otros. Fija normas en lo relativo a la disposición de los vertimientos líquidos de origen residual, descargados en cuerpos de agua y alcantarillado público. Establece la norma de calidad ambiental del agua para efectos de garantizar su composición físico química y bacteriológica.
Resolución 2309	1986	Residuos especiales
Constitución	1991	Arts. 78 - 82. Derechos colectivos y del ambiente
Decreto 1036	1991	Se reglamenta el sacrificio, transporte y comercialización de la carne.
Ley 99	1993	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente y el SINA. 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.
Resolución 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.
Decreto 1791	1996	Establece el régimen de los aprovechamientos forestales: Persistente; Único; Aislados: Zonas urbanas, privadas o públicas.
Resolución 655	1996	Se establecen los requisitos y condiciones para la solicitud de licencia ambiental.
Resolución 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.
Resolución 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	Se reglamentan los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial. 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, el hábitat y la avifauna.
Decreto 3075	1997	Hace referencia a la reglamentación para las edificaciones e instalaciones de plantas de sacrificio y para la aplicación del sistema HACCP, para el aseguramiento de la calidad.
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 Territorial.
Decreto 2676	2000	Por el cual se reglamenta ambientalmente y sanitariamente, la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares, generados por personas naturales o jurídicas.
Ley 623	2000	Por medio de la cual se declara de interés social nacional la erradicación de la Peste Porcina Clásica de Colombia.

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.

CAPÍTULO 4 PLANEACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL

4.1 CRITERIOS DE PLANEACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL

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.

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 gestión ambiental está relacionada con los resultados o logros y no con el trabajo o las actividades desarrolladas. Para lograr el objetivo ambiental, se lanzan productos ambientales y la gestión ambiental está dada por el número de aciertos, no por el número de lanzamientos. La gestión ambiental no es lanzar, la gestión ambiental es acertar. La gestión ambiental no es disparar, la gestión ambiental es lograr.

No debe confundirse, gestión ambiental con ejecución de presupuesto o con ejecución de gastos. La gestión ambiental es la modificación que se logra en la empresa o en la comunidad por la inversión realizada.

En general, las empresas erróneamente han considerado que la gestión ambiental se mide por el número de cosas que se hagan, o por el número de pesos que se gasten y no por el impacto que se logra en la empresa o en la comunidad.

Suele medirse la gestión de conservación, por el número de pesos utilizados y no por el mantenimiento en buen estado de los recursos naturales y del medio ambiente al aplicar estas normas.

Suele medirse la gestión de mitigación por el número de obras construidas y no por el número de impactos ambientales negativos minimizados o atenuados.

Suele medirse la gestión de compensación por los pagos realizados y no por los impactos inevitables resarcidos.

Suele medirse la gestión de corrección, por ejemplo, por el número de filtros en los efluentes instalados y no por el medio ambiente recuperado o el impacto ambiental eliminado, reducido o modificado.

De lo anterior se desprende, que los gerentes o administradores han sido nombrados no solo para lograr unos objetivos o resultados ambientales sino también para optimizar los recursos disponibles en pro de un beneficio institucional y social o de la comunidad.

4.1.1 Planeación

Antes de iniciar una explotación se debe realizar una adecuada planeación medioambiental en donde se consideren todos aquellos elementos de interés ambiental existentes dentro del predio y en su entorno cercano que podrían verse afectados: fuentes de agua temporales y permanentes, sitio de captación de aguas, bosques naturales, áreas con riesgos de erosión, zonas de inundación entre otros. También es necesario ubicar los elementos socioeconómicos de su entorno cercano que puedan interactuar con la actividad económica del predio, tales como asentamientos humanos, colegios, etc. Es importante verificar ante la autoridad municipal correspondiente (Alcaldía, Oficina de Planeación) si el predio en donde se quiere desarrollar la actividad porcícola esta ubicada en un sector compatible para este tipo de actividad, es decir que el predio esta en zona rural y el uso del suelo es agropecuario.

Es importante inventariar los recursos que se tienen y como los puedo integrar dentro de mi sistema productivo sin verlos afectados buscando lograr el máximo rendimiento.

Para lograr esto se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Determinar los recursos naturales y energía necesarios para desarrollar el proceso productivo. Definir las actividades que se deben implementar durante las fases de construcción y operación e identificar los impactos que estas generan.

Establecer las medidas de manejo ambiental de prevención, mitigación, control, compensación así como las de contingencia que fueran necesarias, tendientes a contrarrestar los impactos negativos que pueda generar la actividad porcícola.

Evaluar económica y ambientalmente las ventajas tecnológicas existentes de producción.

Conocer los requisitos legales ambientales aplicables a la porcicultura.

Conocer el plan de ordenamiento territorial de la localidad.

Desarrollar los estudios ambientales requeridos por la autoridad y obtener los permisos y concesiones pertinentes.

Mediante estas acciones se busca:

Minimizar los efectos negativos de la actividad en el entorno.

- Maximizar los beneficios de la actividad, en cuanto al aprovechamiento racional de los recursos naturales, mejorar la competitividad y la imagen de la empresa.
- Cumplir con la normatividad ambiental.
- Destinar los recursos requeridos para la implementación de las medidas ambientales necesarias.

Tabla 2. Etapas para la planeación ambiental de una actividad porcícola

Procedimiento de planeación	Criterios
1. Trámites y permisos ambientales	Conocer y aplicar la legislación ambiental vigente relacionada con la ejecución del nuevo proyecto.
2. Descripción del proyecto	Descripción general de las características del nuevo proyecto. <ul style="list-style-type: none">▪ Qué tipo de actividad quiero desarrollar▪ Cuál es la magnitud de la actividad. Restricciones de carácter ambiental, social, técnico y económico.
3. Análisis del entorno natural	Descripción y caracterización del área en donde se va a ubicar el proyecto.
4. Evaluación ambiental	Identificación de los posibles impactos ambientales que se pueden generar por la ejecución del nuevo proyecto.

4.1.2 Gestión ambiental

El concepto de gestión ambiental debe entenderse como el mejoramiento de los objetivos de una organización y de la sociedad. Se entiende por mejoramiento el paso de una situación actual A, a una situación B mejorada, o el mantenimiento de una situación A de buen ambiente.

La gestión ambiental es un proceso continuo y aplica en cualquier instancia de desarrollo del proyecto. Esta se refiere a los procesos, mecanismos, acciones y responsabilidades al interior de la empresa, con el propósito de garantizar las medidas ambientales apropiadas y oportunas, proyectadas hacia el uso óptimo de los recursos naturales, prevención de la contaminación y cumplimiento de las normas ambientales.

En sentido general la gestión ambiental es una herramienta administrativa para el mejoramiento continuo del desempeño ambiental. Una empresa con sistema de gestión ambiental puede ahorrar costos, prevenir accidentes, controlar situaciones y puede aspirar a una relación más cercana y de confianza con la autoridad ambiental.

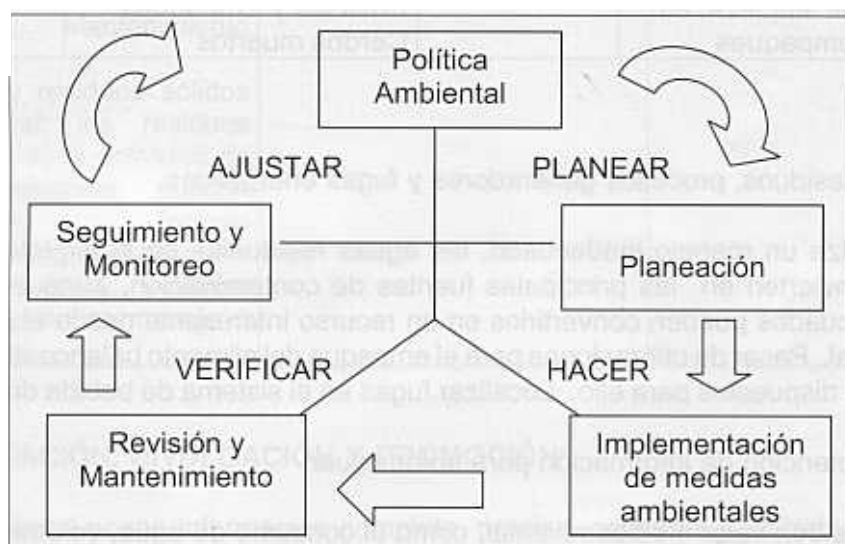
Un sistema de gestión ambiental esta regido o sustentado por cinco principios:

- Política y compromiso. Los productores deben definir sus políticas y asegurar su compromiso con el sistema de gestión ambiental.
- Planificación. Los productores deben formular un plan para cumplir con su política ambiental.
- Implementación. Los productores deben desarrollar las capacidades y los mecanismos de soporte necesarios para llevar a cabo sus políticas, objetivos y metas ambientales.
- Medición y evaluación. Los productores deben medir, monitorear y evaluar su desempeño ambiental.

Revisión y mejoramiento. Los productores deben revisar y mejorar continuamente su Sistema de Gestión Ambiental, con el objeto de mejorar su desempeño ambiental global.

El Sistema de Gestión Ambiental proporciona un proceso estructurado para el logro del mejoramiento continuo, cuyo alcance y rapidez deben ser determinados por el productor, según las circunstancias económicas y de cualquier otra índole pertinente. Si bien es cierto que con la adopción de un enfoque sistemático se puede esperar cierto mejoramiento en el desempeño ambiental, debe quedar claro que el Sistema de Gestión Ambiental es una herramienta que permite a la organización lograr y controlar sistemáticamente el nivel de desempeño ambiental que se fija para sí misma.

Figura 2. Esquema de Gestión Ambiental



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.

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. Con una adecuada gestión ambiental existe la capacidad potencial de convertir la mayoría de los residuos en subproductos.

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.

Tabla 3. Principales entradas y salidas en una explotación porcícola

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. Pasar de utilizar lonas para el empaque del alimento balanceado a disponerlo a granel en silos dispuestos para ello. Localizar fugas en el sistema de bebida de los animales.

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.

Tabla 4. 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:

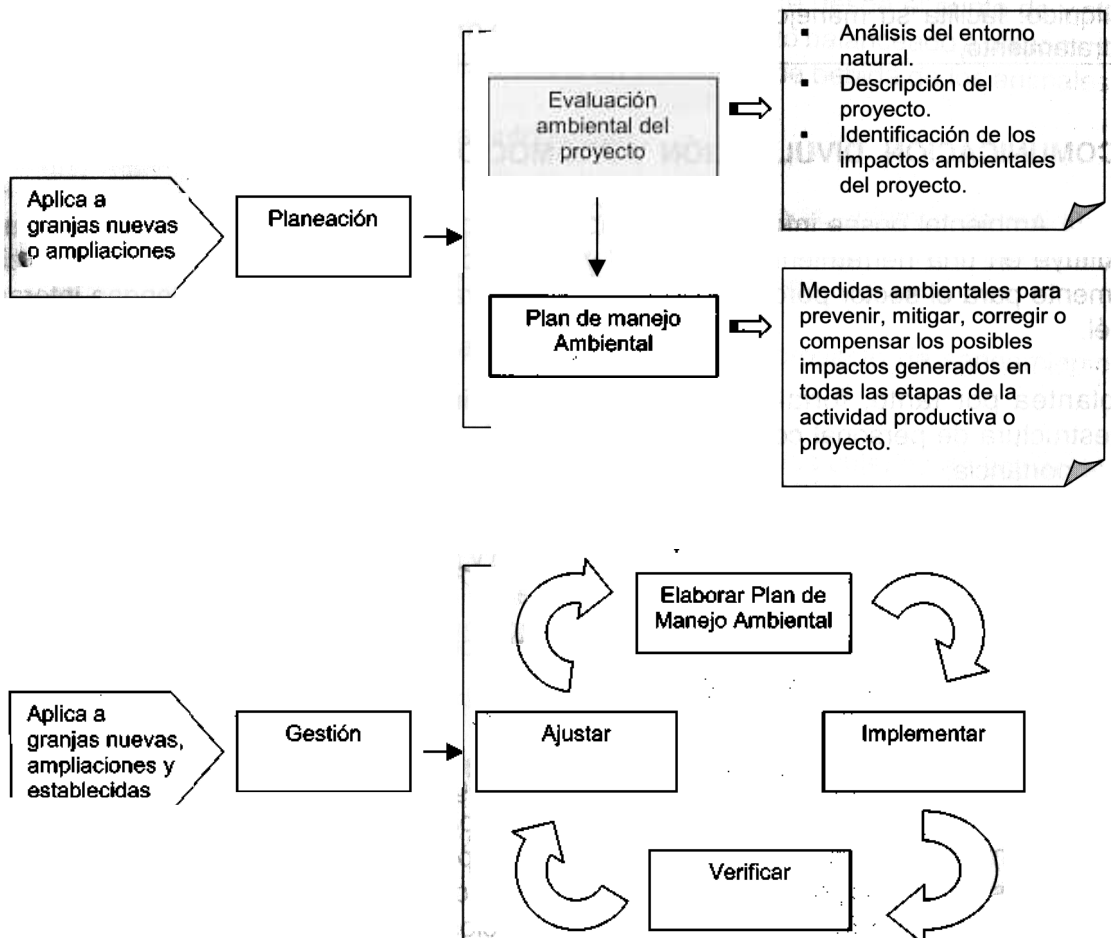
Fijar metas, procedimientos, fechas de cumplimiento y medidas de seguimiento.

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.

Figura 3. La planeación y gestión en un sistema productivo



CAPITULO 5

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

5.1 GENERALIDADES

El tamaño de las explotaciones a nivel nacional constituye quizás la principal variable para diferenciar los sistemas de producción en cuanto a instalaciones, nutrición, genética y manejo.

5.1.1 Explotaciones de tamaño familiar

Este sistema de explotación se encuentra generalmente en áreas de minifundio, como una ocupación secundaria para lograr entradas marginales de oportunidad, que contribuyen a solucionar los problemas económicos de la familia campesina. Se encuentra muy difundido en la zona Caribe, con menos difusión en la región Andina y los Valles Interandinos. También, en la región Pacífica la gran mayoría de la población porcina se encuentra explotada en una forma rústica. En la Orinoquia y Amazonia constituye el común denominador de las economías parcelarias minifundistas.

5.1.2 Explotaciones de tamaño pequeño

En la región Caribe suelen encontrarse animales en libre pastoreo o en semiconfinamiento. En la región Andina y de los Valles Interandinos, se explotan en pastoreo libre, semiconfinamiento y confinamiento y en la Orinoquia y en la Amazonia, están en pastoreo libre y semiconfinamiento. En la región Pacífica no es común la presencia de este tipo de explotaciones.

En este sistema de producción existe una tendencia a aumentar el número de hembras de cría a medida que se aumenta el tamaño de las piaras.

5.1.3 Explotaciones de tamaño mediano

Este sistema de producción se encuentra en la región Caribe bajo la modalidad del semiconfinamiento y confinamiento. En la subregión Andina y de los Valles Interandinos el sistema presenta la modalidad del confinamiento. Por otro lado, en la Orinoquia se practica el semiconfinamiento y el confinamiento. Es de anotar, que este sistema de explotación no se registra en las regiones Pacífica y de la Amazonia.

5.1.4 Explotaciones de tamaño grande

Estas explotaciones se caracterizan por el uso de alta tecnología y orientación eminentemente empresarial, con tipos intensivos de producción y confinamiento total. Esta principalmente localizada en la región Andina y Valles Interandinos. Del mismo modo, en la Orinoquia existen en Villavicencio y Arauca y sus municipios vecinos, pero en la Pacífica y en la Amazonia no se registra su existencia.

5.2 FUENTES DE ALIMENTO EMPLEADOS EN LA ACTIVIDAD PORCINA EN COLOMBIA

La actividad porcina en Colombia día a día tiene una mayor participación dentro de la industria de alimentos balanceados siendo para el año 2001 del 16%. La región de mayor participación es el departamento de Antioquia, seguido del Valle del Cauca, Cundinamarca, Santander, Eje Cafetero y Meta.

En el contexto nacional, un análisis de las diversas regiones señala que el suministro de alimento completo se ha incrementado hasta un 72.3% si se considera, tanto el uso de solo alimento completo (35.5%) como en mezcla con productos y subproductos energéticos. Lo anterior corrobora la afirmación de que día a día el porcicultor colombiano está adoptando la tecnología en lo relacionado con el equilibrio de los nutrientes en las dietas ya sean comerciales o de dietas que él mismo prepara en su granja.

A este respecto, es necesario recalcar el incremento en el número de porcicultores que recurren a la asesoría del profesional especializado en nutrición de cerdos.

De otra parte, también se observa cierta tendencia del porcicultor de tipo familiar y pequeño a utilizar el alimento completo especialmente combinado con productos o subproductos energéticos. Además es importante anotar que el uso de solo alimento completo se hace más notorio, a medida que aumenta el tamaño de las explotaciones, registrándose un 70.3% en las explotaciones grandes.

En lo referente a la utilización de productos y subproductos energéticos (12.9%) suministrados en forma única y sin la adición de alimento completo, el mayor índice se presenta en las piaras de tamaño familiar y que esta tendencia va disminuyendo en los porcicultores que tienen mayor número de animales.

Tabla 5. Alimentación porcina en Colombia de acuerdo con el tamaño de las explotaciones

	Tamaño de las explotaciones				Promedio del total %
	1 a 25 %	26 a 175 %	176 a 500 %	> a 501 %	
[]	11.8	35.1	48.9	70.3	35.5
[] – productos energéticos	4.9	7.3	3.3	4.7	5.3
[] – subproductos energéticos	17.4	21.8	26.1	17.2	20.6
[] – product. y subproductos energéticos	16.0	8.6	11.9	3.1	10.9
Productos energéticos	5.5	7.9	3.3	3.1	5.5
Subproductos energéticos	20.8	6.1	2.2	1.6	9.3
Productos y subproductos energéticos	23.6	13.2	4.3	---	12.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

[] = Concentrado

Dentro de los productos energéticos mayormente utilizados en las diferentes regiones tenemos la yuca, papa y maíz. Como subproductos energéticos se encuentra principalmente los residuos de la alimentación humana (lavaza), suero y subproductos de la caña (melaza, melote, etc.). Si bien, por un lado estos recursos locales inciden en una disminución de los costos de producción de la actividad porcícola y representan una ventaja por ser el cerdo un animal omnívoro en donde esta reciclando todos estos productos o subproductos y transformándolos en proteína de origen animal, por otro lado sino hay un manejo adecuado pueden representar una fuente de contaminación, generación de olores y desprestigio para la misma actividad.

5.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN GRANJAS TECNIFICADAS

5.3.1 Sistemas de producción

A través de los años la porcicultura en Colombia ha venido tecnificándose y hoy en día representa algo más del 50% concentrándose en aproximadamente 1300 granjas a nivel nacional (+- 1.500.000 cabezas).

A continuación se describen los diferentes componentes de la actividad porcina y sus 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. Esta actividad se puede realizar en uno o dos sitios (Sitio 1: Fase de reproducción y lactancia hasta el destete del lechón con un peso de 6,5 a 7,0 kg en promedio; Sitio 2: Fase de recría o precebo, desde los 6,5 - 7,0 kg hasta los 22 - 25 kg de peso en promedio).

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). Se puede realizar en un Sitio, dos Sitios o tres Sitios (Sitio 1: Fase de reproducción y lactancia hasta el destete del lechón con un peso de 6,5 a 7,0 kg en promedio; Sitio 2: Fase de recría o precebo, desde los 6,5 - 7,0 kg hasta los 22 - 25 kg de peso en promedio; Sitio 3: Fase de levante y engorde, desde los 22 – 25 kg hasta los 95 – 105 kg de peso).

5.3.2 Tipo 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. En granjas tecnificadas el promedio de días al destete es de 24 días (rangos entre 18 y 28 días) y en granjas con un nivel tecnológico menor este se realiza a los 35 días. Los lechones nacen con 1.4 kg de peso aproximadamente y se destetan con un peso de 6.5 – 7.0 kg a los 24 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 esta gestando ni lactando. Este periodo dura en promedio 28 días (7 días destete a celo + 21 días nuevo ciclo: 2º celo).

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 24 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 24 días y solo se busca darle al animal mejores condiciones de confort para su desarrollo. En esta etapa se da una mortalidad

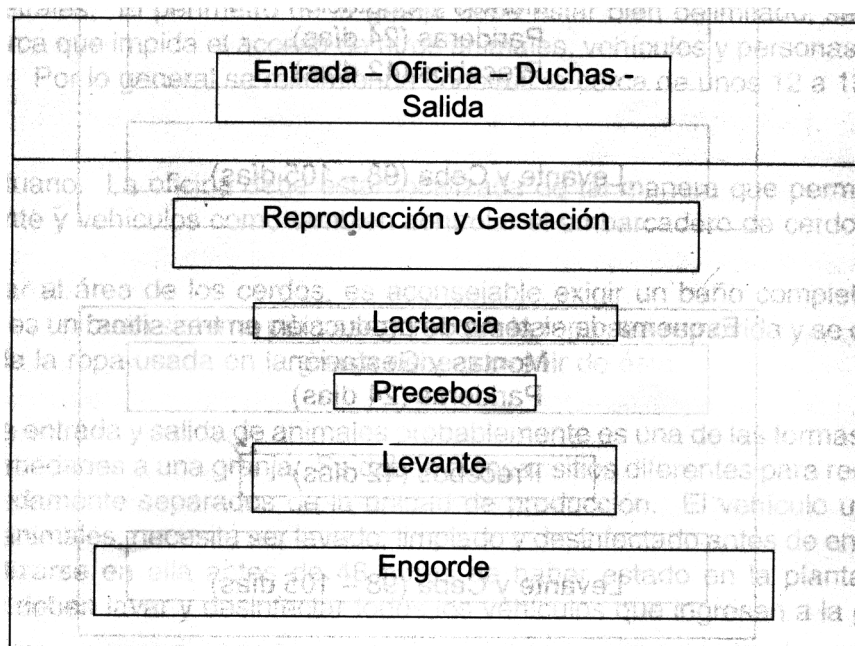
aproximadamente del 2 - 3%. Al finalizar esta etapa los lechones pasan a los corrales de levante.

Cerdos en levante. Son animales de aproximadamente dos meses de edad (66 días: 24 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 7 semanas (rango 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. Su duración es igual que en la fase anterior (7 semanas). 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).

5.3.3 Tipo de instalaciones

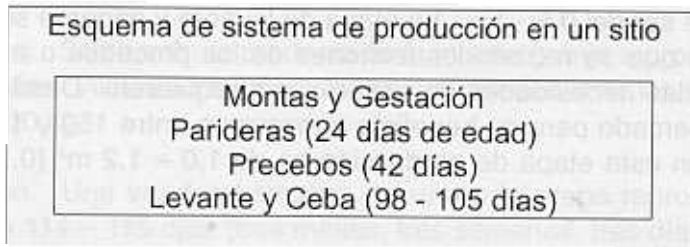
En una granja moderna de ciclo completo las principales instalaciones se encuentran en un área totalmente cercada para evitar la entrada de personas y otros animales. El manejo de las granjas pueden ser de flujo continuo o manejo todo dentro todo fuera y las naves o galpones pueden estar ubicadas en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



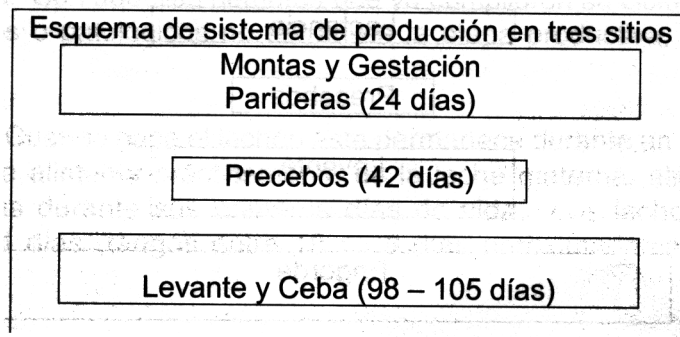
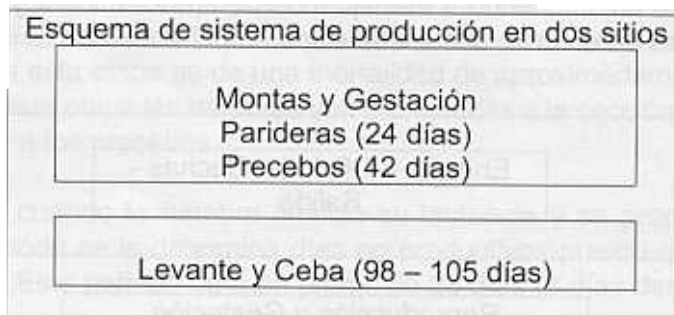
Granjas de flujo continuo. Son aquellas en donde los animales están entrando y saliendo constantemente de las diferentes áreas de acuerdo a su etapa fisiológica ya sea que estén ubicadas en un mismo galpón o en diferentes galpones.

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

Tabla 6. Inventario promedio en una granja porcícola

		Proporción de animales			
		Días	No	Peso x	%
Edificio	Cerdo	kg / cerdo / día			
Gestación	Reproductores	365	5	200	0.4
	Hembras en gestación	114	66	180	5.5
	Hembras vacías	27	20	160	1.6
Maternidad	Hembras lactantes	24	14	190	1.2
	Lechones lactantes	24	147	3.5	12.2
Destete	Precebo	42	288	16	23.8
Finalización	Levante	49	336	35	27.8
	Engorde	49	332	80	27.5
Total			1208		100

5.3.4 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 beneficio. Igualmente se deben lavar y desinfectar todos los vehículos que ingresen a la granja.

Disposición de animales muertos. Se debe contar con un sistema para el manejo de 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.

5.3.5 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.

5.4 USO DE RECURSOS Y CARACTERIZACION DEL ESTIÉRCOL PRODUCIDO

5.4.1 Uso de recursos

Alimentación. 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 7. 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	7.0	5.5
	Lechones lactantes	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 8. 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.

5.4.2 Caracterización del estiércol producido

El factor más determinante de la caracterización de la porcina 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 porcina 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 porcina 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.

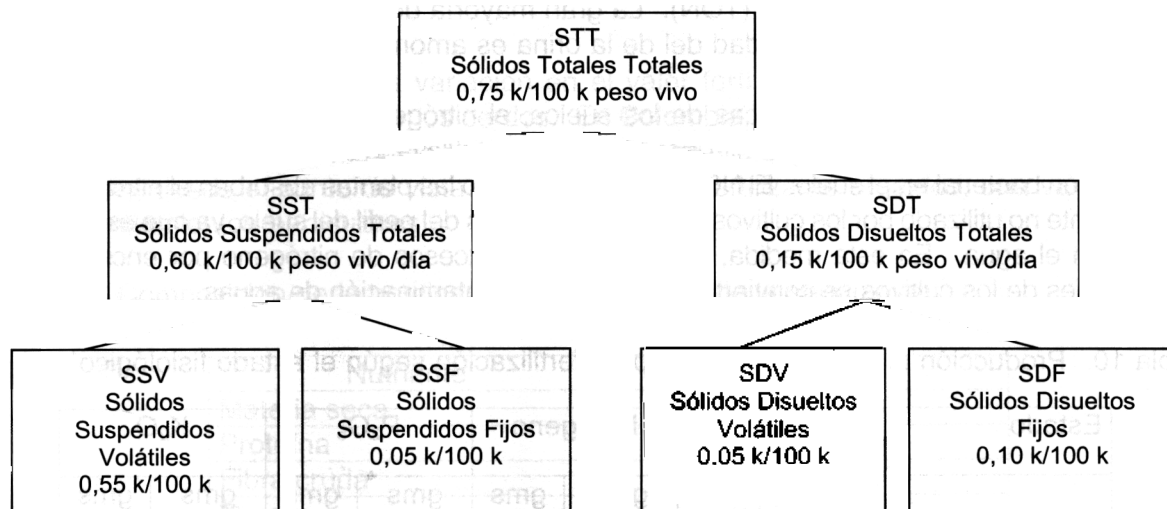
Tabla 9. Producción de materia fecal y orina como proporción del peso vivo (%)

Estado	Promedio	Rango	Peso x kg/animal	Estiércol kg/cab./día
Hembra vacía	4.61	3.3 – 6.4	160	7,38
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	200	5,62
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.



5.4.3 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 kg por cada 100 kg de peso vivo / día.

5.4.4 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 (NO_2) y nitratos (NO_3) por la acción bacterial en el suelo. El NO_3^- 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 10. Producción diaria de nutrientes para fertilización según el estado fisiológico¹

Estado	Peso X	Nitrógeno		P_2O_5		K_2O	
		k	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

Aplica para concentrados comerciales

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 11. 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 $\text{m}^2/\text{día}^*$
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.

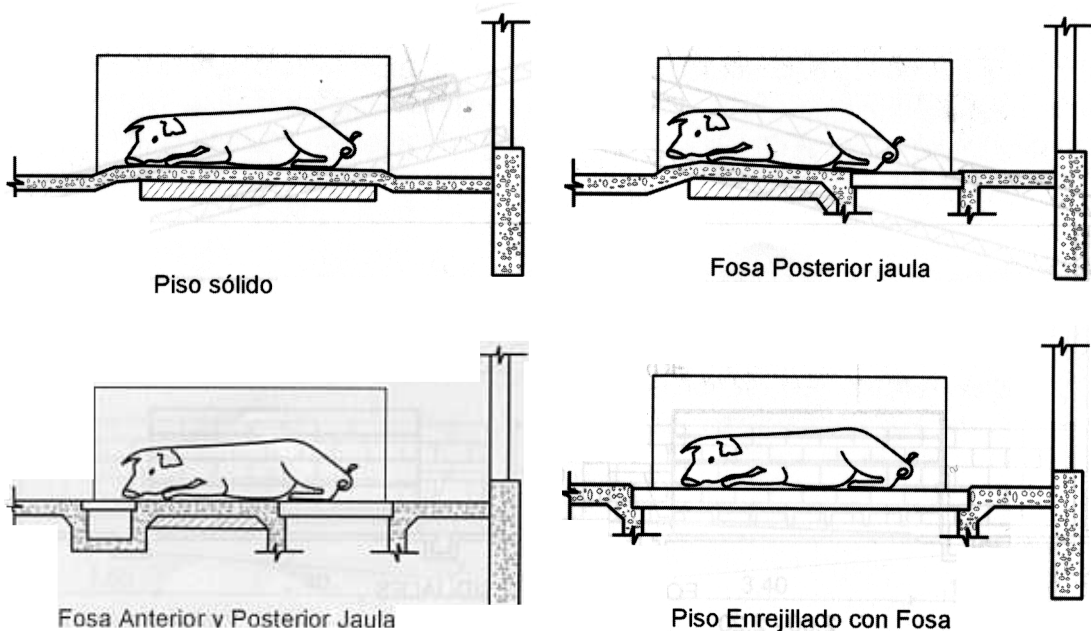
El principal determinante de la variación en el valor fertilizante de la excreta porcina es la calidad del alimento recibido por los cerdos. En Colombia, en donde unas cuantas fábricas de alimento entregan la gran mayoría del concentrado para la explotación porcina, puede decirse que no hay, desde el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

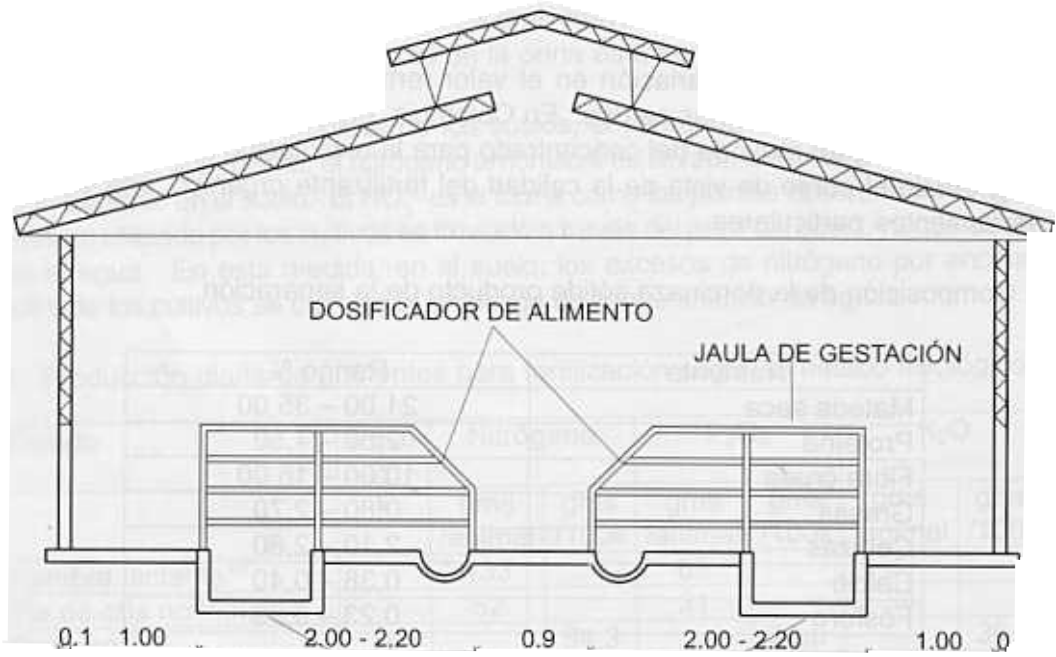
Tabla 12. Composición de la porcinoza sólida producto de la separación

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

A continuación se presenta como ilustración el tipo de instalaciones que generalmente se utilizan en explotaciones porcícolas con algún grado de tecnificación.

Figura 5. Tipos de pisos para evacuación de aguas residuales en una granja porcícola





FOSA AGUAS RESIDUALES

Módulo de Paridera

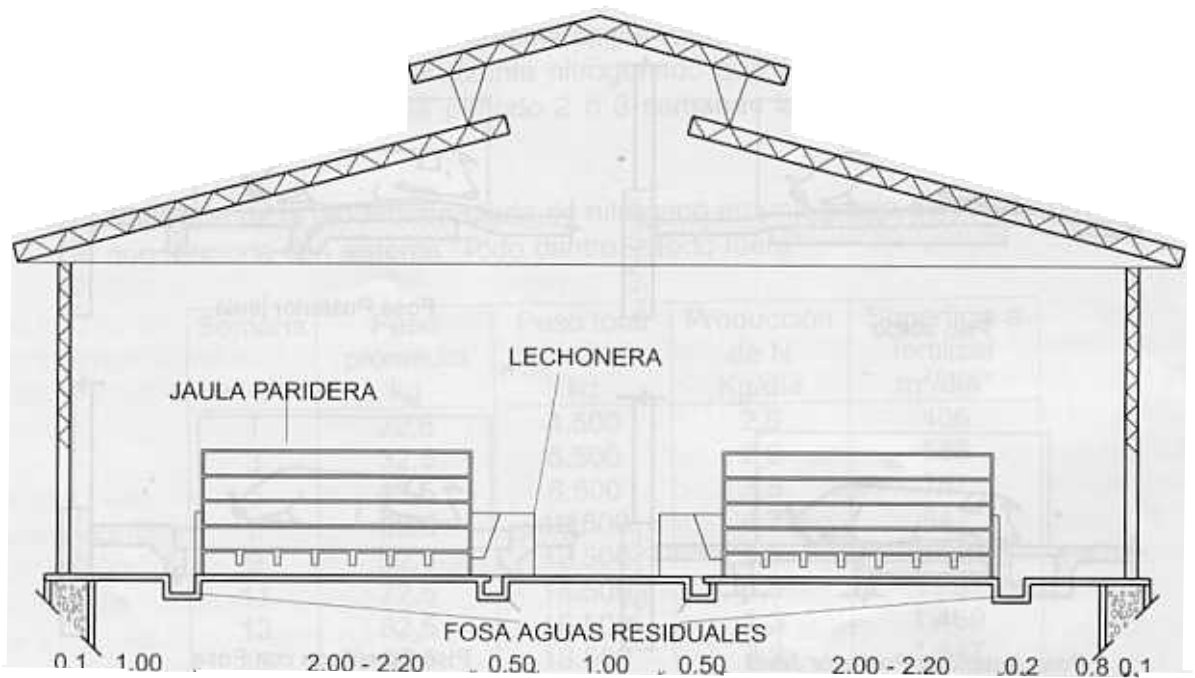


Figura 8. Módulo de Precebos

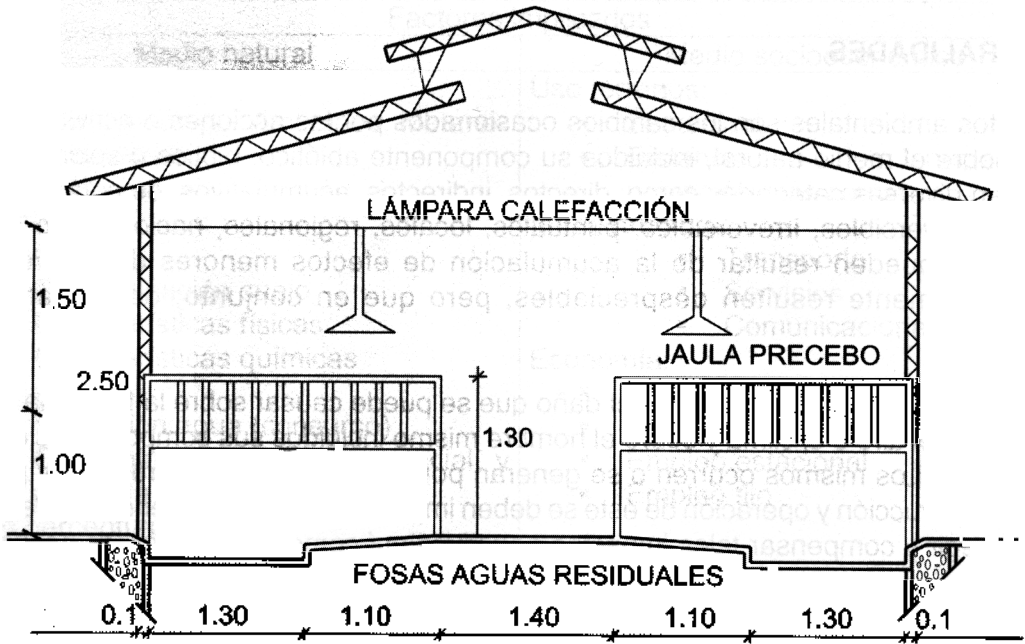
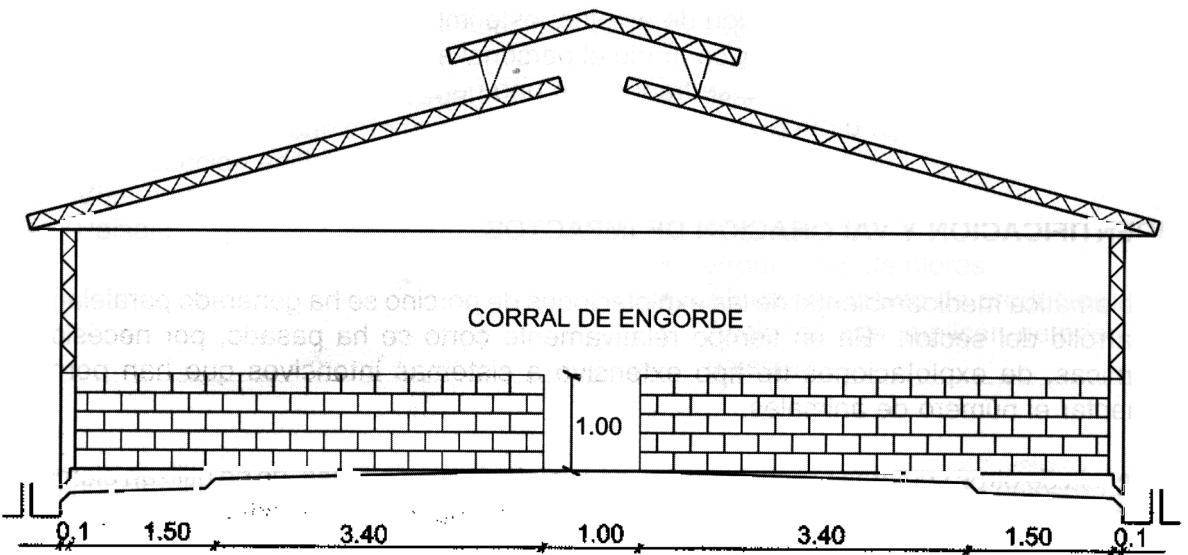


Figura 9. Módulo de Levante y Engorde



CAPITULO 6

IDENTIFICACION 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 13. Factores ambientales que deben tenerse en cuenta en el caso de una explotación porcina

Factores implicados	
Medio natural	Medio socioeconómico
Aire: 1. Contaminación por Amoniaco, Metano 2. Nivel de polvo 3. Olores Suelo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erosión ▪ Contaminación suelo - Características físicas ▪ Características químicas Agua: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilización agua (consumo) ▪ Contaminación agua superficial y profunda Medio perceptual <ul style="list-style-type: none"> ▪ Paisaje 	Uso terrenos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zona rural ▪ Distancia a los núcleos de población más cercanos Infraestructura: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte ▪ Servicios ▪ Comunicaciones Economía: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Producción porcina ▪ Ingresos económicos ▪ Empleo estacional ▪ Empleo fijo

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 14. 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 2. Alteración de la cubierta terrestre 3. Construcción edificios y equipamiento 4. Vías de acceso 5. Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manejo de la porcina ▪ Utilización y reutilización de desechos ▪ Condiciones sanitarias y de limpieza ▪ Producción de olores ▪ Almacenamiento de productos ▪ Acciones que implican deterioro del paisaje

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.

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 15. Distribución de microorganismos en varios horizontes del perfil del suelo

Profundidad, cm	Organismos/g de suelo x 10 ³				
	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 16. Parámetros para medir eutrofización

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

Los valores indican inicio de condiciones eutróficas

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 mas 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 aminas secundarias y terciarias en el estómago, formando nitrosaminas de reconocido efecto carcinogénico.

Los fosfatos tienen una reducida movilidad en el suelo y sus pérdidas son 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 (P_2O_5) raramente puede llegar a provocar daños en los suelos y cultivos, salvo por efectos de competencia con otros elementos.

El potasio (K_2O) 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 amoniaco (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 amoniaco 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 amoniaco juega un papel importante en la química de la atmósfera.

La volatilización sucede cuando la concentración de amoniaco en la superficie es superior a la concentración de amoniaco 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 amoniacales, forma que le permite recorrer grandes distancias.

Recientemente se ha demostrado que las deposiciones ácidas, por ejemplo, de sulfato amónico $(NH_4)_2SO_4$ 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 $pH = 4$). Como consecuencia, muchas especies vegetales, características de ecosistemas frágiles, pueden desaparecer.

Metano (CH₄): 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 glacial (ahora hace 15.000 años) hasta la revolución industrial, las concentraciones de CH₄ 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 CH₄ 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 contaminación 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:

- Acidos 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.

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 definidos tanto por actividad como por recurso.

6.3.1 Etapa de construcción

Actividad	Recurso	Efecto ambiental	Medidas de prevención	Medidas de control	Medidas de mitigación
Mantenimiento 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 propendrá 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.		

6.3.1 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. Diseñar las construcciones en forma planificada para tener un crecimiento organizado.		

6.3.2 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, nutrientes y organismos patógenos debido a una sobrefertilización.	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 (seguimiento) para determinar niveles permisibles	
	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, cualquiera sea el grado de tratamiento de la porcina. 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 (seguimiento) para ajustar los planes de fertilización	
	Aire	Producción de metano, amoniaco, polvo orgánico.		Evacuar tanques de almacenamiento y tanques de sedimentación con intervalos no mayores a tres días.	
	Social	Generación de olores. Impacto visual por la utilización inapropiada de residuos de la alimentación humana en la alimentación porcina	Aseo y limpieza estrictos al interior de las instalaciones. Utilizar mangueras, cañones o aspersores de baja presión localizados lo más cercano al suelo. Mantener limpios los recipientes en donde se almacenan los residuos de la alimentación humana.	Implementar sistemas de tratamiento que minimicen el problema de olores.	Presencia de barreras vivas para provocar disturbio en las corrientes de aire

6.4 ALTERNATIVAS DE MANEJO

En la presente sección se describen los posibles impactos ambientales generados en una explotación porcícola y las diferentes medidas de manejo a implementar, encaminadas a prevenir, corregir, compensar y mitigar los posibles efectos o impactos ambientales negativos que se pueden generar con el establecimiento y desarrollo de un proyecto, obra o actividad nuevo o existente, en un área con características físico – bióticas y relaciones sociales particulares.

6.4.1 Descapote, movimiento de tierra y excavaciones y manejo de residuos sólidos de la construcción

Ficha 1. Medidas de manejo a implementar en el descapote

Descripción de la actividad	Retiro de la capa orgánica del suelo
Actividades a realizar	Levantamiento del material procedente del descapote Acopio temporal del material procedente del descapote Uso del material orgánico del descapote en recuperación de suelos, protección de taludes, estacas para cespedones y otras actividades.
Impactos generados por la actividad	Presencia de suelos desprotegidos Remoción de suelos y derrumbes Incremento de procesos erosivos Alteración de la textura y estructura del suelo Sedimentación de fuentes hídricas y drenajes
Medidas de manejo ambiental	Disposición temporal adecuada del material orgánico en sitios no cercanos a poblaciones vegetales, a colectores naturales o artificiales de aguas lluvias con el fin de evitar pérdida de material y arrastre de partículas. Destinación de un sitio especial para disposición adecuada del material orgánico. Construcción de obras temporales de contención (trinchos, empalizadas, retenedor de sedimentos, etc.) Uso del material orgánico en actividades de revegetalización de taludes, cortes y zonas verdes. No disponer el material sobrante proveniente del descapote y excavaciones sobre laderas.
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental
Momento de ejecución	Previo a la actividad de excavación y posterior a las labores de desmonte y limpieza
Responsable	Dueño de obra, Gerente del Proyecto

Figura 10. Sistema para establecer barreras vivas con fajinas

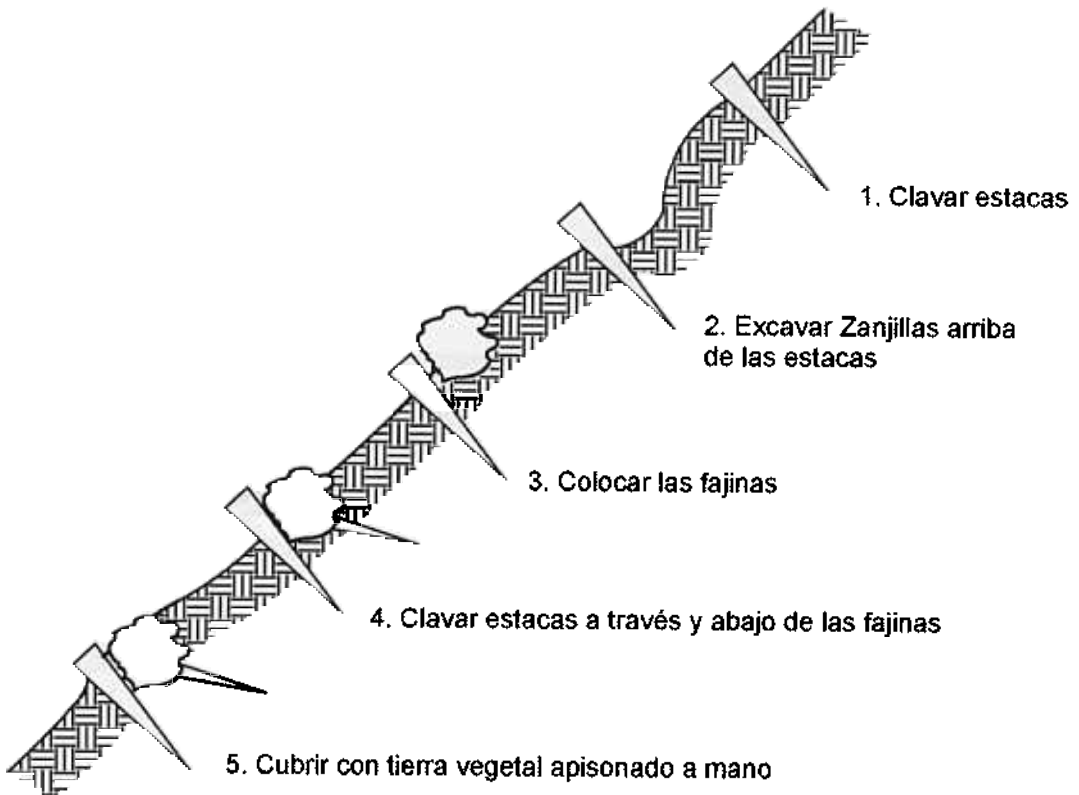
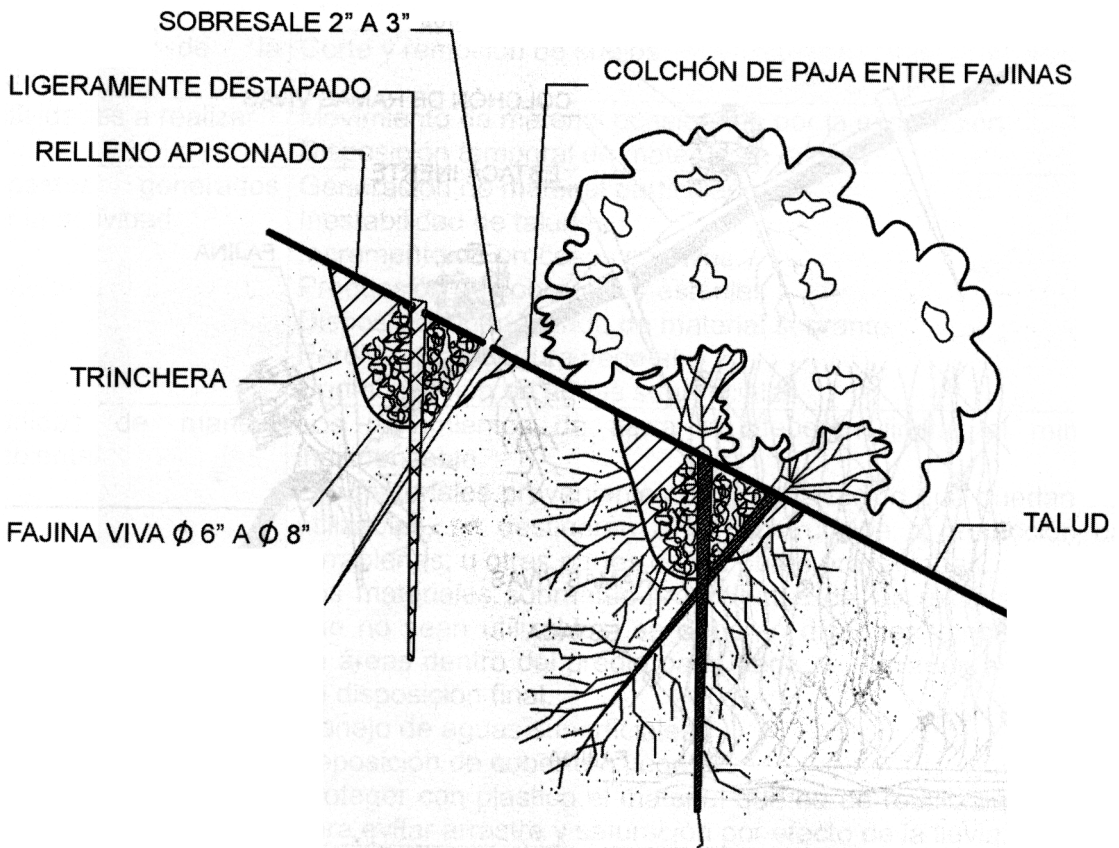


Figura 11. Esquema de instalación de colchones de ramas sobre la manga de un río

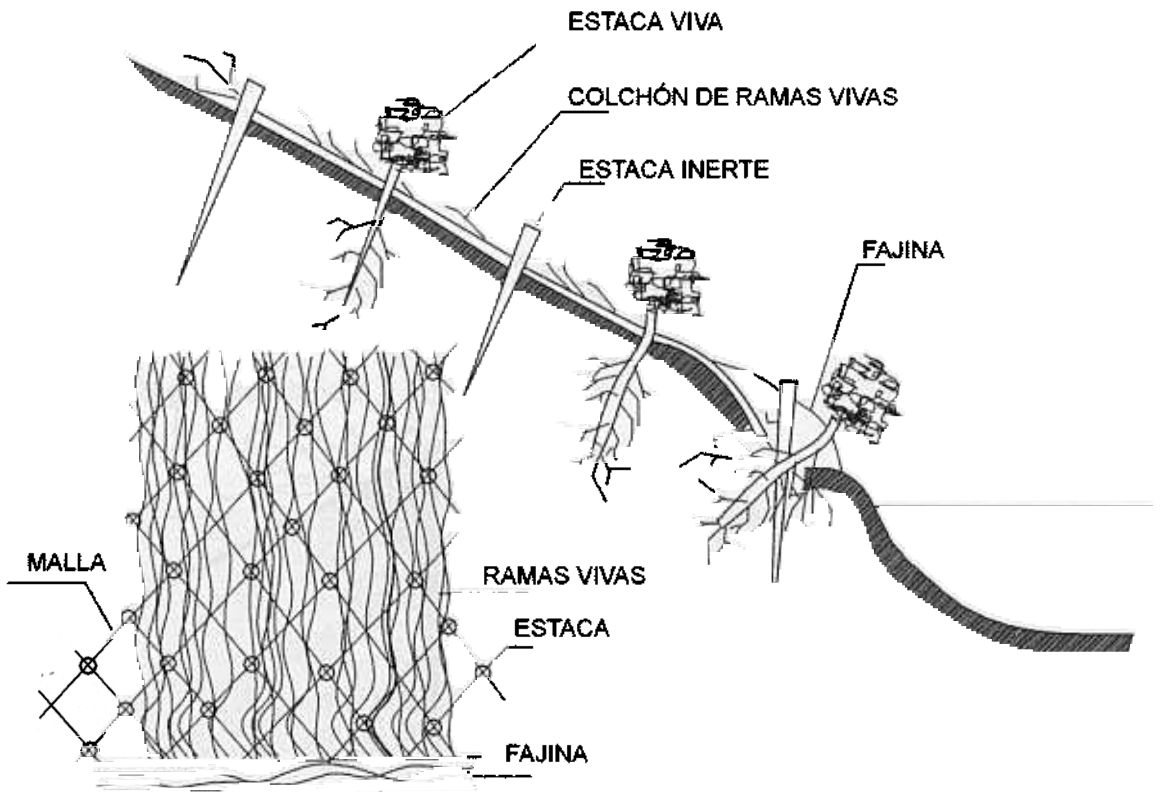
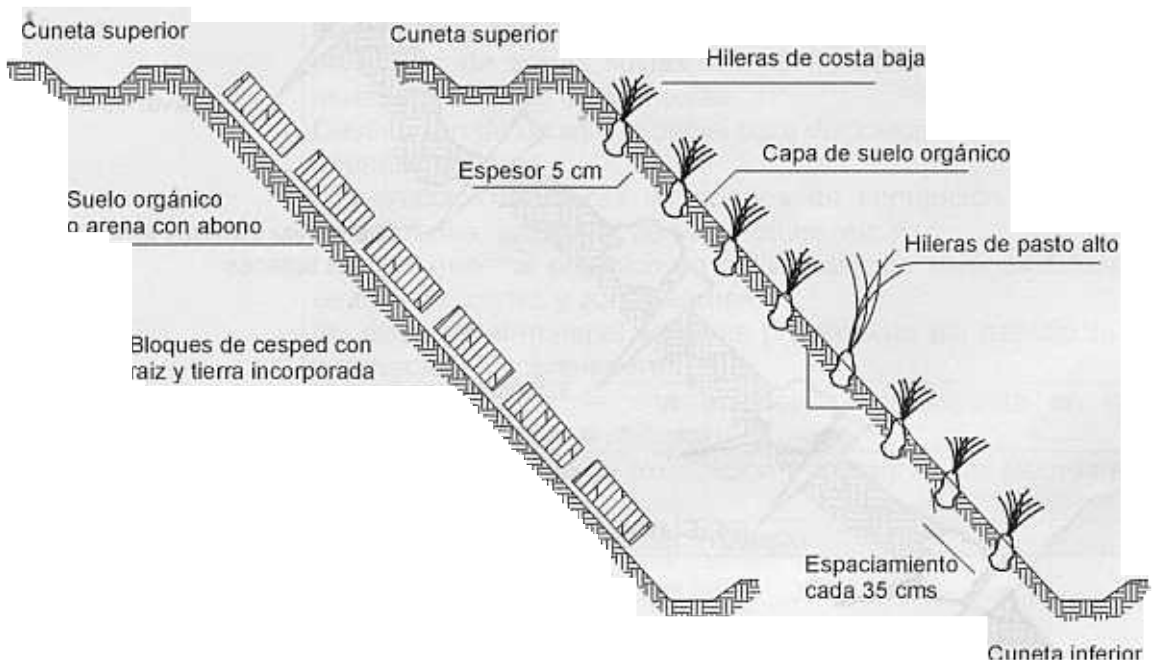


Figura 12. Revegetalización y protección de zonas pendientes



Ficha 2. Medidas de manejo para el movimiento de tierra y excavaciones

Descripción de la actividad	Corte y remoción de suelos
Actividades a realizar	Movimiento de material ocasionado por la excavación Disposición temporal de material en la obra
Impactos generados por la actividad	Generación de material particulado Inestabilidad de taludes Incremento de procesos erosivos Producción de sobrantes y estériles Disposición inadecuada de material sobrante Pérdida de cobertura vegetal Contaminación de aguas superficiales
Medidas de manejo ambiental	Los movimientos de tierra se deberán limitar al mínimo indispensable. Los materiales provenientes de la excavación que puedan ser utilizables, se destinarán a la construcción o protección de terraplenes, u otras partes de las obras proyectadas. Los materiales sobrantes procedentes de las excavaciones y que no sean utilizables, se deberán disponer temporalmente en áreas dentro del predio para luego ser llevados a los sitios de disposición final. Manejo de aguas superficiales. Reposición de cobertura vegetal. Proteger con plástico el material que ha de reutilizarse in situ, para evitar arrastre y saturación por efecto de la lluvia.
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental
Momento de ejecución	Posterior a las actividades de descapote y previa a las actividades de cimentación y estructura de la edificación.
Responsable	Dueño de obra, Gerente del Proyecto

Ficha 3. Medidas de manejo de los residuos sólidos de construcción

Descripción de la actividad	Recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos generados y material sobrante por la obra.
Actividades a realizar	Clasificar los residuos que se generen en el sitio de la obra. Control a la generación de residuos dentro de la obra. Identificar los sitios de disposición final.
Impactos generados por la actividad	Generación de material particulado. Contaminación del suelo. Alteración de propiedades físico-químicas de aguas superficiales. Generación de vectores y roedores. Obstrucción de cauces, alcantarillas, cunetas, etc. Generación de lixiviados. Contaminación visual.

Medidas de manejo ambiental	Clasificación de los residuos sólidos y material sobrante en la obra para facilitar su transporte y disposición final. Seleccionar los sitios adecuados para el almacenamiento y 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 y del viento. Fumigación y limpieza para control de vectores y roedores. Recolección periódica mínima dos (2) veces por semana.
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental
Momento de ejecución	Durante el tiempo que dure la actividad de construcción.
Responsable	Dueño de obra, Gerente del Proyecto

6.4.2 Separación de aguas lluvias de aguas residuales

Siempre hay que garantizar una independencia total del sistema de aguas lluvias, de modo que no se contaminen 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 porcina. Las aguas lluvias deben colectarse, conducirse y disponerse de modo que no se mezclen con la porcina ni sean causa de erosión.

Ficha 4. Medidas de manejo para la separación de aguas lluvias de aguas residuales

Descripción de la actividad	Implantación de medidas conducentes a la separación e independencia entre aguas lluvias y aguas negras o aguas efluentes de las instalaciones pecuarias.
Actividades a realizar	Diseño y cálculo obras conducción y almacenamiento aguas lluvias.
Impactos generados por la actividad	Contaminación de aguas lluvias. Aumento en el volumen de aguas residuales a manejar o tratar.
Medidas de manejo ambiental	Separación de las aguas lluvias (canaletas, sistemas de desagüe cerrados). Conducción y disposición de las aguas lluvias (tuberías, almacenamiento, disposición abierta en el terreno, cuerpos de agua). Control de la escorrentía de las aguas lluvias (taludes y cortes dejados por construcciones o zonas naturales de alta pendiente y pobre cobertura vegetal). Utilización en el sistema productivo (siempre y cuando se justifique técnica y económicamente).
Plan de contingencia	Revisar periódicamente los sistemas de desagüe para evitar taponamientos. En caso de romperse el sistema de desagüe, diseñar el sistema de conducción de las aguas para que no se mezclen con las de lavado de la granja. Implementar más de una alternativa.
Momento de ejecución	Al inicio de la actividad
Responsable	Dueño

Figura 13. Canaletas para la conducción de aguas lluvias

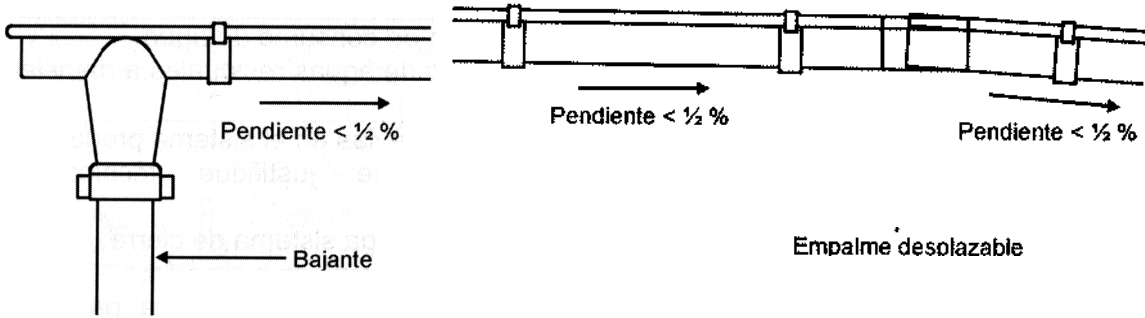
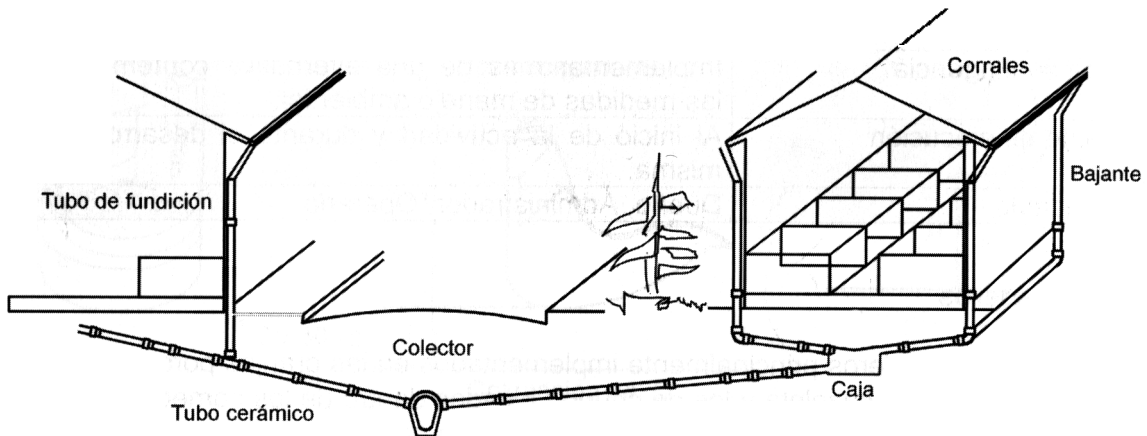


Figura 14. Sistema de canaletas para separación de aguas lluvias de aguas residuales



6.4.3 Reducción en el consumo de agua

Para calcular la necesidad diaria de agua en producción porcina, utilice las siguientes cifras como máximo 30 litros por cerdos en granjas de ciclo completo (cría, precebos, levante y ceba), 35 litros por cerdo en granjas de cría y precebos y 20 litros por cerdo en granjas de levante y ceba.

Para determinar el consumo de agua en su sistema productivo todas las granjas porcinas deben disponer de un contador volumétrico de agua.

Ficha 5. Medidas de manejo para reducir el consumo de agua

Descripción de la actividad	Implantación de medidas conducentes a la reducción en el consumo de agua en la explotación porcina.
Actividades a realizar	Diseño y cálculo obras a implementar.
Impactos generados por la actividad	Aumento en el volumen de consumo de agua. Aumento en el volumen de aguas residuales a manejar o tratar.
Medidas de manejo ambiental	Utilización de las aguas lluvias en el sistema productivo (siempre y cuando se justifique técnica y económicamente). La manguera de lavado tenga sistema de cierre. Utilización de sistemas de limpieza a presión. Implementación de bebederos de cazoleta para los cerdos o el chupo dentro del comedero. Barrido en seco de la porcinaza. Realizar lavados de los corrales con menor frecuencia (p.e. día de por medio, dos veces por semana, etc.) sin que esto afecte el sistema productivo. Implementar espejos de agua en los corrales de levante y ceba. Realizar las etapas de levante y ceba bajo la modalidad de camas profundas.
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Al inicio de la actividad y durante el desarrollo de la misma.
Responsable	Dueño, Administrador, Operario

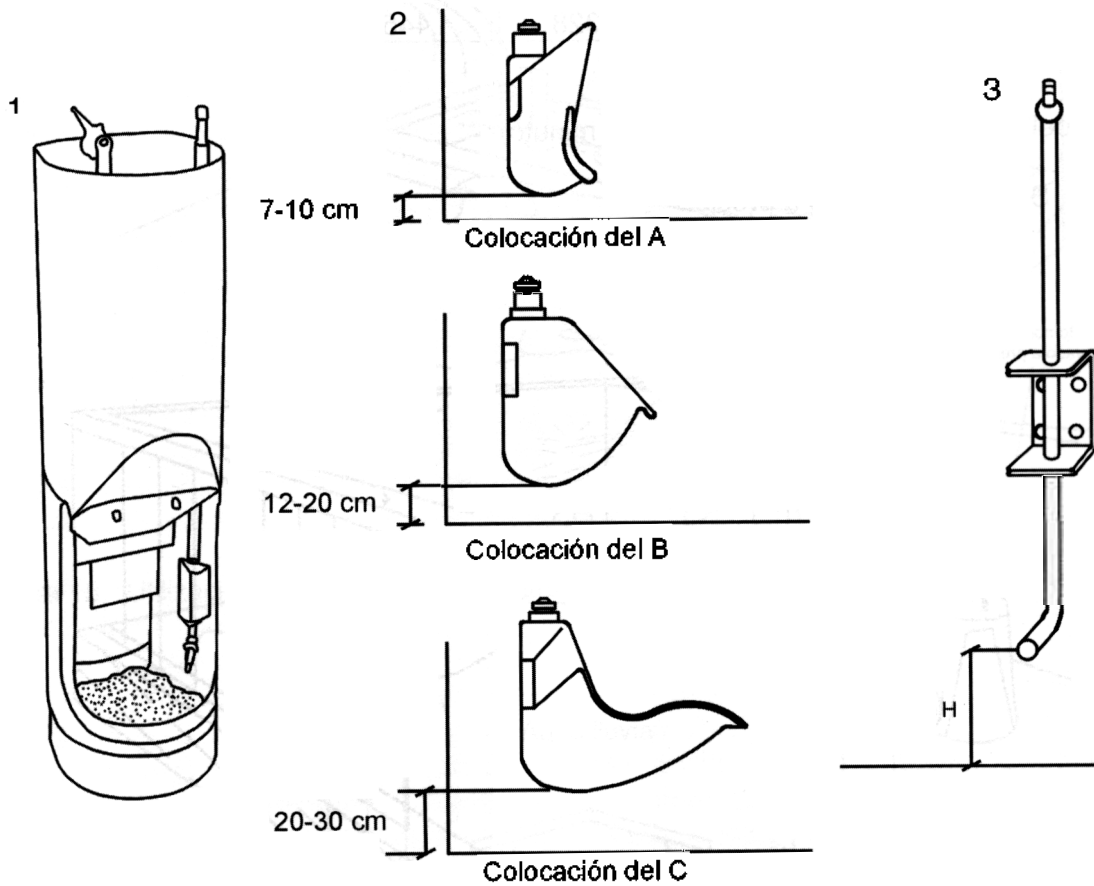
6.4.3.1 Bebederos

Los sistemas de bebederos principalmente implementados en las granjas porcinas son los de canoa, chupo o tetinas, cazoleta y los de chupo ubicados dentro de los comederos. Estudios recientes han demostrado que el sistema de bebedero de cazoleta reduce hasta en un 20% el consumo de agua respecto al de chupo o tetina, debido a un menor desperdicio de agua. Por otro lado los bebederos de chupo o tetinas ubicados en los comederos de manera tal que el animal tenga poca posibilidad de desperdiciarla puede incidir en una reducción de hasta un 40% en las pérdidas de agua que cuando se instalan en forma separada. Adicionalmente, la alimentación seco / húmeda mejora la conversión alimenticia de los animales.

Tabla 17. Alturas con bebedero regulable

Tipo de animal	Altura, H
Lechón (con la madre)	20 cm
Lechón hasta 22 kg	35 cm
Lechón de más de 22 kg	42 – 47 cm
Lechón hasta 50 kg	55 – 65 cm
Cerdo mayor de 50 kg	70 – 75 cm
Cerdo adulto	85 – 90 cm

Figura 15. 1. Cazoleta y chupo en el comedero (alimentación húmeda) 2. A: Cazoleta lechón con madre; B: Cazoleta lechón destetado; C: Cazoleta cerdo de engorde 3. Bebederos de chupo



6.4.3.2 Sistemas de limpieza

Los más efectivos son los sistemas de alta presión, ya que además del ahorro de agua, disminuyen el tiempo necesario para la limpieza. Aunque estos sistemas están bastante extendidos, su implantación no es absoluta. La diferencia entre un sistema y otro puede suponer un ahorro entre un 10 - 20%.

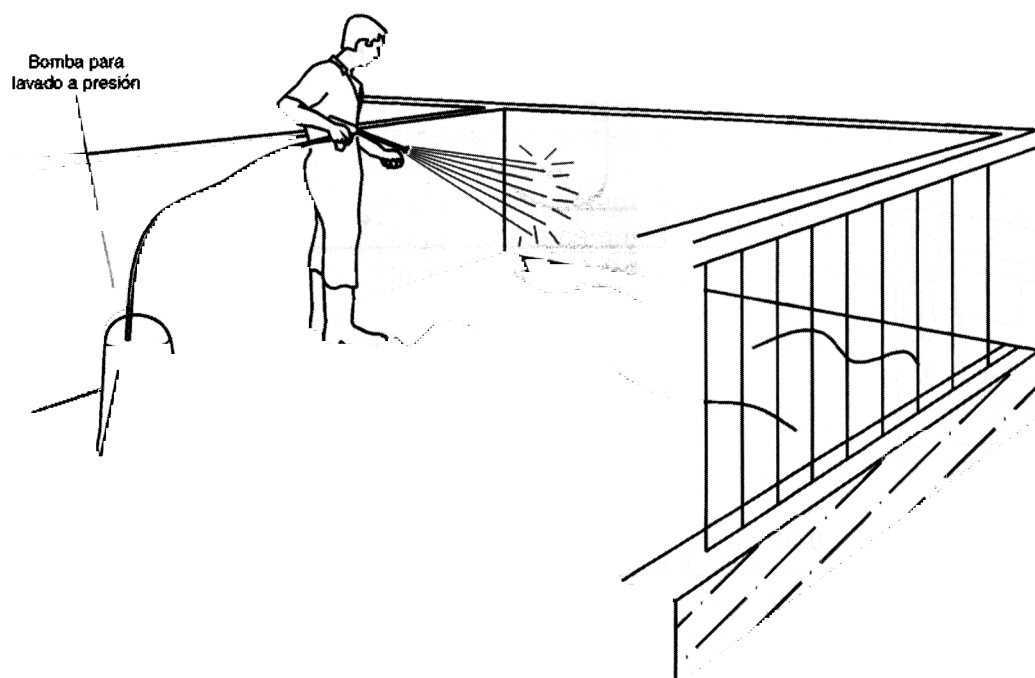
Por otro lado, es necesario aclarar que en aquellas explotaciones en donde los corrales de levante y engorde construidos en cemento con una alta proporción de mezcla de arena, el uso de sistemas de lavado a presión pueden deteriorar el piso teniendo un costo adicional para su mantenimiento.

Tabla 18. Litros de agua usada por galpón para la limpieza con una presión de 120 o 60 atmósferas y velocidad de flujo de 16, 23, 32 o 46 litros / minuto.

Tipo de galpón	120/16*	60/16	60/23	60/32	60/46
Galpón de reproducción	143	151	188	244	279
Galpón de precebo	118	123	164	232	263
Galpón de finalización	294	328	445	429	520

* Presión del agua (atmósferas) / flujo (litros / minuto)

Figura 16. Sistema de lavado a presión



6.4.3.3 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 o una tercera parte del corral 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 de los animales.

Figura 17. Espejo de agua en corrales de levante y engorde

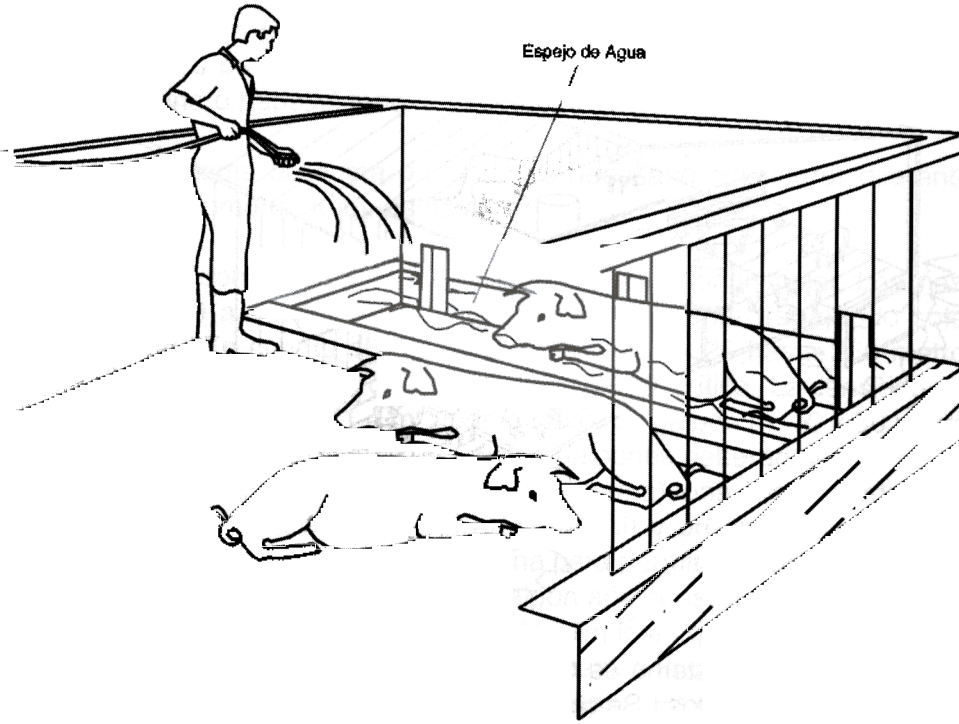


Figura 18. Utilización de aguas lluvias dentro del sistema productivo

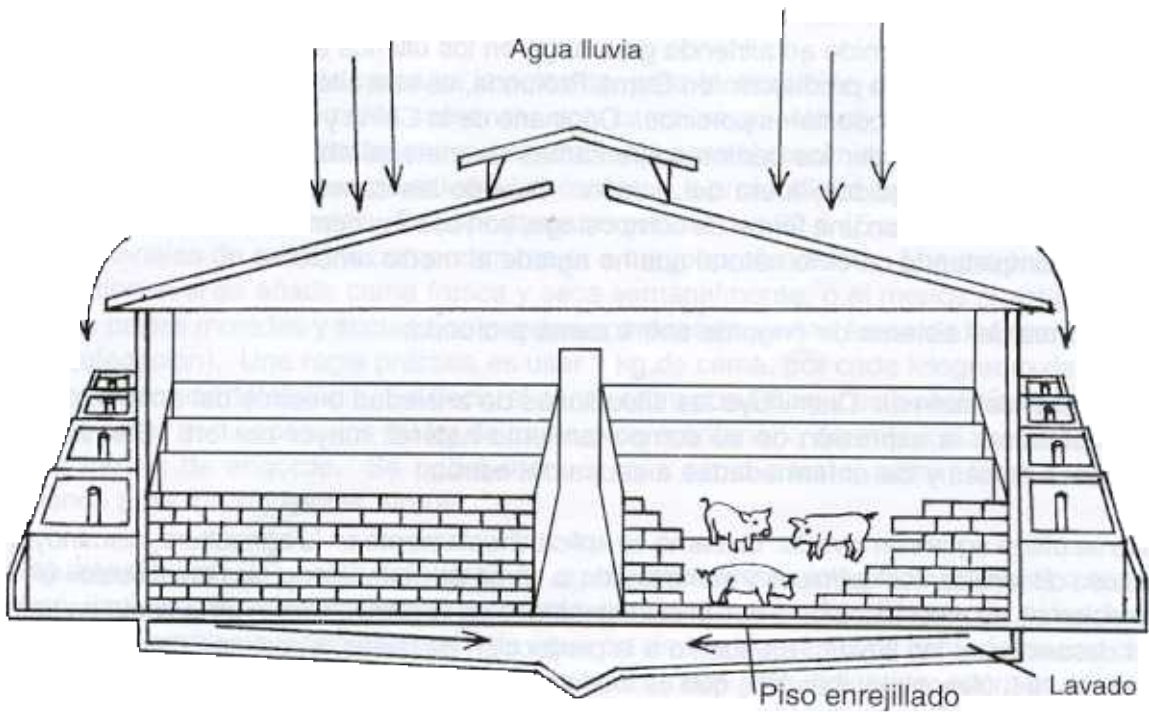
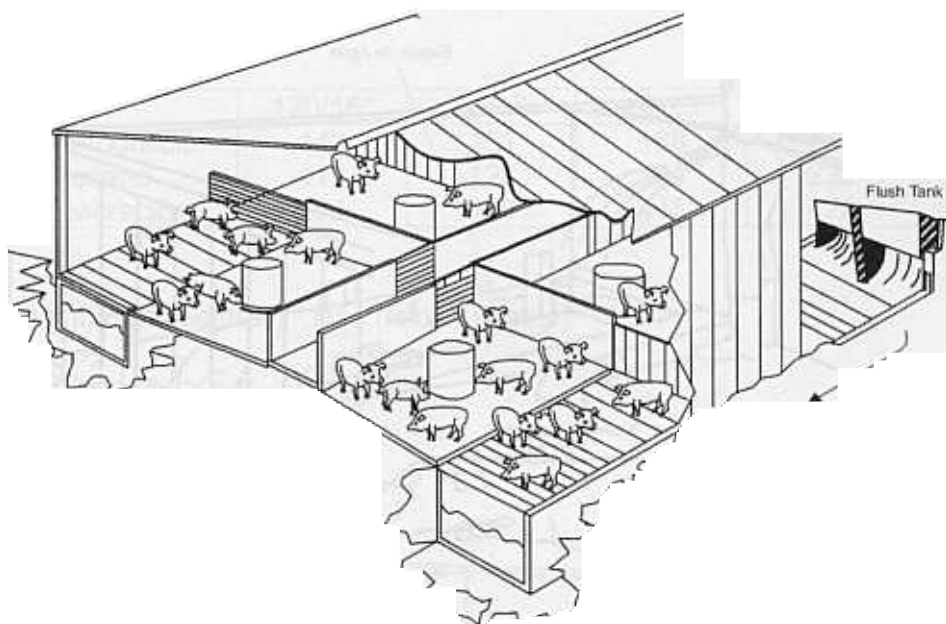


Figura 19. Sistema de lavado por el sistema de flushing



La principal ventaja de este sistema es que el agua de lavado y los residuos nunca están en contacto constante con los cerdos. Se considera que este sistema demanda mayor cantidad de agua en el lavado.

6.4.3.4 Camas profundas (Deep bedding)

Es un sistema que ha venido adquiriendo gran auge en los últimos años en diferentes regiones del mundo. El sistema de producción en Cama Profunda, es una alternativa principalmente para pequeños y medianos productores porcinos. Originario de la China y adoptado en Europa desde 1980, consiste en engordar los cerdos sobre camas de material absorbente, que no produzca desechos (sólidos o líquidos) fuera del galpón. Cuando las camas son retiradas al final del periodo de engorde, ya en una forma de compostage, son usadas como fertilizantes o enmiendas agrícolas, completando un ciclo natural que no agrede al medio ambiente.

Fundamentos del sistema de engorde sobre cama profunda:

Bienestar del animal. Disminuye las situaciones de ansiedad o estrés del animal, debido a que preserva la expresión de su comportamiento natural: mayor confort. Disminuye las lesiones físicas y las enfermedades a causa del estrés.

No se utiliza aguas de lavado. La cama se aplica directamente en la agricultura, disminuyendo el uso de fertilizantes químicos y aumentando la carga de materia orgánica en el suelo. No hay problemas de mosca debido a que el calor generado en la compostación de la cama no permite el desarrollo de las larvas. En cuanto a la producción de gases, el sistema de cama produce menos NH_3 (Amonia) y más NH_2 que es inodoro, por lo cual se reduce el problema de olores.

- Marketing y venta de un producto diferenciado. Este sistema atiende el concepto de "Producción Verde", aceptado y exigido por el consumidor moderno.

La producción de cerdos en Cama Profunda es el proceso en el cual se utilizan infraestructuras de segundo uso como son galpones de pollo, bodegas, establos o pabellones nuevos de un bajo costo ya que no usan piso de concreto, que es un elemento costoso. Como cama se puede utilizar productos como tamos, coronta de maíz, viruta, bagazo, cascarilla de arroz, cascarilla de café, arena o papel picado sobre piso de tierra.

Para estructurar un sistema de cama profunda es necesario considerar diferentes factores, que se deben manejar como un todo, estos son:

1. **Tamaño del galpón y densidad.** Los galpones angostos funcionan mejor. Los más adecuados son galpones de 10 a 14 metros de ancho, especialmente trabajando solamente con ventilación natural. En cuanto al largo, se utilizan desde 25 hasta 256 metros en forma satisfactoria sin considerarse esta dimensión un problema crítico. La densidad recomendada es de un animal por cada 1,2 – 1,4 m², por lo tanto, un galpón de 10 x 30 metros (300 m²), permite tener alrededor de 215 cabezas. Estos galpones deberán poseer un muro de 0,50 a 0,60 metros de altura (para evitar la salida de la cama), una cerca en madera o hierro de 0,60 a 0,80 metros (para evitar la salida del animal) y una malla para la protección de pájaros. Adicionalmente debe tener una cortina para permitir el control de la ventilación y la entrada de lluvia y sol. Lo ideal, es que el galpón sea construido en sentido transversal al viento predominante, para facilitar la ventilación. En lotes grandes, el galpón debe permitir la entrada de un tractor para retirar en forma mecánica la cama debido al volumen que se maneja y que sería dispendioso retirarlo manualmente. En el caso de galpones con piso en tierra, a la salida del lote se recomienda después de retirada la cama, que el suelo sea recubierto con una capa de 5 cm de cal y se mantenga un periodo de vacío sanitario de por lo menos 7 días. La meta es obtener tres turnos (grupos de cerdos) en la cama antes de limpiar el galpón. Si se agrega cama limpia y seca regularmente, esto ayudará a que el galpón permanezca seco, con menos olor y así poder alcanzar la meta de los tres turnos.
2. **Cama.** La calidad de la cama es importante, para la absorción de agua y la salud de los cerdos. Es muy importante comenzar con cama seca. No se deben utilizar productos húmedos ya que la humedad provee un ambiente para el crecimiento de hongos, los cuales pueden causar problemas de salud a los cerdos. La profundidad de la cama es crítica para obtener buenos resultados. Es importante comenzar con 30 a 45 cm como mínimo. Todos los materiales de cama se comportan mejor a mayor profundidad. Los mejores resultados se obtienen si se añade cama fresca y seca semanalmente, o al menos si esta se agrega en las partes mojadas y sucias que pueden aparecer en ciertas áreas de los corrales (áreas de defecación). Una regla práctica es usar 1 kg de cama, por cada kilogramo de ganancia de peso por cerdo alojado. Es decir, el cerdo entra con 20 kg y es beneficiado con 100 kg, por lo tanto son necesarios 80 kg de cama para mantenerlo durante los aproximadamente tres meses de engorde. Se podrá requerir más cama para el primer turno (engorde) y menos para los siguientes turnos.

Agua y alimento. Fuentes exteriores de agua, tales como niples fijos (chupos) o tazas no han dado buenos resultados en ambiente de cama profunda. El uso de estas fuentes agrega el problema de acumulación de agua en ciertos lugares. Los comederos con chupo, que permiten el consumo de la ración húmeda son los más indicados, además de mejorar la digestibilidad del alimento y reducir el nivel de polvo en el ambiente. En el caso de que un productor quiere usar bebederos adicionales, los mismos se deben colocar sobre una base de piso en cemento, en donde el agua que cae sea canalizada fuera del galpón, para no

mojar la cama. Los comederos son normalmente colocados sobre una plataforma de madera, para evitar que la cama caiga en la ración. Esta plataforma debe permitir que el cerdo coloque sus cuatro extremidades sobre ella, en cualquier edad, para facilitar su acceso al comedero. Los comederos se deben localizar sobre uno de los laterales del galpón, así de esta forma los cerdos concentrarán sus desechos en el lado opuesto.

4. **Temperatura y ventilación.** Algunos estudios demuestran temperaturas de 4 a 8° C más a nivel de la cama, en relación al medio ambiente externo. Una buena ventilación ayuda a controlar este problema.
5. **Manejo de los lotes.** Lo ideal es tener animales de una sola edad, con variación no mayor a una semana para evitar la transmisión de enfermedades. Por el mismo motivo, en el caso de productores de la fase de engorde se recomienda tener animales de una sola procedencia. El tamaño ideal de los lotes es de 250 a 300 cabezas.
6. **Aspectos sanitarios.** En este sistema de producción aumenta la frecuencia de Erisipela, por lo cual es deseable que los lotes sean vacunados contra esta enfermedad. Granjas con graves problemas sanitarios, no deben adherir a este sistema de producción, debido a una mayor facilidad de propagación de enfermedades. Entretanto, en lotes con buenas condiciones de sanidad, el engorde en el sistema de Camas Profundas ofrece ventajas en relación al piso de cemento, en relación a las enfermedades respiratorias, por producir menos amonía y menos lesiones ulcerativas del estómago, debido a un menor estrés.

A continuación se relacionan las principales ventajas y desventajas del sistema:

Ventajas:

- Bajo costo de inversión en instalaciones.
- Mayor confort de los animales, permitiendo una mejor expresión de su comportamiento.
- Menor consumo de agua.
Aprovechamiento de la cama para su uso agrícola.
- Disminución de la expresión de vicios (canibalismo, morder paredes, etc.)
- Disminución de moscas y olores.
- Disminución de la mortalidad.
- Mejora en la uniformidad del lote.
- Mejor calidad de la carne debido a una mayor actividad de las células musculares.

Desventajas:

- Mayor consumo de ración.
- La conversión alimenticia aumenta ligeramente.
- Aumento en la necesidad de mano de obra para el manejo de la cama.
- Mayor dificultad en el manejo de los animales para cargarlos para el transporte.
- Grandes necesidades de material vegetal para ser usados en la cama.
- Mayor necesidad de ventilación.
- Exige un buen nivel sanitario del plantel.
Mayor costo operacional.

6.4.4 Alternativas para el manejo y tratamiento de residuos porcinos

La alternativa más apropiada para el manejo y posterior tratamiento de los residuos porcinos está muy directamente relacionada e influenciada por el tipo de explotación que se disponga (intensiva, semi – intensiva o extensiva). Además dentro de cada una de éstas, especialmente en los dos primeros tipos, son muy determinantes las características de diseño y construcción, tanto de los sistemas para la recolección y evaluación de los residuos.

Según sea el caso, el estiércol del cerdo se puede manejar como un elemento sólido (sobre 20% de materia seca), semi líquido (MS entre 20 y 10%) o líquido (MS menor a 10%). La principal razón que determina esta clasificación es la necesidad de utilizar distintos equipos para la evacuación o movimiento de estos residuos.

Antes de implementar un sistema de manejo o tratamiento el productor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Area de la finca o predio para disponer el estiércol bajo un plan de fertilización, o, posibilidad de que los predios vecinos reciban el estiércol como fertilizante (En este caso debe estar sujeto la fertilización de predios vecinos a un convenio o contrato debidamente firmado y registrado entre las partes).

Fuentes de agua dentro, colindantes o cercanas al predio. En estos casos se debe mantener una franja de protección a los cuerpos de agua.

- Topografía (quebrada, ondulada, plana).

Tipo de cultivo a fertilizar (cultivos de consumo en fresco o no).

- Infraestructura de la granja

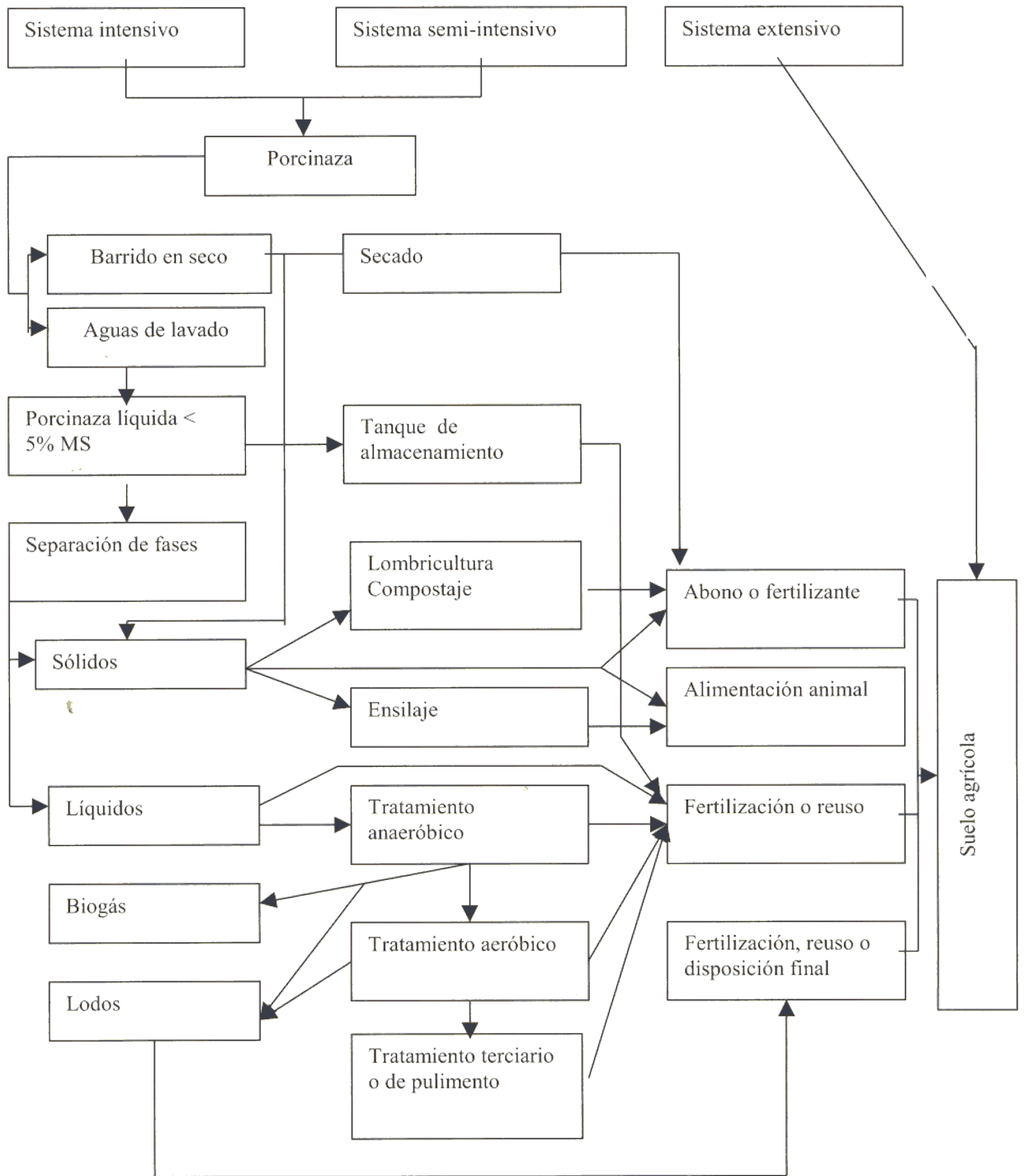
Mercado. Posibilidad de venta del estiércol al implementar algún sistema de valorización de éste (Lombricultivo, compostación, etc.).

Cercanía a núcleos urbanos, escuelas, clubes, etc..

Bajo estos aspectos el productor debe decidirse por el sistema de manejo o tratamiento más adecuado para su explotación.

El manejo lógico de los residuos producidos en una explotación porcina en que las excretas sean manejadas ya sea como un elemento líquido o sólido se puede resumir en la siguiente figura.

Figura 20. Esquema de los tipos de manejo de la porcínaza en una explotación porcícola



6.4.5 Sistemas de tratamiento de la porcinaza

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 19. Síntesis de operaciones aplicables al manejo o tratamiento del estiércol de cerdo (I: fracción íntegra; 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.

6.4.6 El suelo y los aportes orgánicos

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.

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.

Algunos estiércoles (porcinaza, 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.

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 nutrientes y 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 microbial 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. **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.

Uso eficiente de los fertilizantes

En cualquier programa de fertilización se debe considerar que los nutrimentos van a alimentar el vegetal y no al suelo. Por tanto, los 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.

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 rata 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.

6.4.7 Manejo de la porcínaza líquida

Ficha 6. Medidas de manejo de la porcínaza líquida

Descripción de la actividad	Implantación de medidas conducentes a la disposición adecuada del estiércol de cerdo
Actividades a realizar	Cuantificar la generación diaria de residuos Determinar el sistema de almacenamiento Calcular la capacidad de almacenamiento Determinar el sistema de manejo o tratamiento Sistema de transporte de líquidos Equipos y accesorios para su manejo (motobomba, tubería PVC, polietileno, etc.) Instalación y construcción Áreas de acopio para el material de construcción.
Impactos generados por la actividad	Contaminación del suelo. Contaminación del agua. Generación de olores.
Medidas de manejo ambiental	Tanque estercolero Fertilización Fermentación anaerobia (Biodigestor) Plantas acuáticas Alimentación de otras especies (peces) Laguna aeróbica Laguna anaeróbica Laguna facultativa
Plan de contingencia	Bomba de repuesto, Diseño tanque estercolero con capacidad para almacenar la porcínaza durante dos días, Planta eléctrica, Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Al inicio de la actividad y posteriormente en forma permanente.
Responsable	Dueño, administrador granja, operarios.

6.4.7.1 Almacenamiento de la porcínaza líquida

Es necesario que las explotaciones porcícolas dispongan de una capacidad mínima de almacenamiento de la porcínaza líquida que producen, que permita su almacenaje durante el tiempo necesario para poderlo disponer en forma correcta.

La determinación de este volumen es función de varios parámetros entre los cuales el principal es la producción de porcínaza y junto a él, el uso de agua de lavado para retirarlas.

Teniendo en cuenta lo anterior el cálculo para determinar el volumen de almacenamiento de la porcínaza líquida será:

$$\text{Vol (m}^3\text{)} = (A + B) \times N \times t$$

En donde:

- A = kilogramos de porcínaza / día / animal
- B = Litros de agua de lavado / día / animal
- N = Número de animales de la explotación
- t = Número de días de almacenaje

Este documento es propiedad del
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Documentación

La porcínaza líquida está formada por heces, orina y aguas de lavado de la granja porcícola, deben excluirse las aguas sanitarias de las personas que trabajan en ellas, así como las aguas lluvias.

En el interior de la granja las excretas deben transportarse por gravedad hasta la fosa de recogida, por lo que las canalizaciones deben disponer de la pendiente adecuada para facilitar este traslado, tratando de evitar que las materias sólidas se depositen.

La fosa de recepción debe tener una capacidad de por lo menos dos días de producción, en la que se reciba la porcínaza líquida y desde la que se envíe a los potreros para fertilizar.

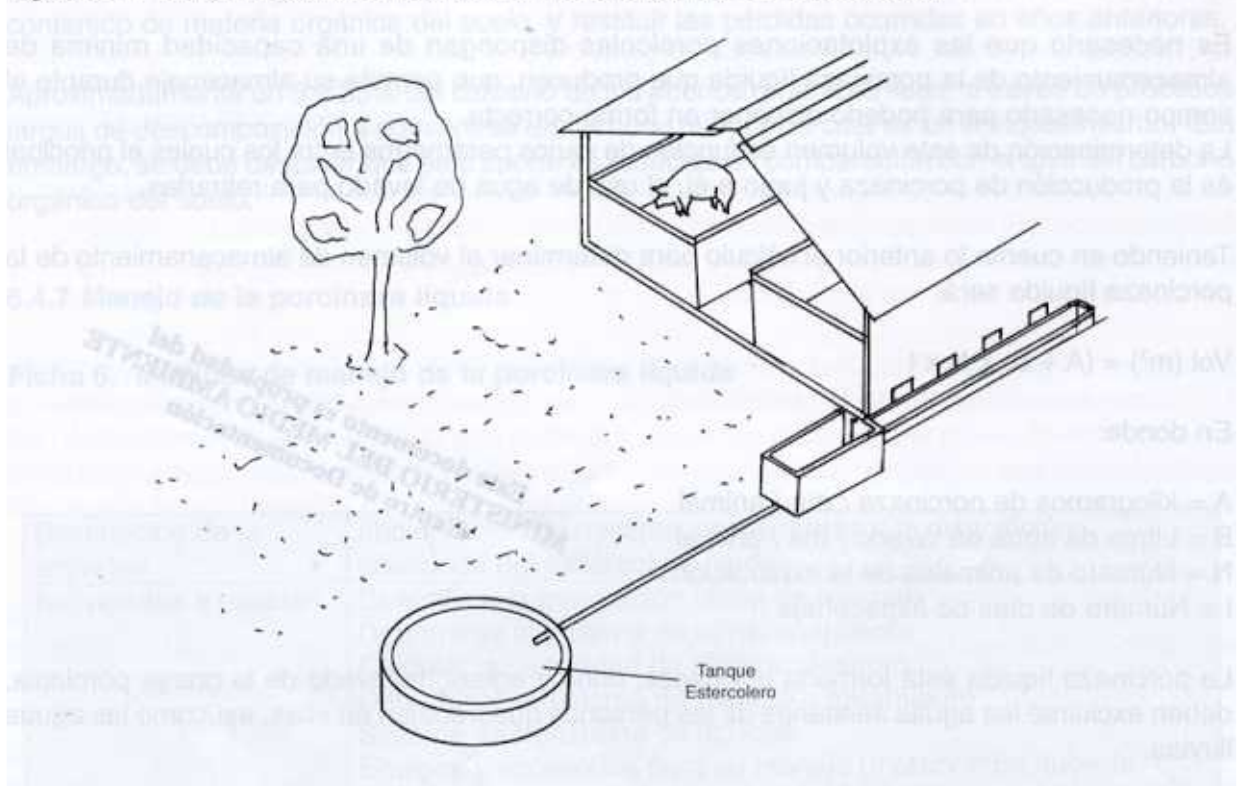
Es necesario dejar un margen de seguridad de por lo menos 50 cm entre la superficie del residuo líquido y la parte superior de la pared del depósito.

La capacidad de distintos depósitos circulares en función de su diámetro y de su altura, teniendo en cuenta los 50 cm de seguridad, en m³ son:

Volumen m ³	Diámetro, m			
	2	3	4	5
Altura, m				
2,5	6.3	14.1	25.1	39.2
3	7.8	17.7	31.4	49.1
4	11	24.7	44	68.7

$$\text{Volumen} = \pi \times r^2 \times a$$

Figura 21. Tanque estercolero para el almacenamiento de la porcínaza



6.4.7.2 Fertilización

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. 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.

A continuación se dan los pasos para realizar un plan de fertilización con porcina, el cual tiene como base el aporte de nitrógeno necesario para el desarrollo de los cultivos y no tiene como objetivo su aplicación como enmienda, lo cual requeriría grandes cantidades de porcina y un manejo diferente.

Una enmienda orgánica es un recurso orgánico sólido que puede controlar alguna(s) de las propiedades químicas adversas, dentro de un escenario de producción agropecuario. Se da el carácter de enmienda al producto que origina tanto los cambios químicos, como los físicos en el suelo.

Se consideran propiedades químicas adversas, controlables con enmiendas:

- El pH
- El sodio intercambiable
- El aluminio intercambiable
- Excesos de calcio
- Excesos de manganeso disponible
- Excesos de metales pesados
- La salinidad
- La acidez

Por la alta capacidad de intercambio catiónico de la materia orgánica, su adición como enmienda eleva este valor.

Por otro lado, la fertilización no supone llenar las necesidades de agua de riego de los cultivos. Como esta planteado en el ejercicio, la cantidad de agua que se aplica sobre el terreno es mucho menor de las necesidades de agua que requieren los cultivos para su desarrollo.

Elaboración de un plan de fertilización con porcínaza

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 porcínaza producida en la explotación.
Un programa de análisis de suelos.
Mantenimiento de registros exactos de los lotes estercolados y las ratas de aplicación utilizadas.
- Suficiente capacidad de almacenamiento para aplicaciones oportunas.
- Disponibilidad de tierras para la aplicación de la porcínaza.
- 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 porcínaza incluye los siguientes pasos:

A partir del inventario de población porcina y de la caracterización de la porcínaza, se calculan las cantidades diaria y anual de nitrógeno producido (también puede calcularse la cantidad de nitrógeno presente en cada unidad de volumen de la porcínaza, 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 porcina 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 porcina. Igualmente, al dividir las necesidades de nitrógeno (por unidad de superficie) por la cantidad de nitrógeno presente en cada unidad de volumen de porcina, se obtiene el número de unidades de porcina 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 porcina producida cada día.

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

Como parte del nitrógeno presente en la porcina está en forma orgánica, la totalidad del nitrógeno de la porcina 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 porcina. 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 porcina 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 porcina 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.

Pasos a seguir en la elaboración de un plan de fertilización con porcina

Paso 1

El primer paso consiste en hacer un presupuesto sobre el total de nitrógeno producido diariamente. Para una granja cuya composición es: hembras lactantes: 14; hembras no lactantes: 86; reproductores: 5; precebo: 300; levante: 220; ceba: 340; y tomando las cifras que se traen en la tabla 10 del capítulo 5 se realizan los siguientes cálculos:

Nitrógeno -N- producido por hembras lactantes:

$$\begin{aligned} & (\text{Inventario promedio en Nro.}) \times (0,133 \text{ k/animal}) \\ & 14 \text{ animales} \times (0,133 \text{ K de N / animal}) = 1,86 \text{ K de N} \end{aligned}$$

N producido por hembras no lactantes:

$$\begin{aligned} & (\text{Inventario promedio en Nro.}) \times (0,052 \text{ k/animal}) \\ & 86 \text{ animales} \times (0,052 \text{ K de N / animal}) = 4,47 \text{ K de N} \end{aligned}$$

N producido por machos reproductores:

$$\begin{aligned} & (\text{Inventario promedio en Nro.}) \times (0,052 \text{ k de N/animal}) \\ & 5 \text{ animales} \times (0,052 \text{ K de N / animal}) = 0,26 \text{ K de N} \end{aligned}$$

N producido por lechones de precebo:

En el caso de los animales en crecimiento (precebo, levante, finalización), el inventario en kilos se divide por 100, ya que la producción de nitrógeno está dada por cada 100 kilos de población porcina en pie (tabla 10).

$$\begin{aligned} \text{Inventario en kilos} &= (\text{Invent. en Nro.}) \times (\text{peso promedio}) \\ & [(\text{Inventario en kilos}) / 100 \text{ k}] \times (0,0543 \text{ k de N}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 300 \text{ anim.} \times 16 \text{ k} &= 4.800 \text{ k} \\ (4.800 \text{ k} / 100 \text{ k}) \times (0,0543 \text{ k de N}) &= 2,61 \text{ k de N} \end{aligned}$$

N producido por cerdos de levante:

$$\begin{aligned} \text{Inventario en kilos} &= (\text{Invent. en Nro.}) \times (\text{peso promedio}) \\ & [(\text{Inventario en kilos}) / 100 \text{ k}] \times (0,0451 \text{ k de N}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 220 \text{ anim.} \times 35 \text{ k} &= 7.700 \text{ k} \\ (7.700 \text{ k} / 100 \text{ k}) \times (0,0451 \text{ k de N}) &= 3,47 \text{ k de N} \end{aligned}$$

N producido por cerdos en finalización:

$$\begin{aligned} \text{Inventario en kilos} &= (\text{Invent. en Nro.}) \times (\text{peso promedio}) \\ & [(\text{Inventario en kilos}) / 100 \text{ k}] \times (0,0445 \text{ k de N}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 340 \text{ anim.} \times 80 \text{ k} &= 27.200 \text{ k} \\ (27.200 \text{ k} / 100 \text{ k}) \times (0,0445 \text{ k de N}) &= 12,10 \text{ k de N} \end{aligned}$$

Total nitrógeno producido por día:

N producido por hembras lactantes:	1,86 k de N +
N producido por hembras no lactantes:	4,47 k de N +
N producido por machos reproductores:	0,26 k de N +
N producido por lechones de precebo:	2,61 k de N +
N producido por cerdos de levante:	3,47 k de N +
N producido por cerdos en finalización:	12,10 k de N +

Total 24,77 k de N

Se considera que la separación de sólidos remueve el 25 % de los nutrientes contenidos en la excreta. Por lo tanto, si en la granja se hace separación como práctica normal, el nitrógeno producido diariamente será el 75 % de la cifra anterior. Así:

Si hay separación de sólidos: $(24,77 \text{ k de N} \times 0.75)$

Para el ejemplo que desarrollamos, suponemos que no hay separación de sólidos y la porcínaza líquida se aplica en forma íntegra.

Paso 2

Establecer las necesidades de fertilización nitrogenada que tienen los cultivos. Un especialista, con la debida experiencia, debe ser quien haga la recomendación sobre fertilización nitrogenada para el cultivo que se tiene. Igualmente se debe conocer el número de aplicaciones en que se debe fraccionar la dosis. Para el ejemplo que se expone, se ha tomado como recomendación de fertilización: 50 kilos de nitrógeno por hectárea en cada pastoreo. Con esta información es posible calcular la necesidad anual de fertilizante nitrogenado. Los cálculos son los siguientes:

Fertilización recomendada en cada pastoreo o cosecha:

[a] 50 k de N / ha-cosecha

Número de dosis o aplicaciones para fraccionar la recomendación:

[b] 1 dosis o aplicación por cosecha o pastoreo.

El número de días entre rotaciones o entre cosechas es el número de días desde que el ganado entra a un potrero hasta que vuelve a ingresar en él, en la rotación siguiente. Igualmente, es el número de días que transcurren desde que se inicia la siembra de una cosecha, hasta que se inicia la siembra de la siguiente, en el caso de varias cosechas consecutivas en el mismo lote.

Número de días promedio en cada rotación o cosecha:

[d] 35 días

Número de cosechas por año:

[e] $(\text{Nro días de un año}) / (\text{Nro días en cada cosecha o rotación})$

[e] $\{ 365 / d \}$

[e] $\underline{365} / \underline{35} = \underline{10.4}$ cosechas / año

Con la información anterior, ya es posible calcular la necesidad anual de fertilizante nitrogenado:

Necesidad total de nitrógeno al año:

[f] $(\text{cosechas por año}) \times (\text{fertilización por cosecha});$

[f] $\{ e \times a \}$

[f] $\underline{10.4} \times \underline{50} = \underline{520}$ k de N / ha-año

Por el contenido de nutrientes en la porcínaza líquida y por sus características propias, en muchas oportunidades la respuesta a la fertilización con porcínaza es superior a la respuesta a la fertilización con productos químicos. Por ello, podría ser recomendable reducir el nivel de fertilización si la recomendación tiene como fundamento ensayos con fertilización química. La obtención del máximo beneficio de la porcínaza se logra al evaluar cuidadosamente la respuesta

productiva de diferentes dosis de aplicación de porcínaza, teniendo como dosis máxima la recomendación que se fundamenta en fertilizantes químicos.

Paso 3

Balance del fertilizante después de conocer las necesidades anuales de nitrógeno por hectárea que se originan en la recomendación de fertilización, se pasa a analizar si la producción de nitrógeno con que se cuenta es suficiente o no para fertilizar la superficie de tierra que se tiene en cultivo. Para ello, lo primero es conocer la cantidad anual de fertilizante nitrogenado con que se cuenta, y enseguida, compararla con las necesidades de nitrógeno de toda la superficie de cultivos, así:

Presupuesto de producción diaria de nitrógeno:

$$[g] \underline{24,77} \text{ k de N / día}$$

Presupuesto de producción anual de nitrógeno: se obtiene multiplicando el presupuesto de producción diaria por el número de días al año que se tiene porcínaza (en algunos casos, la misma granja porcina puede repartir entre varios vecinos su producción de excretas, y por ello, se debe saber cuántos días al año se tiene porcínaza. Si la producción de excretas se utiliza toda en la misma explotación agrícola, se tendrá porcínaza 365 días al año).

$$[h] (\text{presupuesto produc. / día}) \times (\text{Nro días al año con excretas})$$

$$[h] \{ g \times (\text{Nro. días que se tiene porcínaza}) \}$$

$$[h] \underline{24,77} \times \underline{365} = \underline{9.041} \text{ k de N al año}$$

Superficie necesaria para disponer el N producido:

$$[i] (\text{k de N al año}) / (\text{Necesidad de N / hectárea al año})$$

$$[i] \{ h / f \}$$

$$[i] \underline{9.041} / \underline{520} = \underline{17,4} \text{ hectáreas}$$

Superficie de cultivos disponible para fertilizar:

$$j \underline{20} \text{ hectáreas}$$

La fertilización será viable si la superficie disponible es igual o mayor que la necesaria. Es decir, si [j] es igual o mayor que [i]. En este ejemplo [j] es mayor que [i]: esto es, se necesitan 17,4 ha para utilizar sin riesgo de contaminación el nitrógeno producido y se cuenta con 20 ha de cultivos.

Si la superficie disponible para fertilizar no fuera suficiente, sería necesario buscar en las tierras vecinas y negociar la mayor cantidad de fertilizante. También podría ser factible hacer separación de sólidos para disminuir en 25 % la cantidad diaria de nitrógeno producida, o someter a un tratamiento adicional para eliminar el nitrógeno excedentario.

Paso 4

Si la superficie disponible para fertilizar es mayor que la necesaria, y la totalidad de excreta producida se va a distribuir homogéneamente en la superficie disponible, el paso siguiente es calcular la cantidad de fertilizante que se va a aplicar a cada hectárea de cultivo anualmente

que, obviamente será menor que la recomendación inicial. Igualmente, se calcula la cantidad de nitrógeno a aplicar en cada cosecha y en cada dosis dentro de cada cosecha.

Cantidad de fertilizante a aplicar por hectárea:

$$[k] \text{ (Producción anual de N) / (superficie disponible)}$$

$$[k] \{ h / j \}$$

$$[k] \underline{9.041} / \underline{20} = \underline{452} \text{ k de N / ha-año}$$

La recomendación inicial era aplicar como máximo 520 K de N/ha-año, y se van a aplicar 452 K.

Cantidad de fertilizante por cosecha:

$$[l] \text{ (aplicación anual) / (Nro de cosechas al año)}$$

$$[l] \{ k / e \}$$

$$[l] \underline{452} / \underline{10,4} = \underline{43,5} \text{ K de N / ha-cosecha}$$

En algunas oportunidades, se recomienda que la fertilización de cada cosecha se fraccione en más de una aplicación; lo cual mejoraría la utilización del fertilizante nitrogenado.

Cantidad de fertilizante por dosis en cada cosecha:

$$[m] \text{ (k de fertilizante/cosecha) / (Nro de dosis/cosecha)}$$

$$[m] \{ l / b \}$$

$$[m] \underline{43,5} / \underline{1} = \underline{43,5} \text{ k de N / ha-dosis}$$

Siendo la superficie disponible para fertilizar mayor que la necesaria, también es posible que se desee aplicar en algunos lotes la cantidad máxima de porcínaza, es decir, la dosis de fertilización recomendada; caso en el cual parte de la superficie disponible se quedaría sin aplicación de porcínaza. En este caso, la dosis de fertilizante aplicada a cada lote en cada cosecha no sería $[l = k / e]$; $[l]$ sería la dosis de fertilización, es decir, $[a]$ (50 k de N, en lugar de 43,5 k de N- ha cosecha).

No obstante, cuando la tierra de cultivo es superior a la necesaria para disponer toda la porcínaza producida, es preferible distribuir homogéneamente la porcínaza en la superficie disponible, y si se desea, el faltante de fertilizante se completa con fertilizante químico, después de haber evaluado la respuesta a la porcínaza (muy posiblemente no se justifica adicionar fertilizante químico). Siempre es preferible hacer uso del fertilizante orgánico y la gran cantidad de nutrientes de la porcínaza en la mayor superficie posible.

Hasta aquí se ha completado la información necesaria para el Plan de Manejo Ambiental. Los pasos siguientes hacen referencia a los procedimientos cotidianos de aplicación del fertilizante a cada lote de cultivo; tienen el papel de guía para facilitar las labores en la finca.

Paso 5

Después de haber calculado los kilos de nitrógeno por hectárea que se aplicarán en cada cosecha y en cada dosis dentro de cosecha, es necesario saber cuál es la cantidad de porcínaza que contiene esa cantidad de nitrógeno. Es decir, se calcula la cantidad de porcínaza que debe aplicarse por hectárea en cada cosecha y en cada dosis de cada cosecha. Inicialmente la cantidad de porcínaza la expresamos en "días de porcínaza". Un "día de porcínaza" es la cantidad de porcínaza producida en un día. Los cálculos exigen conocer el volumen diario de

GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR PORCICOLA

porcinaza que se produce. Para este ejemplo, estamos suponiendo que se producen diariamente 25.000 litros de porcinaza.

Cantidad de porcinaza por hectárea en cada cosecha:

[n] (kilos de N por dosis) / (kilos de N producidos / día)

[n] { m / g }

[n] $\frac{43,5}{24,72} = 1,76$ días

Con base en el número de días de porcinaza necesarios en cada aplicación y en el volumen diario de porcinaza producida se calcula el volumen de porcinaza a aplicar:

[o] Producción de porcinaza del día: 25.000 litros

[p] Volumen por dosis

[p] (Cantidad/día de porcinaza) x (porcinaza necesaria / ha)

[p] { o x n }

[p] $\frac{25,000}{1,76} = 14,204$ litros / ha-dosis

Esta cifra del volumen de porcinaza a aplicar por hectárea (14.204 litros por hectárea en cada dosis) es fundamental y es la base para los cálculos finales. No obstante, no debe olvidarse que este volumen de porcinaza puede variar según la cantidad de agua que se utilice diariamente en la granja. En este ejemplo, este volumen se debe aplicar a cada hectárea siempre y cuando la producción de porcinaza haya sido 25.000 litros.

Tal vez, la cifra más importante para el programa de aplicación de porcinaza es el área que es posible fertilizar con la producción de porcinaza de un día, así:

Area que es posible fertilizar diariamente:

[q] (N producido / día N por dosis

[q] { g / m }

[q] $\frac{24,77}{43,5} = 0,569$ ha / día

Esta sería la superficie que es posible fertilizar con un día de porcinaza independiente del volumen de porcinaza que se haya producido en el día; ya que lo que provoca la variación en el volumen de porcinaza es la cantidad de agua utilizada ese día en la granja, pero ello no provoca variación en la cantidad de nitrógeno producida diariamente. Es decir, la cantidad de nitrógeno producida seguirá siendo la misma independiente del volumen de porcinaza.

Paso 6

Después de haber calculado el área que es posible fertilizar con la porcinaza producida cada día, se ha concluido con los cálculos globales de la fertilización. Conociendo el área de cada lote de cultivo o de cada potrero, se puede pasar a calcular para cada uno de ellos, el número de días de producción de porcinaza que se debe aplicar en cada dosis. Si se trata de una granja en que la producción de nitrógeno en cada día es relativamente constante, porque el inventario promedio de población porcina es relativamente constante, es conveniente tener calculado para todos y cada uno de los potreros o lotes el número de días de producción de porcinaza que se le debe aplicar.

[r] Area del lote o potrero: 2 hectáreas

Cantidad de porcinaza necesaria:

[s] (área del lote) x (días de porcinaza/ha)

[s] { r x n }

[s] 2 x 1.76 = 3.4 días

[r'] Área del lote o potrero: 3.5 hectáreas

[s'] 3.5 x 1.76 = 5.95 días

etc., etc., etc.

Paso 7

El punto más importante de todo el procedimiento es lograr que la aplicación de porcinaza a los lotes de cultivo realmente corresponda a los cálculos hechos. Existen dos condiciones: la primera es cuando se aplica la porcinaza con la ayuda de cañones de riego; la segunda es cuando se utiliza una manguera manejada por un operario para distribuir la excreta al lote de cultivo.

Para que el fertilizante nitrogenado quede distribuido de manera homogénea por toda el área de cultivo, es importante conocer el tiempo que debe durar la aplicación de porcinaza líquida en cada hectárea o en cada unidad de superficie.

Conociendo la capacidad de la bomba, el volumen total de porcinaza producida en el día (o acumulada) y que se va a aplicar, la cantidad de nitrógeno presente en el volumen total de porcinaza a regar y el área de cultivo regada por cada giro del cañón, se calcula el tiempo que es necesario mantener el cañón de riego en cada sitio.

En el primer caso partimos de un sistema de aplicación con cañón de riego, impulsado ya sea mediante bomba o por gravedad. Para cada caso particular, es necesario conocer el diámetro del círculo que riega el cañón en cada giro y el caudal de descarga. Para este ejemplo se parte de un diámetro de 30 m y un caudal de descarga de 100 litros por minuto (sea con bomba o gravedad).

[t] Area cubierta en cada giro: 3.1416 x (radio)² =

[t] Area = 3.1416 x (15 m)² = 706,86 m²

[t] Area = 706,86 m² / 10.000 m² = 0,07069 hectáreas

Es de anotar que en muchas oportunidades, especialmente cuando se está fertilizando zonas con pendientes medias a altas o cuando se esta cerca a cuerpos de agua o a zonas que no se desea fertilizar, el cañón de riego se programa para no dar giros completos, sino para regar la mitad o la cuarta parte del círculo, o una proporción cualquiera. Por lo tanto, el área regada será la mitad o la cuarta parte, o la proporción que se quiera del área calculada para el círculo completo.

Después de conocida el área cubierta por el cañón de riego, es posible calcular la cantidad de porcinaza que se debe aplicar en cada sitio donde se instala el cañón.

Cantidad de porcinaza por sitio:

[u] (Volumen de porcinaza por ha) x (Area sitio)

$$[u] \{ p \times t \}$$

$$[u] \underline{43.992} \times \underline{0.07069} = \underline{3.110} \text{ litros en cada sitio}$$

Tiempo que debe descargar el cañón en cada sitio:

$$[v'] \text{ (volumen por sitio) / (caudal de descarga)}$$

$$[v'] \text{ (u / caudal)}$$

$$[v'] \underline{3.110} / \underline{100} = \underline{31,1} \text{ minutos por sitio}$$

El caudal de descarga de la bomba debe ser verificado periódicamente ({total de litros / tiempo necesario para descargarlos}). Puede variar de manera importante según la altura y la distancia entre el tanque y el sitio donde se está aplicando el fertilizante. En algunas oportunidades, los catálogos de las bombas o sus vendedores tienen tablas con esta información. Esta misma observación también es válida cuando no se utiliza bomba, sino la fuerza de gravedad para impulsar la excreta. Igualmente, si se trabaja con la gravedad, el tiempo necesario para evacuar la misma cantidad de porcínaza desde el tanque varía según la altura del tanque con respecto al sitio donde se está aplicando porcínaza. Deben hacerse mediciones que permitan conocer todas la situaciones presentes en la finca.

Paso 7a

Como en el Paso 7, se trata de calcular el tiempo que debe durar la descarga de porcínaza en cada unidad de superficie, para buscar la máxima homogeneidad en la aplicación del fertilizante. En este caso específico ya no se parte de aplicación con cañón, sino mediante el movimiento manual de la manguera. Ya sea que el material sea impulsado por acción de una bomba o por acción de la gravedad, se debe partir de conocer el caudal de descarga (por ejemplo, que el volumen total de porcínaza de un día se descarga en 5 horas):

Caudal de descarga: 25 m³ en 5 horas

$$[W] \underline{25.000} \text{ litros} / \underline{300} \text{ minutos} = \underline{83,3} \text{ litros} / \text{minuto}$$

Tiempo por unidad de área:

$$[y'] \text{ (volumen a aplicar por ha-dosis) / (caudal descarga)}$$

$$[y'] \{ p / w \}$$

$$[y'] \underline{43.992} / \underline{83,3} = \underline{528,1} \text{ minutos} / \text{hectárea}$$

$$[y] \text{ Tiempo por cada metro cuadrado}$$

$$[y] \text{ (tiempo / ha) / (10.000 m}^2\text{)}$$

$$[y] \{ y' / 10.000 \text{ m}^2 \}$$

$$[y] \underline{528,1} / \underline{10.000} = \underline{0,05281} \text{ min.} / \text{m}^2$$

$$[y] \underline{0,05281} \text{ min.} \times \underline{60} \text{ seg.} = \underline{3,17} \text{ seg.} / \text{m}^2$$

Una muy buena guía para que el operario encargado haga una distribución homogénea del material es calcular el tiempo necesario para regar una franja de un metro de ancho por 5 metros de largo:

Tiempo para aplicar fertilizante a una franja de 5 m²

[z] (tiempo para un m^2) x (5 m^2)

[z] { y x 5 m^2 }

[z] 3,175 x 5 = 15,9 segundos

Al aplicar el fertilizante, el operario debe estimar franjas de un metro de ancho por 5 de largo y descargar en cada franja de estas aproximadamente 15 segundos. Además, el operario no debe perder de vista la superficie que debe ser regada en ese día. Tener presente el tiempo que debe regar una franja de 1 x 5 metros y al área total a fertilizar en el riego del día, ayudarán a una distribución más homogénea del fertilizante.

Factores que determinan los procedimientos de aplicación

Su conocimiento y puesta en práctica permitirán una reducción al mínimo de los riesgos de contaminación de cuerpos de agua. En su gran mayoría aplican al uso de cualquier fertilizante; otros hacen referencia a la aplicación de fertilizantes en forma líquida.

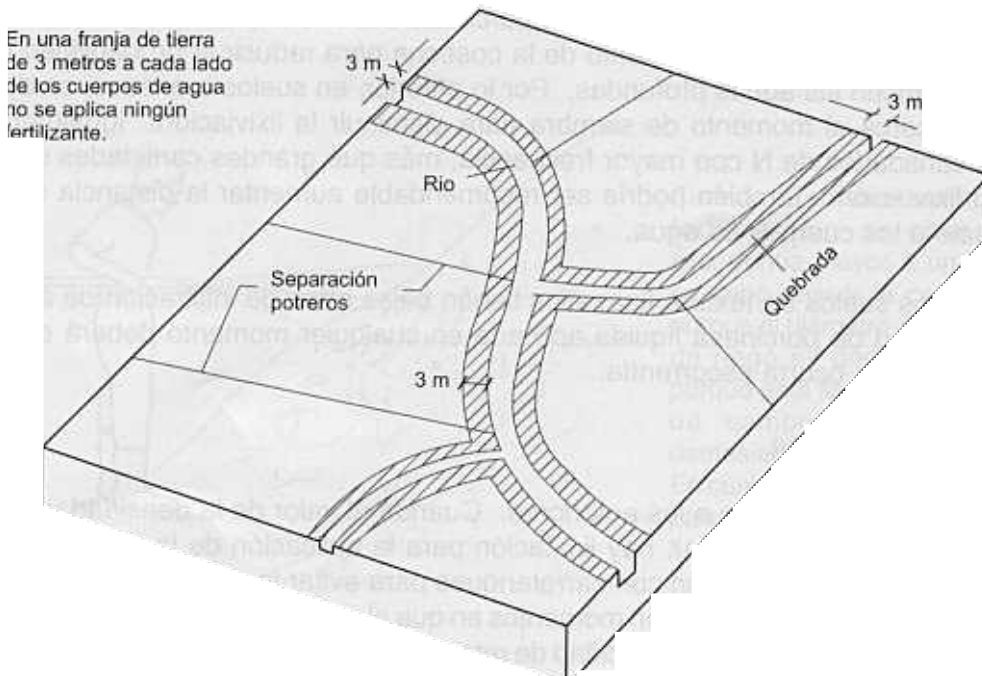
- Homogenización

Para que la aplicación de los nutrientes presentes en la excreta se haga en forma homogénea, se debe agitar fuertemente la porcinoza en los tanques y fosas para remover los sólidos sedimentados.

Distancia a los cuerpos de agua

La porcinoza nunca debe caer directamente sobre los cuerpos de agua. Siempre debe haber una zona de protección a cuerpos de agua la cual variará dependiendo de la fuente de agua, topografía, tipo de vegetación, etc. Esta podrá ser de tres (3) metros a treinta (30) metros.

Figura 22. Zonas de protección a cuerpos de agua



Riesgo de inundación

En suelos con probabilidad de inundación, mayor será la probabilidad de pérdida del fertilizante y de contaminar aguas superficiales por escorrentía y erosión. Además, la creación de condiciones anaeróbicas en el suelo incrementa la pérdida de nitrógeno mediante denitrificación. Por lo tanto a estos suelos se les debe aplicar fertilizantes cuando sea mínima la posibilidad de inundación. Su incorporación reduciría aún más los riesgos.

Riesgo de encharcamiento

El encharcamiento ocurre en depresiones cerradas donde el agua sólo puede escapar por percolación, transpiración o evaporación. En estas zonas debería aplicarse menor cantidad de porcínaza por el riesgo de contaminar el agua encharcada y otras aguas superficiales por escorrentía.

Rata de admisión, rata de permeabilidad y textura del suelo

La capacidad de retención de agua y la permeabilidad del suelo son factores claves para determinar las cantidades y ratas apropiadas de aplicación de porcínaza líquida. Aplicación de grandes volúmenes sobre suelos muy húmedos puede conducir a lixiviación de nutrientes y contaminación. En general, ratas de aplicación por encima de las ratas de infiltración pueden causar escorrentía.

La textura del suelo está íntimamente asociada a los factores anteriores. En suelos de textura arenosa debe aplicarse porcínaza líquida a ratas bajas. Esto reduce la lixiviación del nitrógeno causada por la baja capacidad de retención de nutrientes.

De otro lado, estos suelos de textura gruesa son bastante permeables y pueden aceptar altas ratas de porcínaza líquida en cualquier momento sin peligro de escorrentía. Sin embargo, debido a que los suelos de textura gruesa tienen baja capacidad de intercambio de cationes (retención de nutrientes), las aplicaciones de porcínaza deben ser restringidas a varias pequeñas dosis durante el periodo de crecimiento de la cosecha para reducir la probabilidad de que los nutrientes alcancen las aguas profundas. Por lo anterior, en suelos arenosos, se debe aplicar la porcínaza cerca al momento de siembra para disminuir la lixiviación. Igualmente, aplicar pequeñas cantidades de N con mayor frecuencia, más que grandes cantidades una sola vez, reduce su lixiviación. También podría ser recomendable aumentar la distancia de aplicación con respecto a los cuerpos de agua.

En cuanto a los suelos de textura fina, ellos tienen bajas ratas de infiltración de agua, y por lo tanto, la cantidad de porcínaza líquida aplicada en cualquier momento deberá ser limitada a una rata tal que no ocurra escorrentía.

Densidad volumétrica

Elemento íntimamente ligado a los anteriores. Cuando el valor de la densidad volumétrica es muy alto (suelos de textura fina), hay limitación para la aplicación de la porcínaza. En estos casos debe evitarse la aplicación con carrotanques para evitar la compactación. La aplicación de porcínaza líquida debe hacerse en momentos en que el suelo no esté completamente saturado de humedad, de modo que haya capacidad de retener la porcínaza que se adiciona. La inyección

directa y bajas ratas de aplicación reducen la escorrentía y compensan la baja infiltración de los suelos con alta densidad. De otro lado, si la densidad es baja, las aplicaciones a bajas ratas evitan la contaminación de aguas subterráneas.

- **Clima**

La aplicación de porcínaza a suelos saturados de humedad aumenta la probabilidad de denitrificación, de escorrentía y de lixiviación. Por lo tanto, especialmente en los momentos de alta precipitación, el volumen líquido de porcínaza aplicado debe ser menor. Este punto es particularmente importante en las tierras de mayor pendiente y de mayor cercanía a cuerpos de agua. Debe tenerse en cuenta, por lo tanto, la cantidad de agua usada (dilución –disminuir la cantidad de agua de lavado-) y el fraccionamiento de la dosis aplicada a cada lote.

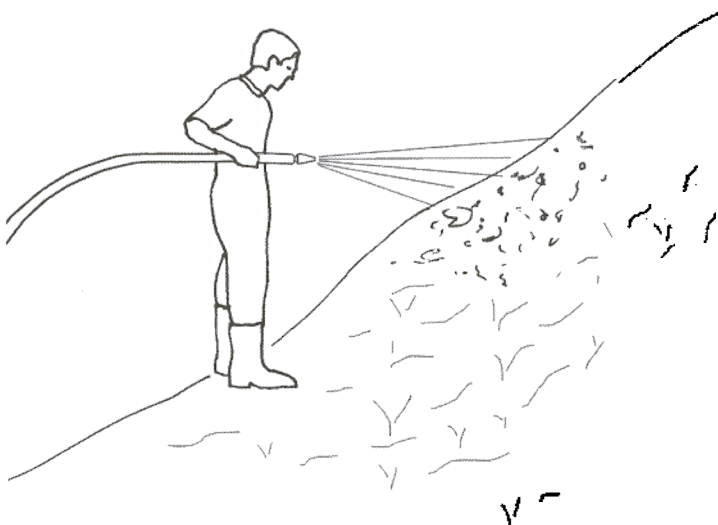
En general, si el suelo está completamente saturado de humedad, se aumenta la posibilidad de escorrentía y por lo tanto, en esta situación no debe hacerse la aplicación del fertilizante. Debe esperarse unas horas a que las capas superficiales del suelo recuperen su capacidad para recibir líquido.

Cuando la porcínaza se ha sometido a tratamiento, se reduce la concentración del nitrógeno y se aumenta el volumen de líquido por unidad de área para mantener la dosis de nitrógeno. En estos casos, se debe considerar la aplicación de porcínaza diluida durante el tiempo seco para suplir las necesidades de agua y nutrientes a las cosechas en crecimiento.

Pendiente

Influencia la escorrentía, la erosión y la facilidad para usar maquinaria en la aplicación de la porcínaza. Suelos con pendiente moderada o alta y que están saturados de humedad no deben ser sometidos a fertilización líquida.

Figura 23. Fertilización en pendiente



Cuando se aplica el estiércol como fertilizante y se observa una escorrentía mayor a un (1) metro se debe revisar la causa, ya sea porque el diámetro de la manguera de riego es demasiado grande, porque esta saturada la capacidad de campo del suelo o por demasiada pendiente del terreno. En cualquiera de los casos se debe parar la aplicación de la porcínaza hasta que se corrijan estos factores.

- Caudal de aplicación

Independiente del volumen total a aplicar, la porcínaza debe aplicarse de modo que no ocurra escorrentía durante la aplicación. Relacionado a su vez con la rata de admisión y permeabilidad del suelo, el mayor riesgo de escorrentía ocurrirá en suelos con grandes pendientes y saturados de humedad.

En general, para todos aquellos elementos que tienen que ver con el riesgo de escorrentía y encharcamiento, la regla fundamental es que durante el momento de la aplicación, se debe verificar que no ocurre encharcamiento ni escorrentía en ningún sitio del lote al que se le está aplicando fertilizante.

- Cobertura vegetal

En los suelos densamente cubiertos el riesgo de contaminación por escorrentía es mínimo aún en suelos de altas pendientes. Cuando se trata de cultivos descubiertos o praderas poco pobladas, se aumentará el riesgo de erosión durante la aplicación o posteriormente y el material transportado será portador de elementos minerales.

Los suelos fuertemente cubiertos reducen la escorrentía en comparación con las superficies de suelo que se encuentran descubiertas o con una cobertura pobre. Los pastos funcionan como filtro para el transporte de sólidos por escorrentía y además absorben nutrientes. La siembra de pastos es recomendable en lotes de cultivos descubiertos como mecanismo para corregir el riesgo de contaminación de cuerpos de agua.

Cuando se va a aplicar porcínaza a suelos descubiertos o con pobre cobertura vegetal y con alto riesgo de erosión (escorrentía), se deben hacer las aplicaciones en épocas de baja precipitación.

- Profundidad del suelo

Es una medida de la distancia desde la superficie del suelo hasta la roca madre. Una poca profundidad hasta la roca no permite una adecuada filtración o retención ni mineralización de los productos en el suelo. Si la porcínaza y los productos de la mineralización se acumulan sobre una roca madre fracturada hay una alta posibilidad de contaminar agua profundas.

Etapa de cultivo

Siempre que sea posible, la máxima rata de aplicación de porcínaza debe hacerse en el período de crecimiento de la cosecha. La máxima rata de aplicación está determinada por las características del suelo y las necesidades del cultivo.

Seguridad en el manejo

La seguridad es la primera prioridad cuando se está moviendo porcínaza de tanques y fosas. Si se está evacuando fosas que han contenido porcínaza por largos períodos en edificios cerrados, debe incrementarse la ventilación.

En ningún momento se debe entrar a instalaciones cerradas en las cuales se maneja o procesa

porcinaza (tanque séptico, reactores o biodigestores, etc.) sin equipo de seguridad (máscara y tanques de oxígeno). No debe almacenarse porcinaza húmeda en bodegas cerradas.

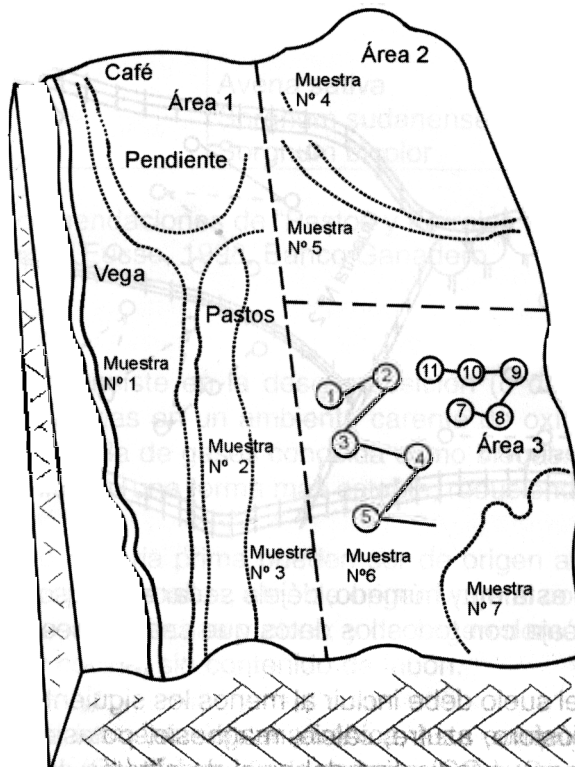
Debe garantizarse que todos los tanques de recepción y almacenamiento por debajo del nivel del suelo estén protegidos contra cualquier caída accidental.

Pasos a seguir para tomar una buena muestra de suelo

- 1 Tome la muestra en la época adecuada
 - Uno o dos meses antes de la siembra o del trasplante para todos los cultivos.
 - Un mes antes de la siembra en cultivos perennes como café, cacao.
 - Después del corte o en la época de máximo pastoreo en pastos ya establecidos.

2. Divida sus campos e identifique las diferentes condiciones del suelo que existen en su finca y tome muestras por separado.
 - Areas de diferente topografía: Plana, ondulada, pendiente.
 - Areas de diferentes cultivos: Café, algodón, pastos.
 - Areas de diferente color: Negros, rojos, claros.
 - Areas de diferente textura: Arenosos, arcillosos, limosos.
 - Areas de diferente fertilización: Con cal, sin cal, con abono, sin abono.
 - Areas con diferentes problemas.

Figura 24. Areas con diferente topografía y condiciones del suelo para toma de muestras



3. Seleccione las herramientas necesarias.

Utilice implementos que estén limpios: pala, barreno, sacabocado, machete o cuchillo, balde o plástico.

Para suelos húmedos se recomienda el sacabocado y para suelos secos el barreno. Si utiliza pala, raspe aproximadamente un centímetro de la superficie del suelo.

4. Profundidad de la muestra.

Esta debe ser de 0 a 20 centímetros, para la mayoría de los cultivos. En pastos, la profundidad debe ser de 0 a 10 centímetros.

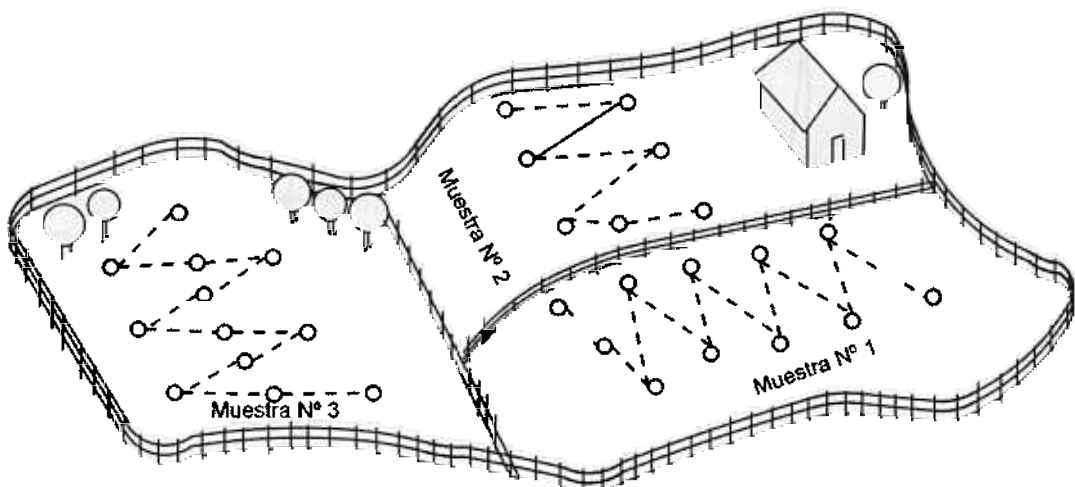
5. Cave un hueco en "V"

El tamaño es del ancho de la pala y la profundidad requerida según el cultivo. Enseguida corte una tajada de suelo de 2 a 3 centímetros de grueso en la pared del hueco.

Corte con el cuchillo y tome una faja de 3 centímetros de ancho en el centro de la tajada. Dépositela en el balde.

Repita esta operación en 10 ó 15 sitios del área para muestreo según el tamaño del lote. Una muestra estará formada por suelos de todos estos lugares de la misma área. Quiebren los terrones y mezcle bien el suelo.

Figura 25. Toma de muestras de diferentes potreros



Llene la caja. Si el suelo está muy húmedo, déjelo secar al aire sobre un papel limpio, antes de empacar. Identifique la caja con todos los datos que sean necesarios.

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.

Tabla 20. Niveles de referencia para fertilización nitrogenada

Nombre común	Nombre científico	Fertilización Kg de N / ha / corte o pastoreo
GRAMÍNEAS DE CLIMA CÁLIDO		
BUFFEL		
PASTO ESTRELLA	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	25 – 50
PANGOLA	<i>Cynodon plectostachyus</i>	25 – 50
GORDURA – CHOPIN	<i>Digitaria decumbens</i>	25 – 50
PARA	<i>Melinis minutiflora</i>	25
PASTO ELEFANTE	<i>Brachiaria mutica</i>	25 – 50
GUATEMALA	<i>Pennisetum purpureum</i>	< 100
	<i>Tripsacum laxum</i>	100
PASTOS DE CLIMA MEDIO Y FRIO		
MICAY		
PASTO AZUL ORCHORO	<i>Axonopus micay</i>	50
FESTUCA ALTA	<i>Dactylis glomerata</i>	75 – 100
FESTUCA MEDIA	<i>Festuca arundinacea</i>	50 – 75
PASTO KIKUYO	<i>Festuca elatior</i>	75
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	50
FORRAJES TEMPORALES		
AVENA FORRAJERA	<i>Avena sativa</i>	50
SUDAN	<i>Sorghum sudanense</i>	25 – 50
SORGO FORRAJERO	<i>Sorghum bicolor</i>	50

Con base en las recomendaciones de “Pastos y Forrajes Tropicales – Producción y Manejo”. Javier Bernal Eusse, 1998, Banco Ganadero.

6.4.7.3 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. El metano (CH₄) 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 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.

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 2,5 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 21 Digestión anaerobia

Microorganismos	Temperatura	Duración
Psicrofilos	< 18° C	20- 35 días
Mesofilos	18 - 24° C	15 – 20 días
Termófilos	24° C	10 – 15 días

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 (NH -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 (H_2S) contenido en el gas. Para lograr esta purificación se emplean varios sistemas:

- Filtros de óxido de hierro (FeO_2). 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 FeO_2 al sustrato. Adicionando 500 g por cada 4000 lt de sustrato, el contenido de H_2S 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 H_2S , 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 H_2S 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 (CO_2 , CH_4 , H_2S) 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 (NH_4+), 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 22. Ventajas del proceso de digestión anaerobia

Factor en la	Ventajas de la digestión anaerobia
Malos olores y compuestos orgánicos volátiles	Homogeneización de la composición, más intensa cuanto mayor es el tiempo de retención. 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	Homogeneización 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 la porcínaza digerida, 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 la porcínaza fresca.
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).
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.

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

Tabla 23. Capacidad del biodigestor tipo taiwanés o balón plástico 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.

Cálculo para el dimensionamiento de un biodigestor

Paso 1. Determinar la producción de estiércol en la granja dependiendo del sistema de producción (cría, levante y engorde o ciclo completo).

Con base en el número de animales en la granja y la producción de estiércol en cada grupo etéreo se calcula la producción total de estiércol. Para este ejemplo se tomará una granja de cría solamente.

Número de animales x k de estiércol / animal / día

Grupo etéreo	No. de animales en la granja	Peso promedio por animal, k	Producción estiércol como % P.V.	Producción estiércol por animal, k / día	Producción estiércol total granja, k / día
Hembras reemplazo	8	90	6.26	5.6	45
Hembras gestación	33	180	3.00	5.4	178
Hembras lactancia	7	190	7.72	14.7	103
Hembras vacías	10	150	4.61	6.9	69
Lechones lactantes	77	3.5	8.02	0.2	15.4
Lechones precebo	135	16	7.64	1.2	162
Machos reproductores	3	180	2.81	5.0	15
Total	273				587.4

Paso 2. En caso de que haya remoción de sólidos en la granja determinar el porcentaje

Remoción de sólidos: 25%

$$587.4 \times 0.75 = 440.5 \text{ k / día}$$

Paso 3. Calcular la cantidad de agua requerida en la granja para las operaciones de limpieza

Se puede calcular conociendo el volumen de los tanques de agua de almacenamiento o aforando la cantidad de agua usada en las operaciones de limpieza de la granja mediante un recipiente de volumen conocido y determinando el tiempo que se gasta en el llenado con la manguera. Se deben hacer por lo menos tres mediciones y promediar.

Calculando un consumo de agua de 12 litros / animal / día en operaciones de limpieza tendríamos: $273 \times 12 \text{ litros animal / día} = 3.276 \text{ litros granja / día}$

Al sumar la cantidad de estiércol producido y el consumo de agua de lavado tenemos: $440.5 \text{ k} + 3.276 \text{ L} = 3.716 \text{ k / día}$

Paso 4. Determinar el periodo de retención hidráulica del estiércol en función del clima.

Calculando un periodo de retención del estiércol en el biodigestor de 25 días, tenemos: $3.716 \text{ k / día} \times 25 \text{ días} = 92.912,5 \text{ k} = 93 \text{ m}^3$

Paso 5. Una vez conocido el volumen de estiércol + agua a tratar, se despeja la variable longitud en la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Ancho superior} + \text{Ancho inferior}}{2} \times \text{altura} \times \text{longitud}$$

$$93 \text{ m}^3 = \frac{2,5 + 2}{2} \times 1,5 \times \text{longitud} \Rightarrow \text{longitud} = \frac{93 \text{ m}^3}{2,25 \times 1,5}$$

$$\text{longitud} = \frac{93 \text{ m}^3}{3,375 \text{ m}^2} \Rightarrow \text{longitud} = 27,5 \text{ m}$$

- Para la granja en cuestión se requeriría un (1) biodigestor de 93 m^3 . Las medidas serían.
- Ancho inferior: 2 m
- Ancho superior: 2,5 m
- Profundidad: 1,5 m
- Longitud: 27,5 m = 28 m

El plástico para los biodigestores tipo Taiwanes se construyen con doble bolsa (una al interior de la otra), por lo cual se requerirían dos bolsas plásticas de 32 metros cada una, teniendo en cuenta un desperdicio de 2 metros de bolsa en el amarre en el tubo de gres a cada lado de la fosa.

Figura 26. Elementos que componen un biodigestor tipo taiwanés o balón plástico

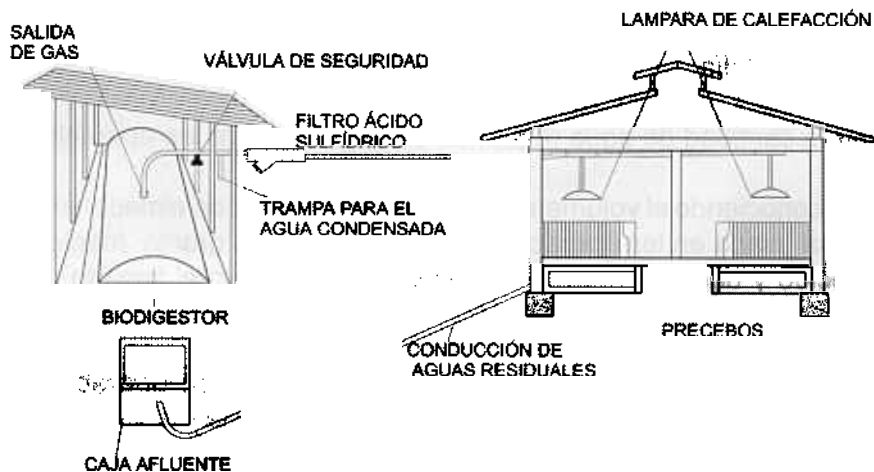


Figura 27. Biodigestor tipo taiwanés con tanque estercolero para el manejo de los efluentes

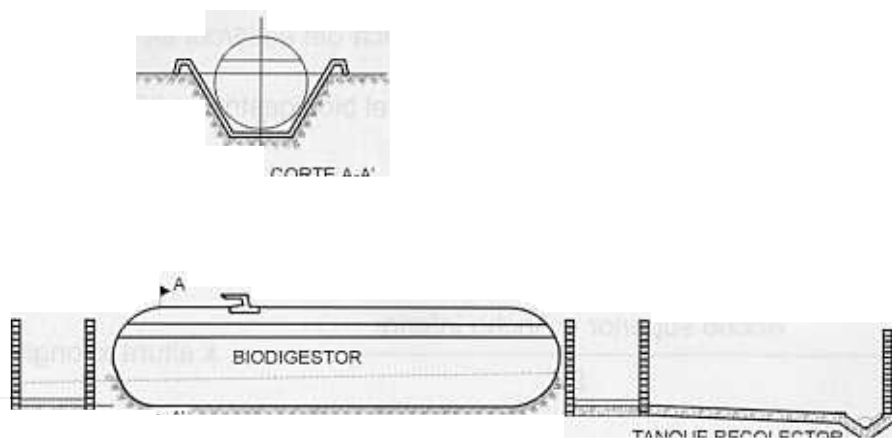
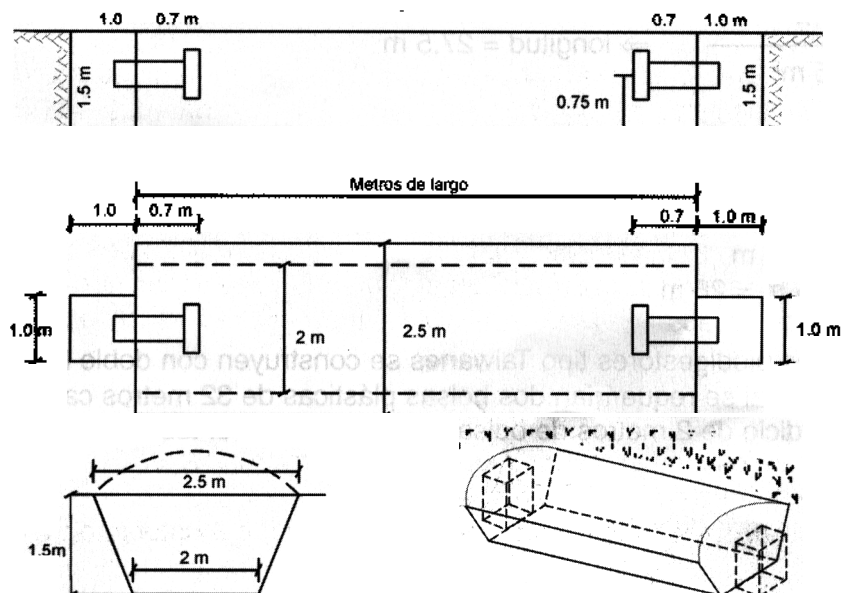


Figura 28. Plano Biodigestor tipo taiwanés o balón plástico



6.4.7.4 Sistemas fotosintéticos: tratamiento alternativo de porcinaza

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.

Antes de que las aguas residuales producto del lavado de los corrales de la granja entren al sistema de canales con plantas acuáticas es necesario bajar la carga orgánica mediante la separación sólidos – líquidos y preferiblemente pase por un sistema de tratamiento (biodigestor), 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, *Eichlornia 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.

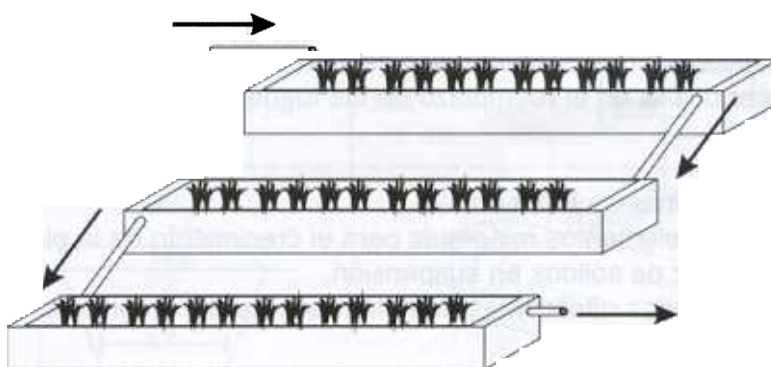
Es de anotar que este sistema de manejo y tratamiento de las aguas residuales de la granja esta más dirigida a explotaciones pequeñas o medianas debido a la dimensión que se requeriría realizar de canales con plantas acuáticas en explotaciones grandes.

Tabla 24. Dimensionamiento de canales con plantas acuáticas

Caudal de agua a tratar, L/día	Tiempo de retención, días*	Ancho del canal, m	Profundidad 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.

Figura 29. Plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales porcinas



6.4.7.5 Utilización de la porcina en estanques piscícolas

Esta alternativa esta dirigida principalmente a pequeños productores bajo el esquema de granja integral.

Debido a que los insumos utilizados en la alimentación de los cerdos no son ciento por ciento asimilables, la porcina puede rehusarse como alimento de los peces fertilizando los estanques en donde están localizados estos.

Existen dos formas de utilizar el estiércol de cerdo para la alimentación de los peces: Una es utilizando el estiércol fresco directamente en el estanque y la otra es procesándolo por medio del biodigestor y utilizando el efluente o bioabono. El estiércol fresco de los cerdos y el bioabono, es utilizado para abonar el estanque en toda su área, para estimular el crecimiento del microplancton (Plancton microscópico), el macroplancton y aumentar la concentración de los nutrientes esenciales que necesitan las algas para su fotosíntesis y síntesis proteica.

El microplancton, está formado por organismos vegetales y animales comúnmente llamado fitoplanctón y zooplancton, los cuales sirven de alimento a los peces en estado larvario.

El macroplancton está formado por pequeños animales (protozoarios), que no se ven a simple vista, pero si al microscopio y estos protozoarios se alimentan del microplancton el que a su vez es consumido por los peces en estado de alevinos, los peces adultos se alimentan del macroplancton y también de protozoarios.

El estiércol se debe disolver para esparcirlo en toda la superficie del estanque y no causar acumulación en un solo sitio cuando utilizamos una sola especie, el bioabono no hay necesidad de disolverlo. El estiércol bien esparcido se descompone rápidamente por la acción bacterial que transforma el estiércol en carbono, fosfatos, nitratos, etc., sin causar malos olores o descomposición del agua.

No todos los peces se comen el estiércol directamente. Este solo forma parte de la cadena alimenticia del estanque y se convierte en alimento natural que es el que es consumido por los otros peces.

Se debe trabajar en policultivo con tres especies omnívoras diferentes, por metro cuadrado de superficie utilizando las diferentes profundidades del estanque. Con especies filtradores y limpiadores no es necesario esparcir el estiércol del cerdo, ya que estas se encargan de consumir los excedentes evitando la descomposición y contaminación del agua.

Para la alimentación de los peces se recomienda tener un cerdo por cada 100 m² de superficie y un pez de cada especie por m², realizando la cosecha entre los 4 y 6 meses después de la siembra, para consumo humano.

Cuando se tienen aguas cálidas abundantes con buena oxigenación se puede aumentar la carga de peces por m² de superficie utilizando semanalmente un abonamiento adicional con estiércol de cerdo en cantidad de 5 kg de estiércol por cada 100 m² de superficie.

En aguas frías se ha trabajado con el siguiente policultivo: Mojarra plateada, Carpa espejo y Capitán sabanero y en aguas cálidas con Tilapia mossambica, Carpa o Tucunaré y Corroncho o Coroncoro.

6.4.7.6 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.

Criterios de diseño. La forma de clasificar y por consiguiente de diseñar lagunas de estabilización es muy variable y diferente.

Tabla 25. Clasificación de las lagunas de estabilización y sus parámetros típicos de diseño.

Parámetro	Aeróbica Tasa baja	Aeróbica Tasa alta	Anaeróbica	Facultativa	Maduración
Área m (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/lit	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.

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.

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.

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).

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.

Figura 30. Compartimientos de la laguna para tratamiento de aguas residuales porcinas

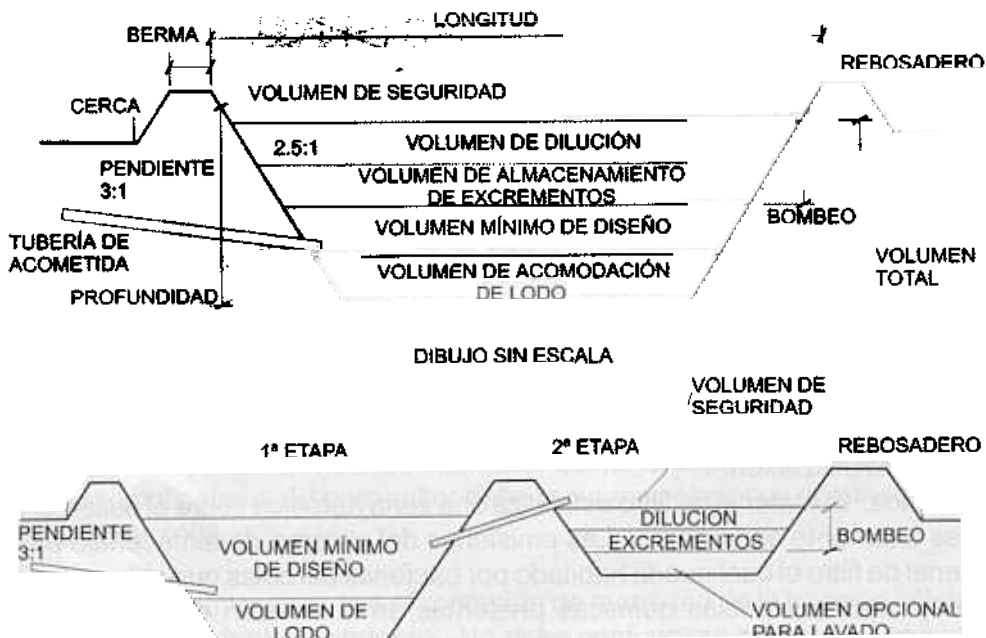
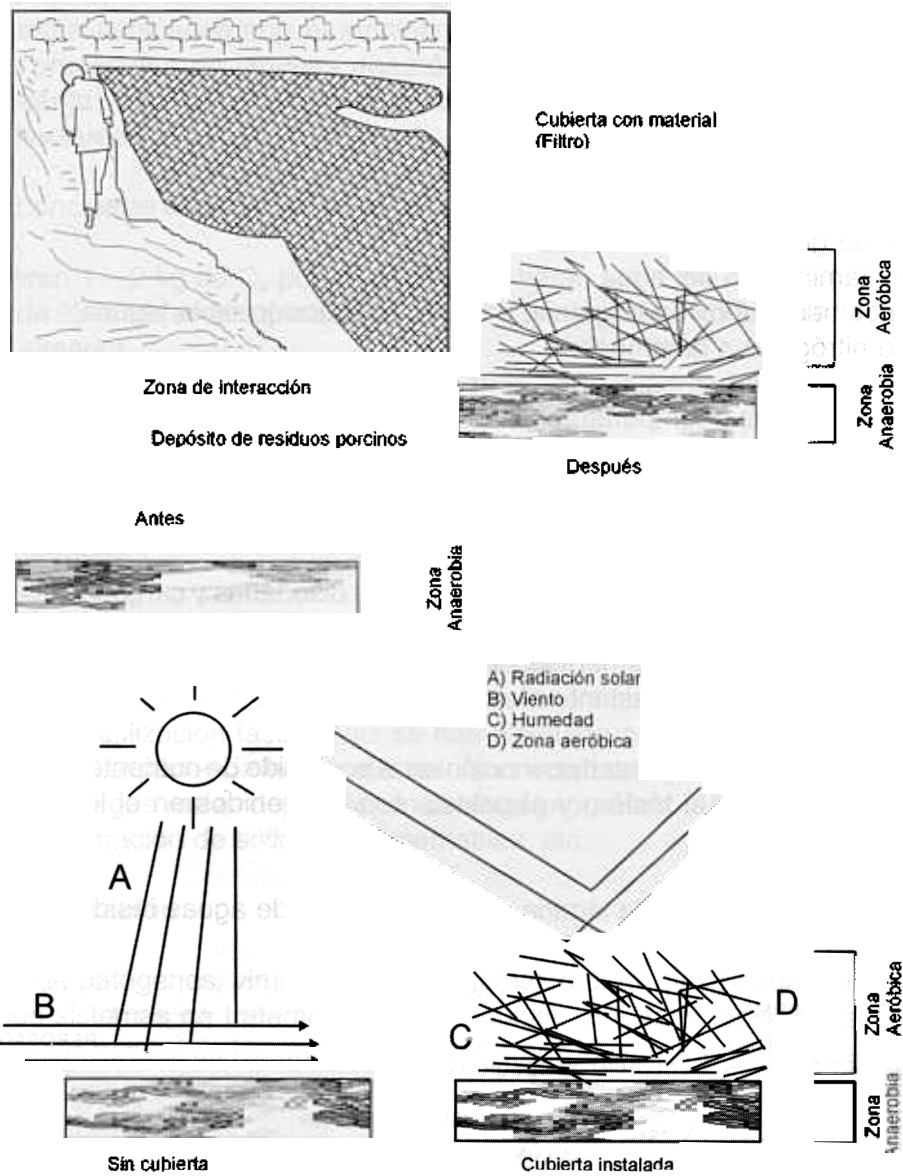


Figura 31. Cubiertas de material fibroso en sistemas de tratamiento de lagunaje como filtro para la captación de olores

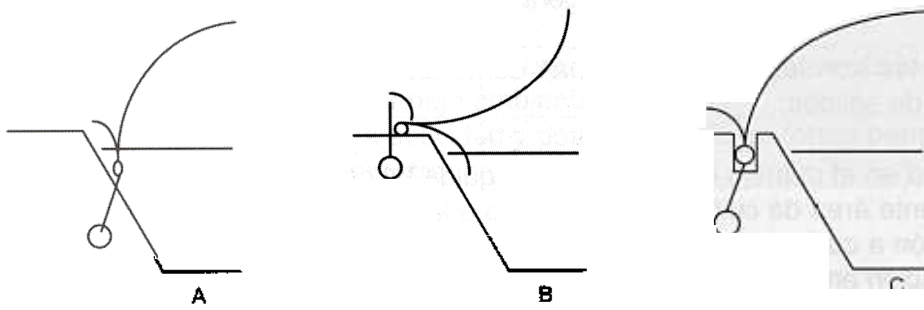


Mecanismos de reducción de olor con cubiertas de material vegetal fibroso

- Radiación solar. La cubierta actúa como barrera reflectiva a la radiación solar.
- Velocidad del viento. La cubierta reduce o elimina el impacto del viento en la volatilización de los compuestos.
- Humedad relativa. La cubierta vegetal estabiliza una zona de alta humedad que impide el proceso de volatilización.

Zona aeróbica. El material de filtro estabiliza una zona aeróbica sobre el estiércol almacenado el cual es altamente anaeróbico. Las emisiones del sistema de almacenaje pasan a través del material de filtro el cual queda habitado por bacterias aerobias que utilizan los compuestos olorosos y otras sustancias químicas presentes en la emisión como carbono, nitrógeno, sulfuro y fuentes de energía, reduciendo su emisión al aire.

Figura 32. Lagunas cubiertas con material sintético para la captación de biogás, compuestos nitrogenados, metano y sustancias que generan mal olor.
 A: Sello líquido; B: Sello líquido – seco; C: Sello seco



ESQUEMA DE LA CUBIERTA DE UNA LAGUNA SOPORTADA CON CABLES EXTERNOS

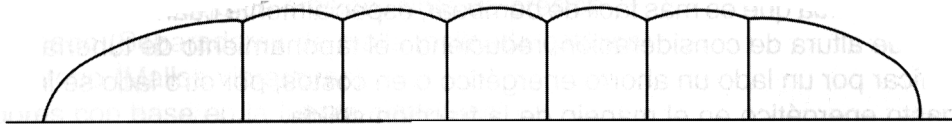
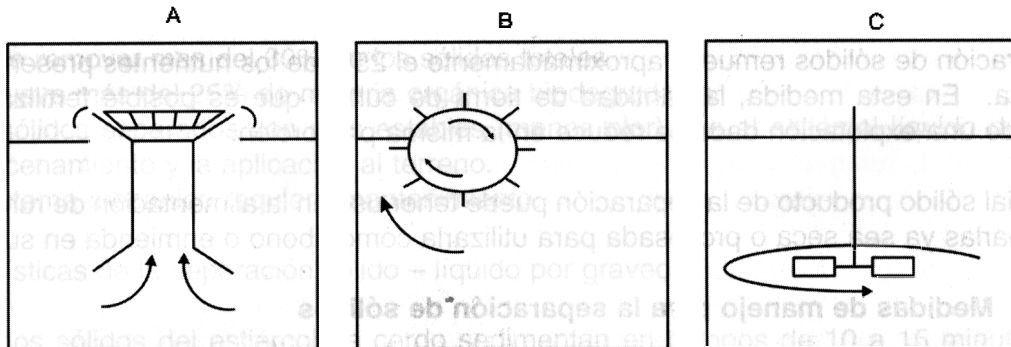


Figura 33. Aireación por agitación mecánica en lagunas aerobias
 A: Mediante dispersores; B: Rotores; C: Agitadores de turbina y hélice



6.4.8 Manejo de la porcínaza sólida

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 mas de los sólidos mientras otros sistemas que utilizan la gravedad pueden remover mas del 50%.

Sin embargo, en el manejo correcto de la porcínaza líquida, la separación sólidos y líquidos no debe ser un proceso obligatorio. El porcicultor 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 porcínaza líquida tal como se produce;
- Insuficiente área de cultivos con respecto a la cantidad de fertilizante producido;
- Aplicación a cultivos emergentes o de consumo en fresco;
- Disminución en el tamaño de los sistemas de almacenamiento y tratamiento;
- Obtención de un material sólido de alto valor (lombricultivo, compostaje).
- Se requiere transportar el estiércol para usarlo como fertilizante en otros predios.

Al someter la porcínaza 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 porcínaza. 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.

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.

Ficha 7. Medidas de manejo para la separación de sólidos

Descripción de la actividad	Implantación de medidas conducentes a la disposición adecuada del estiércol de cerdo
Actividades a realizar	Quantificar la generación diaria de residuos Determinar el sistema de almacenamiento Determinar el sistema de manejo y tratamiento Sistema de transporte Áreas de secado Separador de sólidos, barrido en seco Instalación y construcción Áreas de acopio para el material de construcción.
Impactos generados por la actividad	Contaminación del suelo. Contaminación del agua. Generación de olores.

Medidas de manejo ambiental	Fertilización Lombricultura Compostaje Alimentación de otras especies (rumiantes) Venta
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Al inicio de la actividad y posteriormente en forma permanente.
Responsable	Dueño, administrador granja, operarios.

La separación de sólidos puede hacerse mediante procesos biológicos, químicos o mecánicos. En efluentes pecuarios generalmente se utilizan procesos mecánicos tales como:

- Estiércol recogido por raspado
- Malla circular rotativa
- Tornillo de presión, rodillo de presión, cinta de presión
- Tamiz inclinado (Separadores de malla inclinada estática)
- Tamiz vibratorio (Mallas vibradoras)
- Separadores con base en la fuerza centrífuga
- Gravedad (Tanques de sedimentación)
- 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.

6.4.8.1 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.

a. Separación con base en la gravedad

GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR PORCICOLA

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.

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 porcínaza 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 sinfín 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 porcínaza

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.

Figura 34. Barrido en seco o paleo de la porcinaza

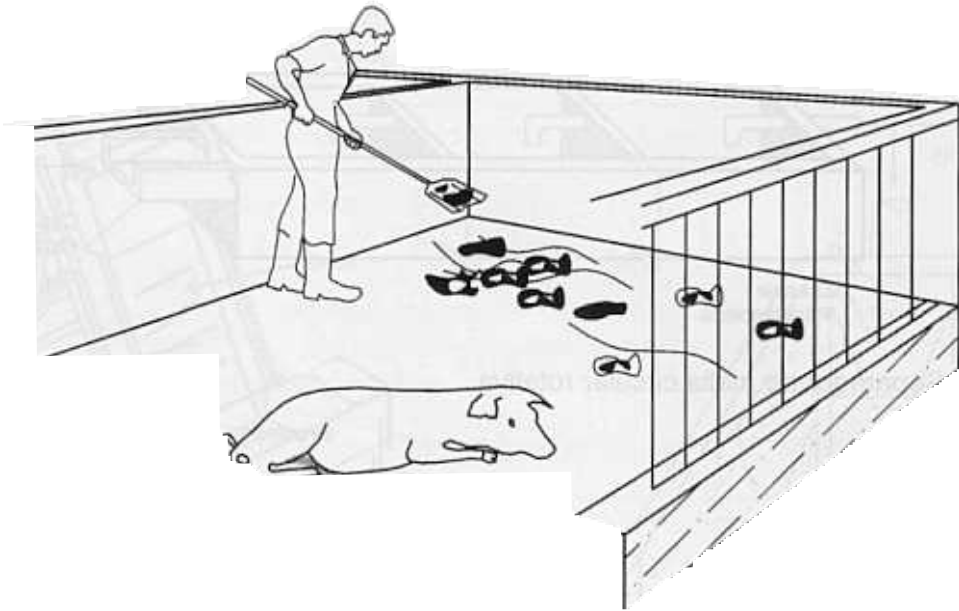


Figura 35 Sedimentador que permite retener sólidos flotantes en la misma unidad

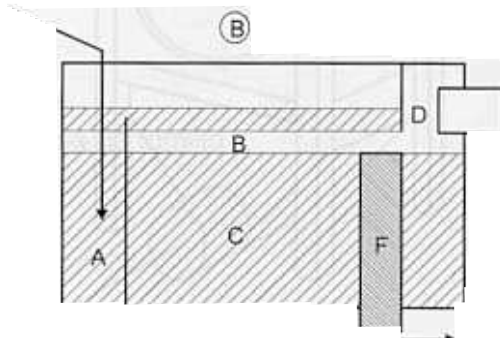
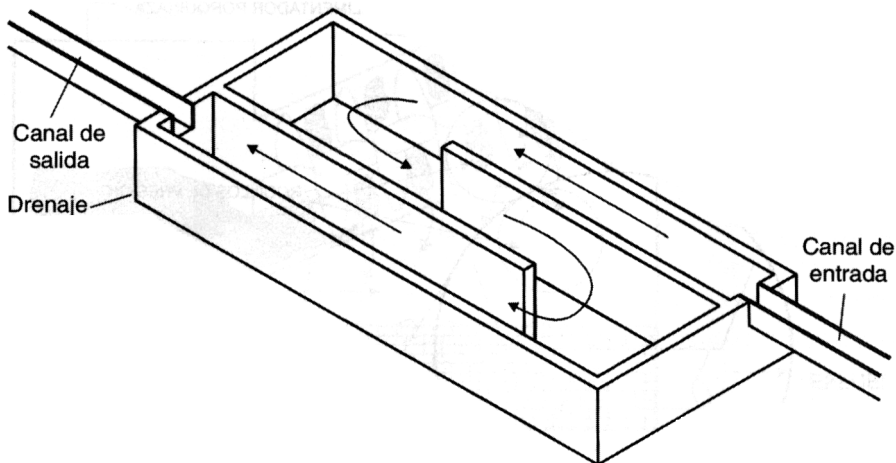


Figura 36. Sedimentador para la retención de sólidos



Este sistema elimina la velocidad del estiércol. Su pendiente debe ser cero.

Figura 37. Tanque sedimentador con divisiones interconectadas a través de tubos en “U” invertidos para evitar el paso de material flotante

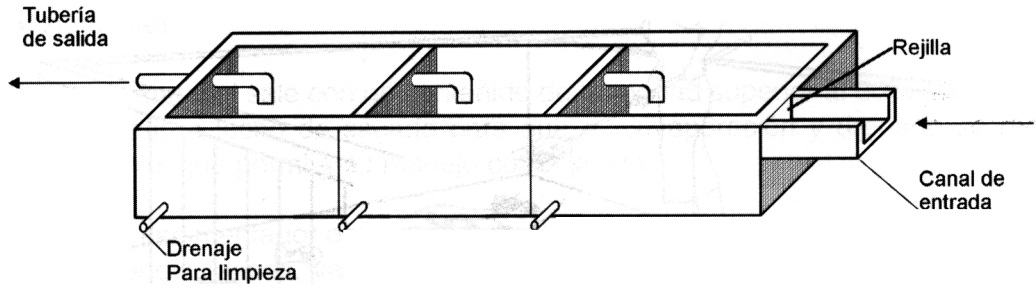


Figura 38. Separador de malla circular rotativa

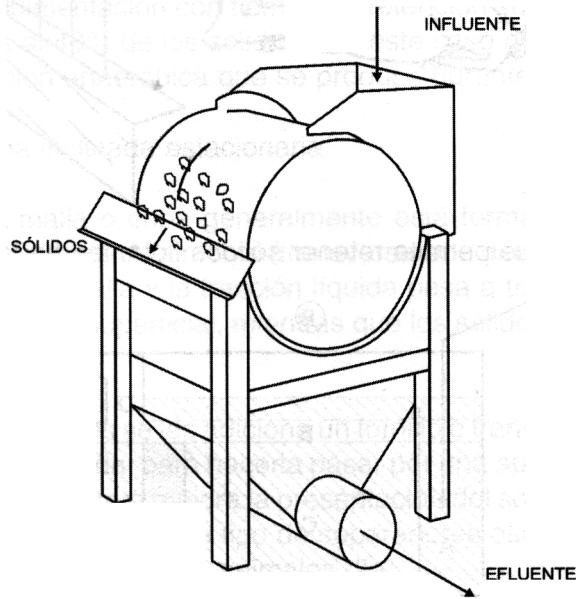


Figura 39. Separador de criba rotativa con rodillos de presión que efectúan una labor de exprimido del material separado

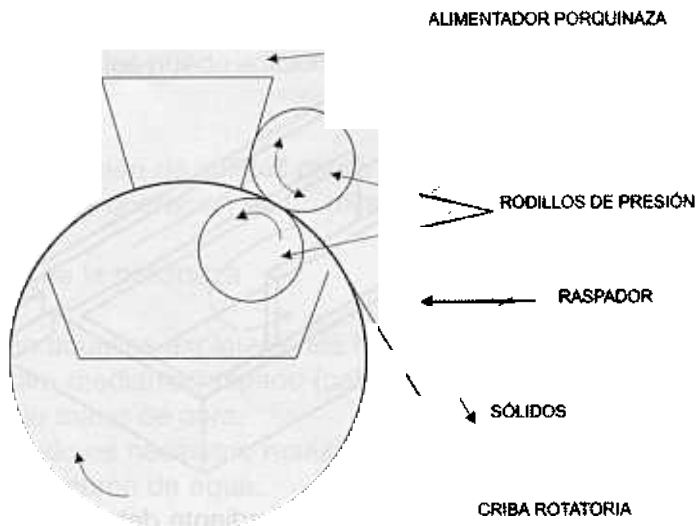


Figura 40. Separador de criba inclinada

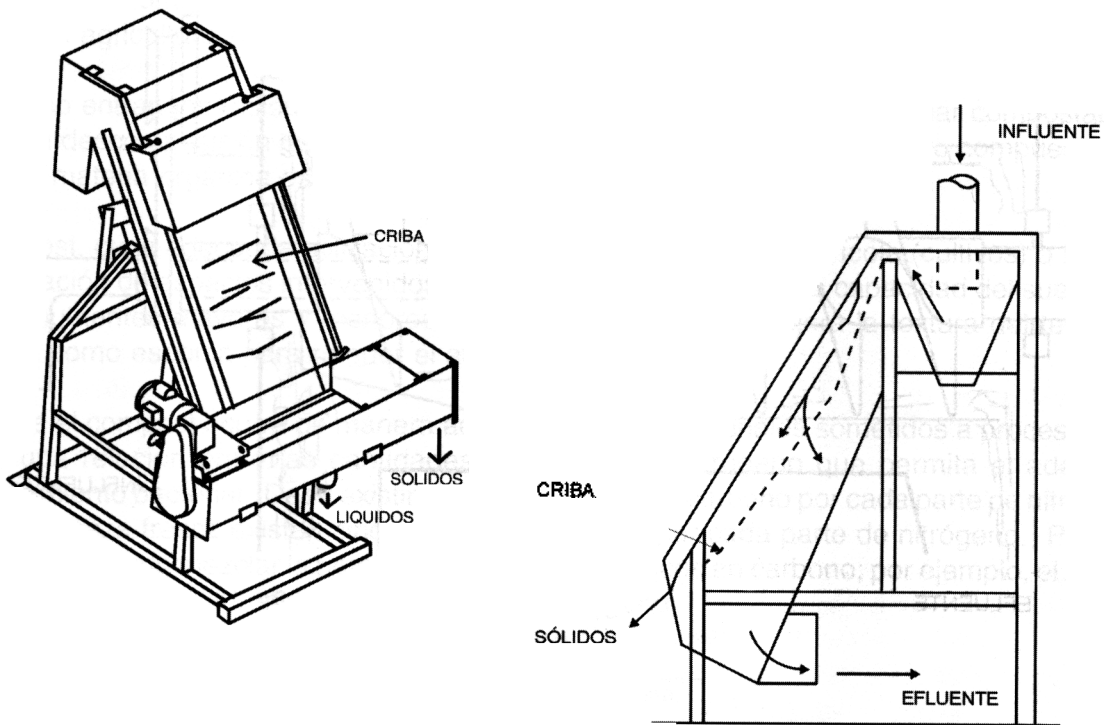


Figura 41. Separador de prensa de tornillo

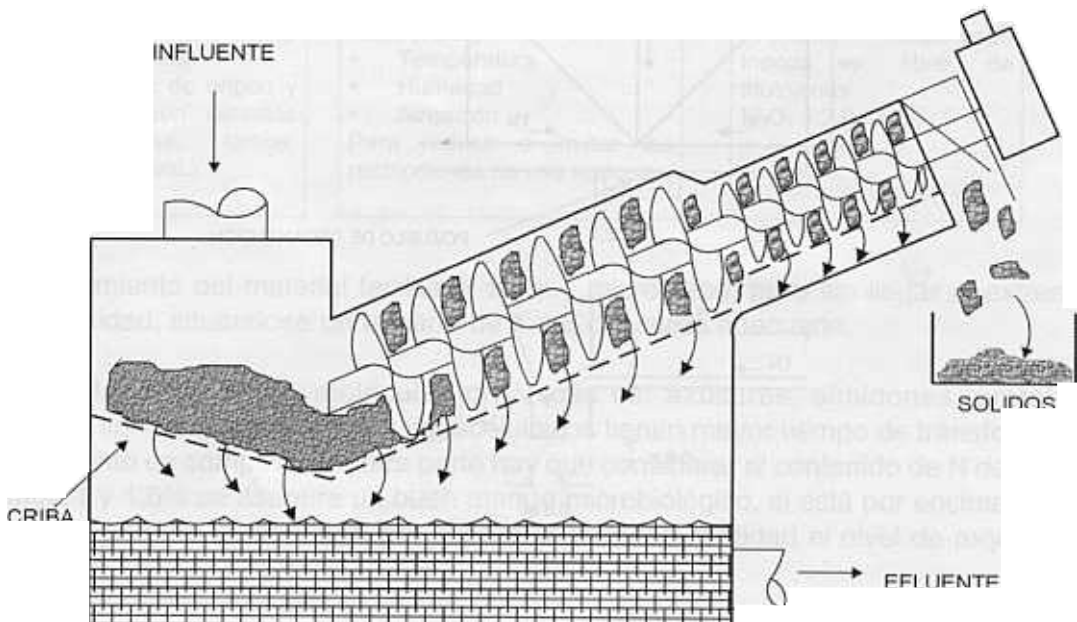


Figura 42. Decantador centrífugo horizontal

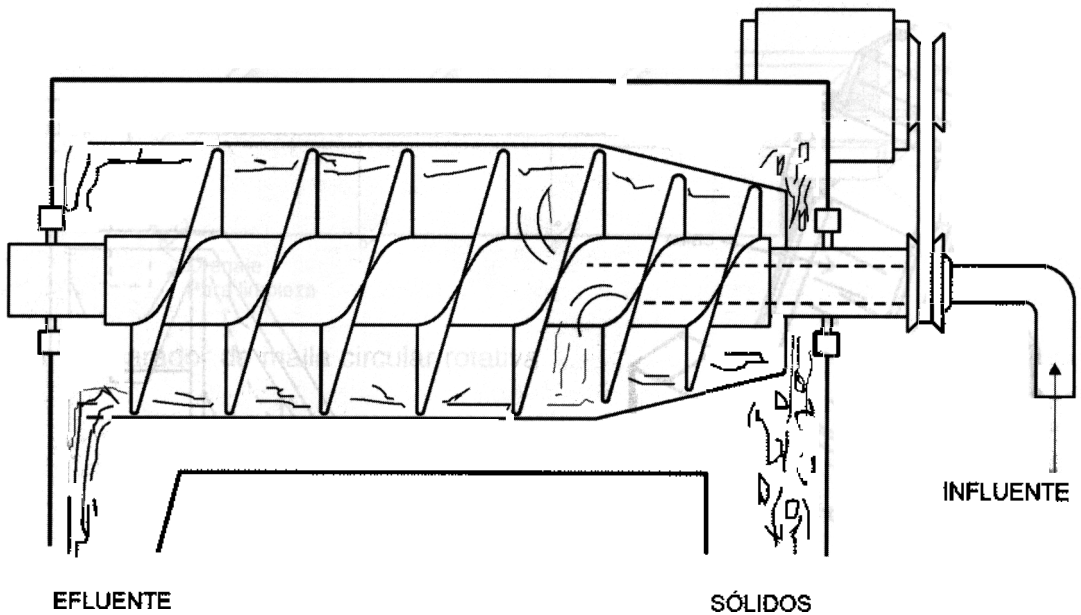
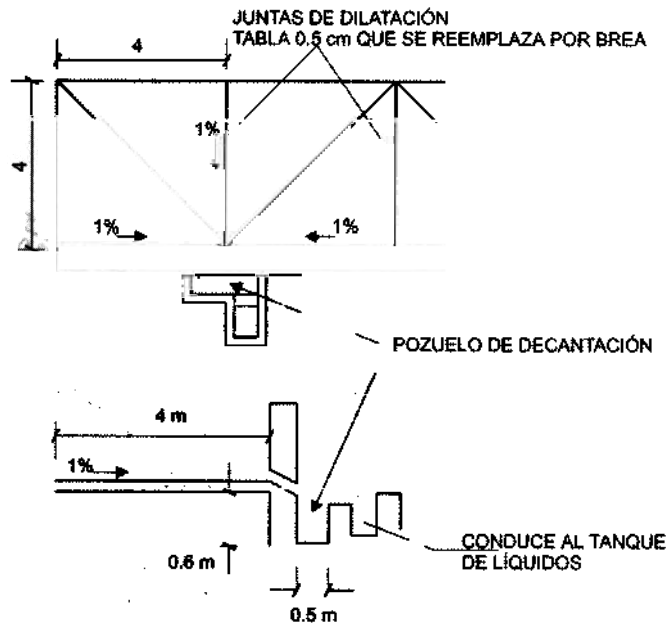


Figura 43. Terraza o patio para reducir humedad a los sólidos separados



6.4.8.2 Compostaje

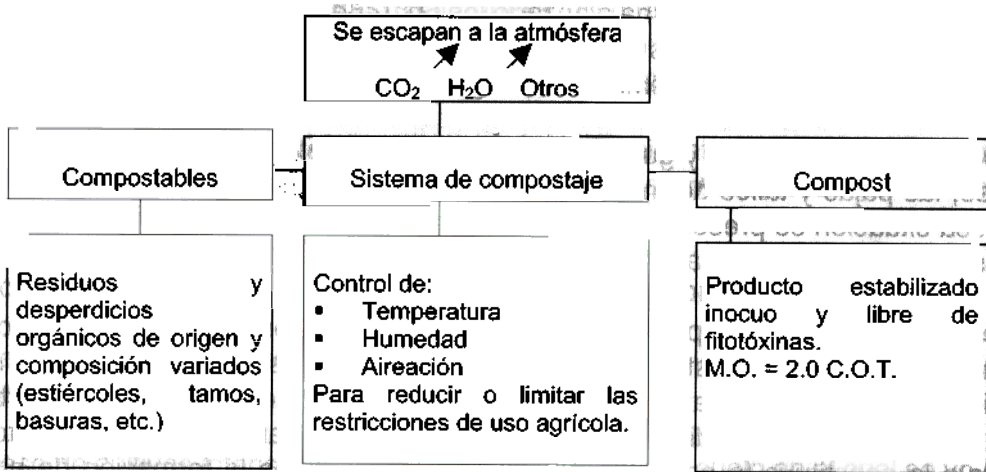
El compostaje es un proceso biooxidativo en el que intervienen numerosos y variados microorganismos que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos

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 bacteriano. Debe existir de 20 a 35 partes de carbono por cada parte de nitrógeno. En la porcinoza fresca existen cinco partes de carbono por cada parte de nitrógeno. Por esta razón es necesario mezclar la porcinoza 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 microbiano.

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 $N-NH_4^+$ que prima sobre el $N-NO_3^-$ dominan las bacterias y los hongos mesófilos.

Etapa termofílica ($> 45^\circ C$). 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 CO_2 y H_2O , 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 $N-NH_4^+$ sobre el $N-NO_3^-$, pero menos marcado que en la fase mesófila 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 $N-NH_4^+$ de la cadena proteína-aminoácido-aminas-amonio puede o no perderse hacia la atmósfera antes de pasar a la forma $N-NO_3^-$. 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 $60^\circ C$, 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 $45^\circ C$ y $50^\circ C$.

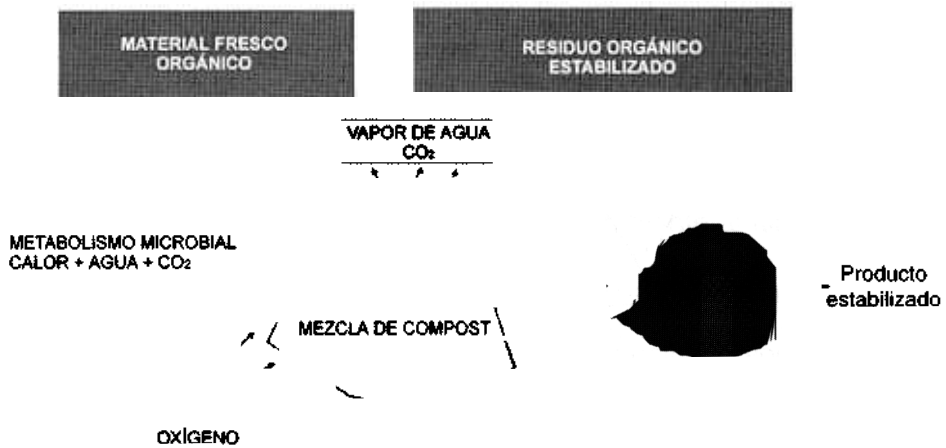
Etapa de enfriamiento. Se empieza a generar por una reducción de la población microbial que ya no encuentra suficiente sustrato alimenticio, continua la descomposición de los materiales más resistentes tales como la hemicelulosa y celulosa se descomponen en carbohidratos simples, los cuales quedan a 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 CO_2 , $N-NH_4^+$. 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.

Figura 44. Fórmula básica para compostación.



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*, *Taennia 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 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.

En el caso de operaciones muy grandes, las técnicas de compost exigen la inclusión de sistemas mecánicos y automáticos de ventilación. Cuando la masa que está sometida a fermentación alcanza cierto nivel de temperatura que indica que se está agotando el oxígeno, se activa el sistema de ventilación. Pero en estas condiciones, la humedad debe ser cuidadosamente vigilada, ya que la ventilación es su contraparte.

Figura 45. Aireación de compost: volteo de pilas

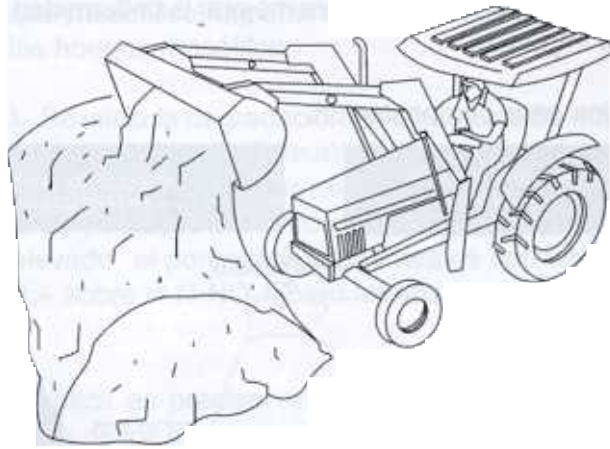
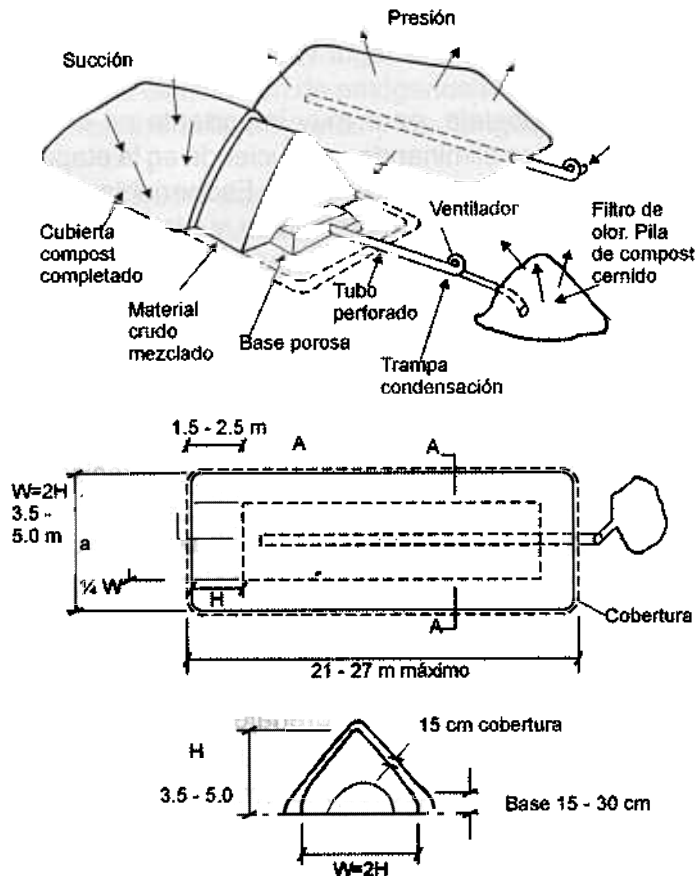


Figura 46. Compost mediante sistemas mecánicos y automáticos de ventilación



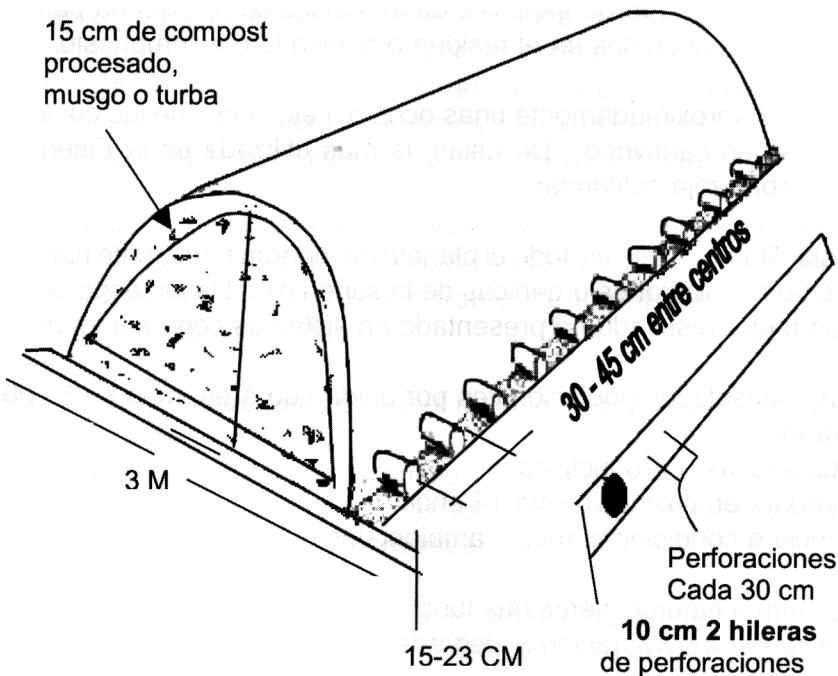
Tradicionalmente la forma de ofrecer un flujo de oxígeno a la masa en compost ha sido voltearla frecuentemente. Actividad esta responsable de la gran cantidad de labor mecánica o humana que está asociada a los procesos de compost. Típicamente, las hileras o pilas pueden tener una altura desde 90 cm para materiales densos como el estiércol hasta 3,6 m para materiales esponjosos como hojas. El ancho varía entre 3 y 6 m. Estas dimensiones también dependen del tamaño de la explotación y de la forma como se haga el volteo (manual o mecánico). El volteo mediante cargador con tractor conduce a pilas bajas y anchas.

Una tercera alternativa para realizar el compost son las pilas aireadas pasivamente. Las pilas de 0,9 a 1,2 m de altura y 3 m de ancho se construyen sobre una cama de heno o paja. Sobre esta cama, cada 30 – 40 cm se colocan tubos de PVC de 4 pulgadas que tienen dos hileras de perforaciones de media pulgada cada 30 cm. Como en la aireación mecánica, la pila debe ser cubierta con una capa de 15 cm de material compostado, musgo o turba.

El producto final del compost es un material con una cantidad de nitrógeno muy inferior a la que existe en la excreta fresca. Durante el proceso se elimina gran cantidad de nitrógeno. Parte de ello es eliminado en forma de nitratos los cuales se lixivian y pueden incrementar su contenido en el suelo en el que se está realizando el proceso. Por lo tanto, debe tenerse un control adecuado de los lixiviados siempre que se haga compost de materiales ricos en nitrógeno como los estiércoles. Otra parte del nitrógeno se pierde directamente al aire.

Una de las ventajas del compost es la gran reducción del volumen final con respecto al inicial. Bajo condiciones comunes (sin aireación mecánica automática) el proceso de compost puede durar entre 3 y 4,5 meses (la falta de madurez puede ser responsable de efectos depresivos sobre los cultivos a los que se adiciona, no debe confundirse grado de deshidratación con grado de maduración). Debe contarse entonces con un área suficiente para manejar el material en compost por este periodo. Un cálculo aproximado sería que para una granja de 200 cerdos de engorde que recoge la porcinoza fresca en los corrales acumularía 13 a 18 toneladas de excreta. Volumen al que hay que sumar el volumen del material que se adicione como fuente de carbono y / o para facilitar la aireación, materiales como viruta de madera, heno, residuos vegetales. Entonces debe contarse con un área y tiempo de labor (humana o mecánica) para manejar un total de 20 a 30 toneladas.

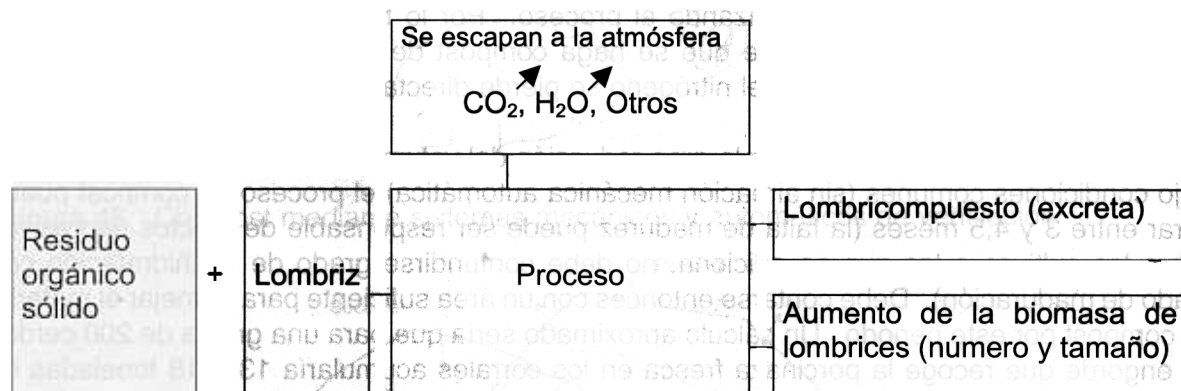
Figura 47. Pila de compost con aireación pasiva



6.4.8.3 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 lombricompost se obtiene un aumento en el volumen de la biomasa de lombriz.



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 lombricompostado.

En el mundo existen aproximadamente unas ocho mil especies, de las cuales solo unas pocas pueden ser criadas en cautiverio. De estas, la más utilizada es la *Eisenia foetida*, llamada comúnmente: Lombriz roja californiana.

Esta especie está difundida en casi todo el planeta de manera totalmente natural, encontrándose generalmente en acumulaciones orgánicas de la superficie. De las especies estudiadas hasta ahora, es la que mejor resultado ha presentado en sistemas controlados debido a que:

- Resiste altas densidades poblacionales por unidad de área, más de 50.000 individuos por metro cuadrado.

- Presenta altas tasas reproductivas.

- Gran longevidad, en promedio vive 14 años.

- Alta resistencia a condiciones medio ambientales adversas.

Esta especie en forma natural, ejerce una función fundamental en los primeros 50 cm del suelo y más que todo en la incorporación y degradación de la materia orgánica depositada en la superficie, al transformarla en forma de humus.

Características:

La *Eisenia foetida* se caracteriza por ser de color rojo, con algunos sectores amarillentos o depigmentados, tiene una longitud de 60 a 120 mm, cuerpo anillado con una protuberancia de mayor tamaño entre los anillos 24 y 32 llamado Clitelio, el cual es evidente cuando la lombriz ha llegado a su madurez sexual.

Las lombrices son Hermafroditas; cada individuo posee órganos genitales masculinos y femeninos, sin embargo, no tienen la facultad de autofecundarse, por lo que es necesario la cópula.

El acoplamiento ocurre cada 7 a 10 días en promedio, colocan una cápsula cada individuo, que después de un periodo de incubación de 14 a 21 días pueden emerger de su interior un número de lombrices que varía entre 2 y 21. Esta variación dependerá básicamente de la alimentación, la densidad poblacional y el manejo.

La *Eisenia foetida* habita en la capa más superficial del suelo, actuando en forma directa en la transformación de los materiales orgánicos. Esta característica, la hace muy susceptible a los cambios climatológicos y es fácil presa de gran variedad de depredadores, por lo cual, la naturaleza la ha dotado de una extraordinaria capacidad reproductiva y gran tolerancia a altas densidades poblacionales.

La lombriz consume diariamente su propio peso en alimento y excreta en forma de humus en promedio el 60%.

Su asombrosa capacidad digestiva efectúa en cuestión de horas, el proceso de degradación y mineralización de la materia orgánica. Esta rápida transformación de la materia orgánica, hace que los niveles de pérdidas de nutrientes como Nitrógeno y Potasio entre otros, sea mínimo. 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. El sustrato o desecho suministrado como alimento debe ser fresco o completamente curado, nunca en proceso de fermentación para evitar posibles intoxicaciones o retrasos indeseables.

En las porcícolas es recomendable darlo completamente fresco, para evitar acumulaciones que puedan convertirse en posibles focos de infección; en este caso las capas de alimento no deben superar nunca los 10 cm de espesor, así permitimos una mejor oxigenación del material y no se presentarán posibles fermentaciones.

Humedad adecuada. Debe ser estable y homogénea en los lechos, con el fin de evitar cambios bruscos que puedan afectar de manera significativa las diferentes actividades, en especial la reproducción.

Los niveles deben mantenerse en forma estable entre 65 y 75% dependiendo del tipo de sustrato. Si los lechos se encuentran a campo abierto es fundamental que el suelo donde estén soportados presente un buen drenaje.

El agua destinada para el riego del cultivo debe ser de origen natural, es decir que no haya sido tratada con productos químicos (cloro especialmente). Sin embargo, sí es recomendable utilizar las aguas – heces generadas del lavado de los corrales hasta en 50% del total de riego.

Aireación. La lombriz respira por la piel, por esta razón es fundamental evitar a toda costa las inundaciones de las camas, los pisoteos, compactaciones o la sobrealimentación.

Manejo. Con un buen manejo un programa de lombricultura de solo 100 m² (10 x 10) puede lograr en su fase estable procesar hasta seis toneladas mensuales de porcínaza fresca y producir en promedio 2 toneladas de humus y contar con unos 500 kg de lombriz fresca para la alimentación animal. Un operario en promedio es capaz de manejar 500 m² de área efectiva, con una producción promedio mensual de 10 toneladas de humus mensuales.

Ausencia de enemigos. 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 lombricarios.
- b. **Hormigas de diverso tipo.** El control cultural más recomendado consiste en disturbar con una vara, el hormiguero que trate de formarse en el lombricario. El humedecimiento también las combate.
- c. **Acaros.** Cuidar que la semilla utilizada no venga con lombrices afectadas por ácaros, como puede ser *Urobovella 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.

El proceso de lombricompostaje 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 método 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 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.

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.

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.

En síntesis el humus de lombriz:

Mejora las condiciones estructurales de los suelos.

Inocula grandes cantidades de microorganismos benéficos al suelo.

Ofrece a las plantas una fertilización completa y sana.

Desintoxica los suelos contaminados con productos químicos.

Es el mejor medio de enraizamiento y propagación natural.

- Activa los procesos biológicos del suelo.
- Su exceso no perjudica ni intoxica el suelo.

Figura 48. Tipos de lombricario

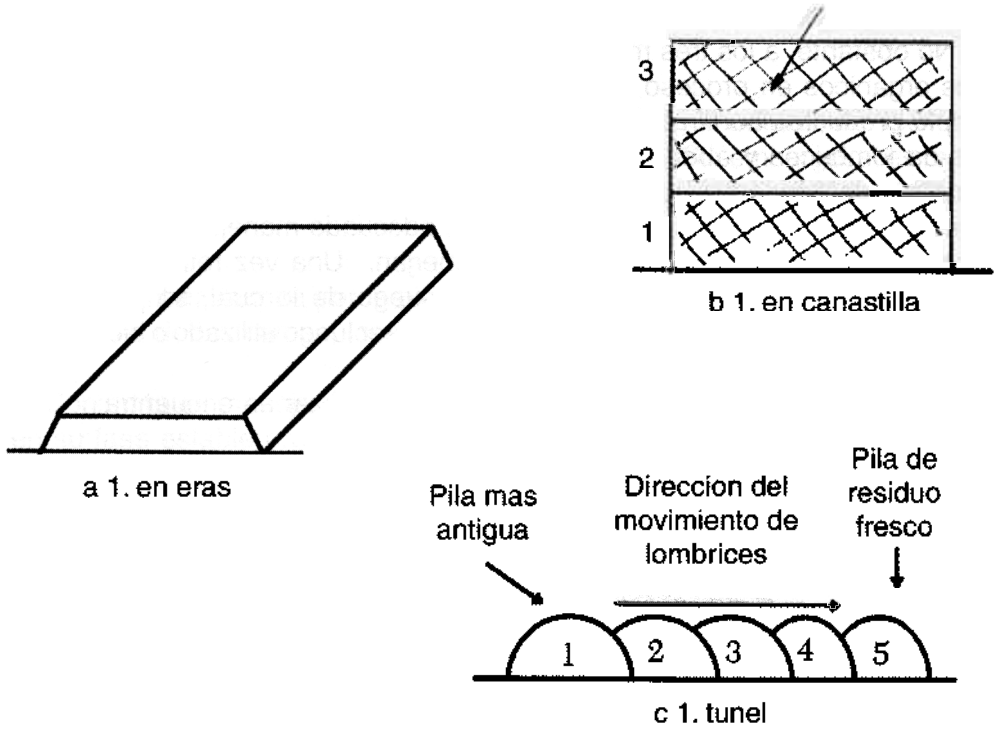
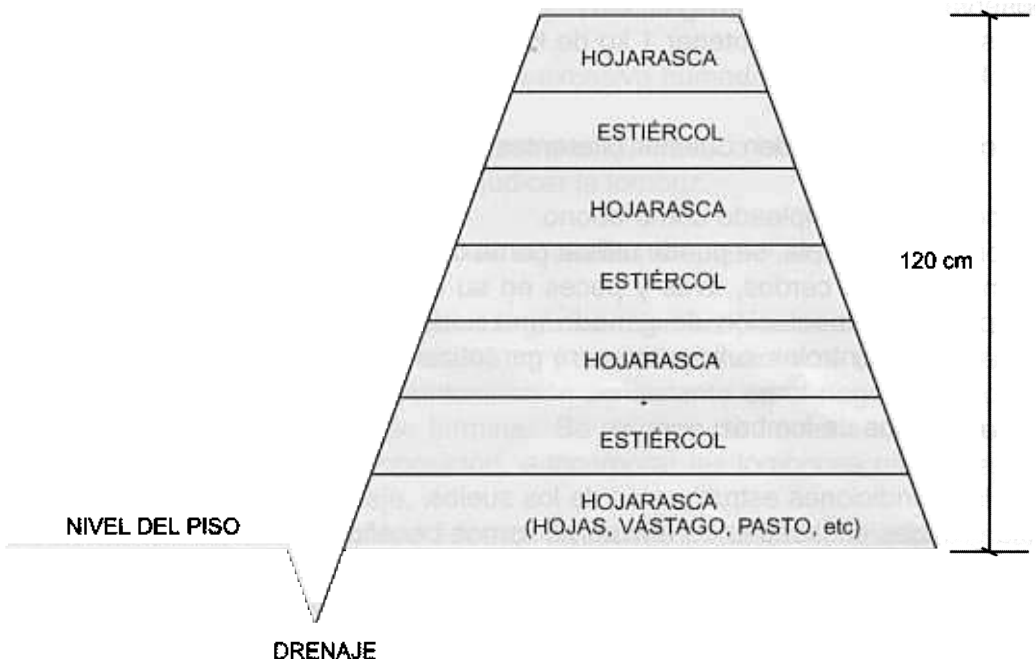


Figura 49. Camas para lombricario



6.4.8.4 Reforzamiento

Para suplir deficiencias minerales ò 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.

6.4.8.5 Alimentación de rumiantes

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

Cuando se discute la alternativa de incluir porcinaza 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 porcinaza tiene principalmente un valor estratégico para incrementar la ingesta diaria de materia seca. Condición esta muy diferente a aquella en la que la porcinaza 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 porcinaza 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 porcinaza, 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 porcinaza. 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 porcinaza

Uno de los sistemas de tratamiento de la porcinaza 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 porcínaza se puede ensilar con cualquier tipo de forraje, frutas, etc. La proporción de porcínaza / 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 porcínaza 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 porcínaza seca se puede utilizar en una mezcla de 70% de porcínaza, 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 porcínaza, de lo contrario puede conducir a obstrucciones intestinales. Por eso se recomienda suministrar la porcínaza de los animales en fase de precebo en donde no se elimina tanto pelo y la digestibilidad de la porcínaza es mayor.

6.4.9 Manejo de residuos sólidos orgánicos domiciliarios para la alimentación de cerdos

La idea del aprovechamiento de los residuos de la alimentación humana en la alimentación porcina no es nueva y ha sido aplicada en forma artesanal a pequeña escala por los criadores de cerdos en muchas regiones del mundo. En Colombia es una actividad que se realiza principalmente en la fase de engorde, en donde los productores prefieren utilizar este recurso en lechones de un peso alrededor de los 30 kg para engordarlos. Dándole un buen uso a este recurso se genera un beneficio ambiental al no verter estos residuos al alcantarillado de la ciudad que finalmente se descarga en los ríos que atraviesan las ciudades.

Ficha 8. Medidas de manejo para la alimentación de cerdos con residuos sólidos orgánicos domiciliarios

Descripción de la actividad	Recolección, transporte, almacenamiento y alimentación de cerdos con residuos sólidos orgánicos provenientes de restaurantes, casinos, etc.
Actividades a realizar	Uso de los residuos orgánicos domiciliarios en la alimentación de cerdos. Determinar el manejo de los residuos orgánicos antes de la alimentación de los cerdos.

Impactos generados por la actividad	Contaminación del suelo. Contaminación de aguas cuando se descargan directamente a cuerpos de agua. Generación de olores. Afectación del paisaje.
Medidas de manejo ambiental	Para su correcto manejo se cuenta con las siguientes alternativas: Canecas plásticas para recolectar los residuos que permitan una fácil limpieza y desinfección. Las canecas deben tener tapa hermética para impedir que se rebosen y contaminen los camiones de transporte. Las canecas deben limpiarse y desinfectarse todos los días una vez desocupadas. Hacer separación en la fuente o a la llegada a la granja hacer separación de plásticos y otros residuos sólidos que generalmente traen los desperdicios. Procesamiento de los residuos sólidos mediante cocción. Los residuos sólidos de alimentación humana deben suministrarse todos los días que se recojan para que no se produzca una fermentación de estos. Los tanques de recepción de los residuos de la alimentación humana deben limpiarse todos los días y por lo menos desinfectarlos una vez por semana. Se deben utilizar comederos tipo canoa con base en tubo de gres para reducir su deterioro por los ácidos que se producen. Ensilar los residuos. Aquellos residuos no consumidos por los animales como cáscaras utilizarlas en lombricultivos para la producción de humus.
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Permanente.
Responsable	Dueño, Administrador granja, operarios.

4.9.1 Reactor Termomecánico

Para el procesamiento y reciclaje de los residuos orgánicos se recomienda la tecnología cubana. El corazón de la tecnología de reciclaje lo constituye el reactor termomecánico (RTM), el cual tiene la función de triturar, esterilizar y secar la materia prima a elaborar. La tecnología de reciclaje de residuos orgánicos es muy sencilla; la materia prima se carga en el destructor en proporciones adecuadas y se somete a un proceso de esterilización o secado según el producto final a obtener. Los productos en forma de harina se envasan en sacos y se almacenan en un área techada de la planta.

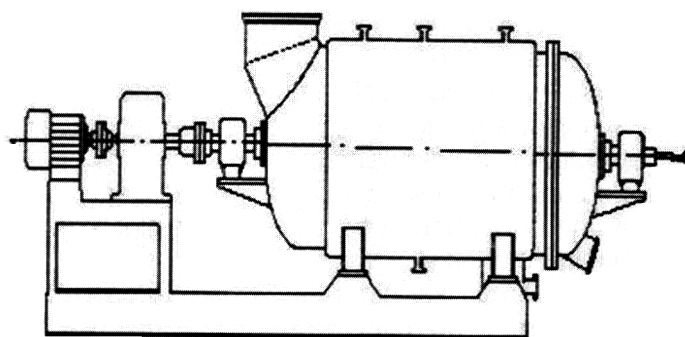
El Reactor Termomecánico (RTM) es un equipo compacto, de fácil instalación, eficiencia térmica y larga vida útil el cual tritura, esteriliza y seca las materias primas. El equipo tiene una capacidad de 1,5 toneladas y funciona con vapor inyectado en la camisa y el agitador, dispone de la evacuación automática de materias extrañas, está dotado de gran superficie de calentamiento y no requiere de la trituración previa de la materia prima. El equipo funciona a una presión de trabajo de 4 kg/cm².

La materia prima que se puede procesar en el equipo son diversos residuos orgánicos entre los que se puede señalar: desechos de comida, desperdicios agrícolas, residuos de matadero, desechos de pescado e incluso animales muertos en el proceso productivo en las granjas.

Los productos finales obtenidos son pienso líquido, pasta proteica, harina de carne y hueso, harina de pescado o harina de sancocho o escamocha.

La temperatura de cocción de los desperdicios depende de la legislación higiénico – sanitarias vigentes en cada país. En Cuba fluctúan entre 121° C con retención de 15 minutos para desperdicios de cocina y agroindustriales y 130° C con retención de 30 minutos para desechos de mataderos y animales muertos.

Figura 50. Reactor termomecánico



6.4.9.2 Fermentación

Otra tecnología que se ha ensayado para el manejo de los residuos sólidos de la alimentación humana es la fermentación. Consiste en colocar en una caneca plástica una mezcla de los residuos sólidos de la alimentación humana, melaza y una levadura proteolítica en las siguientes proporciones:

- Residuos sólidos de la alimentación humana: 49 kg
- Melaza: 5,5, kg
- Levadura proteolítica (Hansenula Montevideo): 50 cc (0,1%)
- Agua: 10 litros

El pH desciende de 5,09 en el primer día de iniciado el proceso, hasta un mínimo de 4,32 a los 31 días de tratamiento.

Con relación a la temperatura los valores oscilaron entre 13° C y 22° C. No aparecen alteraciones en ningún momento del proceso.

Referente a la flora patógena se parte de valores con un NMP mayor a 1.100/gr de coliformes totales; presencia de *Escherichia coli* y ausencia de *Salmonella*. A los 7 días desaparece la *E. Coli* y a los 14 días lo hacen los coliformes totales (NMP menor de 3/gr).

Los anaerobios sulfito-reductores se mantienen en los 4 recipientes durante todo el proceso con un NMP mayor de 1100/gr.

La conservación del producto y su acopio no presentan problemas dentro de los 45 días de comenzado el proceso. No presentó alteraciones ni problemas de olor.

Los cerdos aceptaron el alimento. A la observación clínica no mostraron manifestaciones patológicas de ningún tipo.

6.4.10 MANEJO DE CADÁVERES, FETOS, PLACENTAS, AMPUTACIONES, ETC.

Ficha 9. Medidas de manejo para la disposición de la mortalidad animal en la granja

Descripción de la actividad	Disposición de cadáveres, fetos, placentas, momias, testículos, colas y en general el material formado por tejidos animales.
Actividades a realizar	La granja debe contar con una zona para enterramientos preestablecida. No debe haber enterramientos dispersos por toda el área de la finca. Señalar el sitio con el fin de garantizar que no volverá a ser utilizado antes del tiempo prudencial. Deben tomarse las medidas preventivas suficientes para que el sitio de entierro no sea destapado por animales, maquinaria, etc.
Impactos generados por la actividad	Contaminación del suelo. Contaminación de aguas por lixiviados o cuando se descargan directamente a cuerpos de agua. Problema de olores. Problema de moscas. Transmisión de enfermedades.
Medidas de manejo ambiental	Para su correcta disposición se cuenta con las siguientes alternativas: Enterramiento. Compost Incineración. La realización de esta práctica en incineradores cerrados es el método ideal en casos en los que hay alto riesgo sanitario. Ensilaje o fermentación Industria de subproductos. Registrar el responsable del transporte del material hasta la industria procesadora. Tanques o fosas de fermentación. Cuando los terrenos son pendientes, o cuando se trata de explotaciones de gran tamaño, los tanques de fermentación son preferibles al entierro en el suelo. Rellenos sanitarios. Se debe adjuntar el soporte por escrito de la entidad que opera el relleno y quién es el responsable del transporte del material.
Plan de contingencia	Diseñar sistema de compostación de dimensiones mayores a las estrictamente necesarias o tanques de fermentación. Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Al inicio de la actividad y posteriormente en forma permanente.
Responsable	Administrador granja, operarios.

6.4.10.1 Enterramiento

Las fosas no deben construirse en sitios donde el drenado natural de aguas lluvias implique grandes cantidades de escorrentía. Además el sitio debe cumplir con las siguientes distancias: 20 m de pozos; 10 m del lindero con propiedad de vecinos; 50 m de residencias de vecinos; 20 m de cualquier agua superficial, del límite de zonas de inundación, humedales o playas. La profundidad debe ser suficiente para que al menos 30 cm de tierra queden encima de la parte superior del material enterrado. Cuando una fosa se hace de profundidad tal que permite ir adicionando material consecutivamente, debe adicionarse una capa de 15 cm de tierra después de cada labor de enterramiento. La última capa de tierra debe tener al menos 30 cm y debe ser fuertemente compactada. La profundidad máxima de la fosa debe ser inferior a 3 m y la distancia desde el fondo hasta el punto más alto alcanzado por el nivel freático debe ser superior a 1,5 m.

Todos los animales – grandes o pequeños- deben abrirse y fraccionarse para aumentar la superficie de acción microbiana. El tracto digestivo debe abrirse para permitir la salida de gases y que su contenido se riegue por toda la canal favoreciendo el proceso de descomposición. Cada semana se debe rociar agua sobre el material en descomposición, esto mejora el proceso microbial y evita que los cueros se resequen.

Sobre los cadáveres o material que se está enterrando, nunca debe agregarse directamente cal, desinfectante o cualquier compuesto que pueda evitar la descomposición.

6.4.10.2 Fosas de fermentación

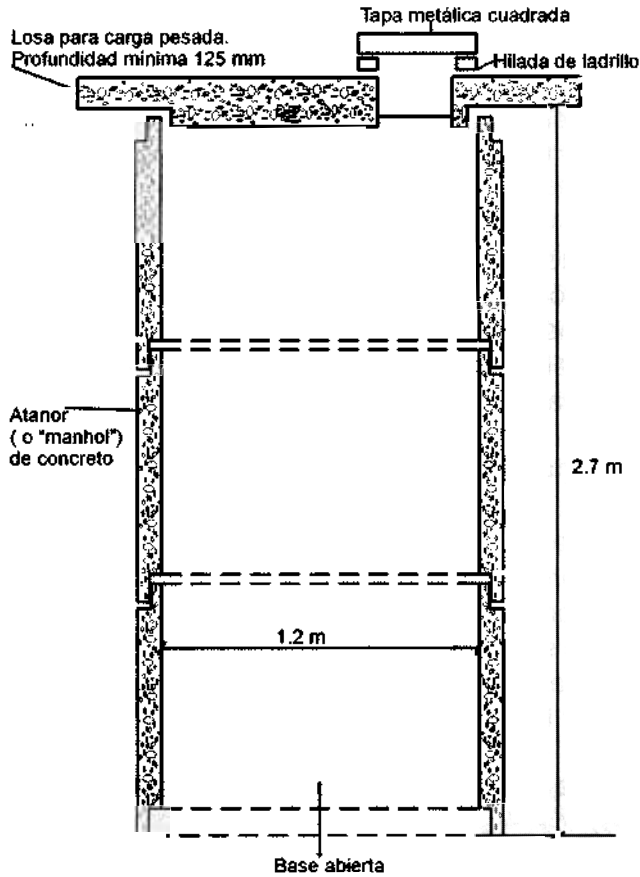
Estas fosas no deben construirse en sitios donde el drenado natural de aguas lluvias implique aguas de escorrentía pasando por encima de la tapa.

Deben construirse a una distancia prudencial de cualquier residencia y por fuera de las zonas de inundación, humedales, playas, etc. Nunca deben construirse en zonas de mal drenado o inundables.

Pueden hacerse en hormigón, bloque, ladrillo, etc. Una forma práctica consiste en construir fosas formadas por tres tubos de concreto o manholes de 1,0 – 1,4 m de diámetro (usados para grandes alcantarillas municipales; generalmente los manholes prefabricados tienen menor costo que los tubos), con una losa del mismo material en la parte superior. Si el suelo no es arenoso, no es necesario cubrir el fondo de la fosa. La profundidad puede ser un valor cercano a los 3 m y la distancia desde el fondo hasta el punto más alto alcanzado por el nivel freático debe ser como mínimo 1,2 m. Esta misma distancia debe conservarse hasta la roca madre y por ninguna razón puede dejarse un fondo sin cubrir sobre una roca madre fracturada, con el fin de evitar cualquier lixiviado a las aguas freáticas.

Debe contarse con una capa que al cerrar ajuste lo mejor posible (hermética), pero de accionamiento fácil para agilizar las labores y evitar que se deje abierta.

Figura 51 Fosa para descomposición de cadáveres



6.4.10.3 Compostaje de cadáveres

En contraste con el proceso de Compost natural, el proceso de Compost animal tiene lugar en lo que se llama un sistema de filtro biológico en donde se crean dos zonas (una aeróbica y otra anaerobia) dentro de las instalaciones. El cadáver animal (alto en nitrógeno, humedad y con una porosidad cercana a cero) se coloca en una mezcla con facilidad de descomposición (alta en carbono, alta en porosidad y moderada humedad) creando una mezcla de materiales (primer estadio). En este sistema, el cadáver se degrada por la acción de las bacterias anaerobias y microorganismos, liberando fluidos y gases que se difunden lejos del cadáver, entrando en la zona aeróbica donde se encuentran las bacterias aeróbicas y otros microorganismos que degradan estos materiales a CO_2 y H_2O , lo que resulta en producción de calor. Bajo este sistema, hay control de olores por medio del uso de cantidades adecuadas de material de carbón poroso en la zona aeróbica para controlar el gas producido por la degradación del cadáver. Con este sistema, por la naturaleza homogénea de la mezcla y la diferenciación de las zonas aerobia y anaerobia, la pila del Compost no se voltea (no se mezcla en la primera etapa) hasta que el cadáver se haya descompuesto totalmente.

Para esto se requieren hasta tres meses, dependiendo del tamaño del cadáver. Una descripción de las características de las etapas primera y segunda para la descomposición de cadáveres animales en las instalaciones adecuadas para Compost, se describen a continuación.

1 Primera Etapa

- Alta rata de actividad biológica
 - Bacterias anaerobias en la zona del animal
 - Bacterias aerobias en la zona del animal
- La rata de descomposición depende del tamaño del animal
- Altas temperaturas en la zona animal
- Descomposición completa de los tejidos animales y de los residuos óseos.

2. Segunda Etapa

- La mezcla y la aireación incrementan la actividad biológica
 - Las bacteria aeróbicas continúan la degradación
- La temperatura aumenta a medida que se multiplican las bacterias
- Degradación total del animal - descomposición de huesos largos, cráneo, y pelvis
- Estabilización del material del Compost.

Importancia de las bacterias

Como ocurre por naturaleza, las bacterias termofílicas juegan un papel muy importante en la degradación del cadáver porcino. Bajo condiciones ideales, un solo microorganismo (bacteria) puede multiplicarse en millones. Las bacterias tienen una vida media de únicamente 20 a 30 minutos, después de lo cual se dividen y multiplican en forma exponencial. El éxito del proceso de Compost depende en la habilidad del productor de crear un balance de estos factores controlables para mantener las bacterias vivas, y en constante multiplicación.

Factores controlables que afectan el proceso del Compost

Un número de factores inter- relacionados controlables afectan la eficiencia de la operación en las instalaciones en un Compost porcino. De estos, los cuatro factores principales son, el balance entre los nutrientes (rata carbono / nitrógeno, temperatura, contenido de humedad, y porosidad – calidad del aire). La siguiente información dirige la importancia de cada factor durante el proceso del Compost.

Tabla 26. Factores controlables que afectan el proceso del Compost

Mejora orgánica	Porcentaje de aire reciclado
Agente que aumenta el volumen	Horario de aireación
Porcentaje de Compost reciclado	Frecuencia de mezclado
Tamaño de las partículas	Control de la humedad
Rata Carbono / Nitrógeno	Tiempo de retención
Humedad inicial	Tiempo de curación
Porosidad	Inoculación
pH químico	Forma de la pila (el montón)
Temperatura del Compost	Profundidad de la pila (montón)
Temperatura del ambiente	Volumen de la pila (el montón)

Balance nutricional

La mezcla apropiada requiere carbono y nitrógeno en proporciones adecuadas. Los microorganismos encargados de la descomposición trabajan mejor cuando la proporción (rata) entre estos elementos se encuentra entre 20:1 y 35:1. En este rango, el proceso del Compost ocurre rápido y no se generan olores. Si la proporción es muy alta, (>40:1) la descomposición del cadáver será lenta, requiriendo un mayor tiempo para la descomposición completa. Si la proporciones muy baja (<20:1), el nitrógeno será convertido en amoniaco en cantidades superiores a las que manejan las bacterias, lo que resulta en generación de olores. Fuentes de carbono adicional o un agente aumentador de volumen deben adicionarse al cadáver porcino para lograr la proporción de C:N deseada. El aserrín y la paja se han empleado en experimentos como fuentes comunes de carbono (agentes aumentadores de volumen), pero los ensayos en campo han demostrado que las cáscaras de maní, paja molida, pasto seco, etc., ofrecen excelentes resultados. Estos, se pueden utilizar como única fuente o mezclados con la paja y/ o el aserrín.

Proporción Carbono : Nitrógeno

Cadáver porcino 5:1

Compost secundario reciclado 30:1 - 50:1

Aserrín 14:1

Meta 30:1

Rango aceptable 20:1 hasta 35:1

Proporción muy baja de C:N (<20:1)

- se produce mucho amoniaco
- se generan otros olores

Proporción muy alta de C:N (>40:1)

- temperaturas muy baja de la pila (montón)
- baja rata de descomposición

Este documento es propiedad del
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Centro de Documentación

Temperatura

La temperatura es el mejor indicador de cómo está funcionando el compostaje. Bajo condiciones óptimas de compostaje animal, donde las bacterias y los microorganismos trabajan fuertemente y la degradación animal es mayor, la temperatura interna de la pila oscila entre 110° F y 150°F. Se presentaran cambios en la temperatura a medida que el proceso evoluciona y la pila cambia al mezclarla o al adicionarle nuevos cadáveres. La temperatura puede llegar hasta 160°F. A esta temperatura comienza la destrucción de las bacterias, disminuyendo así, la temperatura y permitiendo nuevamente el crecimiento y multiplicación de las bacterias. Para lograr destruir la mayoría de las bacterias se debe lograr una temperatura interna de 131°F durante tres días consecutivos. En climas extremos y cuando se comienza un Compost en invierno, se hace necesario adicionar agentes aumentadores de volumen y utilizar algún tipo de aislamiento para alcanzar la temperatura de manera apropiada.

Velocidad máxima de descomposición 110 – 150 °F

Muerte bacteriana ocurre > 160 °F

Microorganismos y patógenos causantes de enfermedad se destruyen después de tres días a 131°F

Temperatura demasiado baja

- descomposición lenta
- existe riesgo de patógenos

Temperatura demasiado alta

- muerte de bacterias y microorganismos
- combustión espontánea posible

Contenido de humedad

El agua es necesaria para la existencia de las bacterias y otros microorganismos. En el Compost animal es muy importante el contenido de humedad para lograr el éxito. La meta es conseguir un nivel de humedad entre el 45 y el 60%. El exceso de humedad impide el flujo del aire, lo que causa condiciones anaerobias, lo que a su vez lleva a olores pútridos, disminución en la temperatura y graves problemas con moscas. Demasiada poca humedad lleva a una descomposición lenta y bajas temperaturas.

Humedad

Cadáver porcino 65%

Reciclado secundario 40 – 50%

Aserrín 20 – 50 %

Meta 55%

Rango aceptable 45 – 60 %

Humedad extremadamente baja

- bajas temperaturas del montón (Pila)
- descomposición lenta

Humedad extremadamente alta

- bajas temperaturas del montón (Pila)
- descomposición lenta
- generación de olores pútridos
- problemas con moscas

Porosidad y calidad del aire

Para que el compostaje de mortalidad animal en el sistema de biofiltro funcione de manera efectiva, el agente que aumenta el volumen utilizado debe tener la estructura apropiada, buena densidad y partículas de tamaño adecuado que permitan el flujo (entrada) del oxígeno y la salida del CO₂ a la velocidad necesaria para mantener la viabilidad de las bacterias. Materiales demasiado densos tienden a compactar demasiado impidiendo el flujo de gases. Materiales con partículas demasiado grandes permiten flujo excesivo por lo tanto una disminución de la temperatura, demorando y hasta inhibiendo el proceso. Además cuando el Compost se hace sin techo, con acceso directo a los elementos naturales, el agente proveedor de volumen debe proteger el proceso de la entrada de agua, controlar la temperatura, el flujo de aire, además de ser lo suficientemente pesado para impedir que el Compost se lo lleve el viento.

La fuente ideal de carbono o de agente aumentador de volumen es aquella que tenga partículas pequeñas y grande superficie para el crecimiento bacteriano y de microorganismos. El aserrín parece ser ideal para compostaje de mortalidad en exteriores sin techo, gracias a sus características físicas deseables, facilidad de manejo, contenido de humedad, capacidad de absorber, alto contenido de carbono y la habilidad de resistir elementos naturales. Para el compostaje bajo techo en el sistema de caneca, se ha utilizado satisfactoriamente la cáscara de maní, el pasto cortado y el papel triturado.

Tabla 27. Fuentes de carbono y agentes aumentadores de volumen identificados para uso solos o mezclados en el compostaje de mortalidad animal

Cáscara de maní	Madera en pedazos pequeños
Aserrín	Papel y cartón reciclado
Desechos de jardín	Hojas
Heno	Gallinaza
Cascarilla de arroz	Compost listo
Paja	Estiércol

Porosidad

Meta: Lograr buen flujo de oxígeno hacia la pila(montón) de Compost, manteniendo el nivel sobre 5% (aire = 21%) . Se debe tener cuidado de no sobre-enfriar el Compost con mucha infiltración de aire.

Porosidad muy alta

- bajas temperaturas del Compost
- rata de descomposición lenta

Porosidad muy baja

- bajas temperaturas del Compost
- rata de descomposición lenta
- generación de olores

Objetivos cuando se establece una instalación de Compost

Para hacer Compost con la mortalidad el manejo básico y los principios de operación del proceso son:

Protección de agua subterránea y superficial

- Cualquier instalación destinada al Compost debe estar localizada y diseñada para prevenir la contaminación del agua.

2. Reducción de transmisión de enfermedades

- Se debe reducir el riesgo de transmisión de enfermedades entre las fincas, entre los animales y entre los operarios

3. Control de molestias como moscas, vermes y animales carroñeros

- Las prácticas de manejo deben implementarse de manera que el nivel de tolerancia sea cero.

4. Mantenimiento de aire de calidad

- Olores objetables se deben controlar y las instalaciones deben ser manejadas de forma que esto se cumpla.

La habilidad para lograr estos objetivos depende de factores adicionales como la ubicación, el diseño y el manejo adecuado de las instalaciones.

Guía para la localización de las instalaciones

Calidad del agua. La protección de las aguas cercanas al Compost incluye el control de filtrados del Compost, control del agua sucia y de materiales. Se debe establecer una base con poca permeabilidad.

Control de filtrados. Los problemas con los filtrados se presentan por el exceso de líquido y humedad liberado por los cadáveres en descomposición. Se controlan mas fácilmente utilizando un agente de alta absorción en el fondo. Si se presentan filtrados, se deben tratar antes que lleguen a las fuentes de agua. Opciones de tratamiento son el uso de filtros vegetales, áreas de infiltración o tanque de recolección para luego ser utilizados adecuadamente.

Control de escorrentías. Las instalaciones deben localizarse “altas” de manera que se evitan las inundaciones y la entrada excesiva de agua al Compost. Se debe buscar un terreno con laderas (pendientes) que aleje el agua del Compost. En instalaciones sin techo, toda el agua que llegue, debe guiarse hacia un filtro vegetal, área de infiltración o tanque recolector.

Protección del agua subterránea. La base de todas las instalaciones debe tener poca permeabilidad y estar situada por lo menos a cuatro pies por encima del nivel del agua.

Bioseguridad. La prevención de la transmisión de enfermedades entre granjas, animales y personas es crítica para la productividad y la rentabilidad de toda producción porcina. El compostaje de mortalidad mata los patógenos más comunes (de los porcinos) pero los virus y las bacterias de la mortalidad reciente se pueden transmitir a otras instalaciones por los vehículos. Para asegurar la bioseguridad de las instalaciones porcinas se debe hacer el Compost lo suficientemente lejos del área de producción, controlar el desagüe e implementar procedimientos de limpieza adecuados.

Se deben tomar medidas adicionales para prevenir la diseminación de enfermedades por medio de carroñeros y gusanos. El primer paso para esto es asegurar una buena cantidad de material cubriendo los cadáveres. (30 cm en canecas y 60 cm en descubierto). Perros, pájaros y aves carroñeras no molestan un cadáver cubierto de forma adecuada por que no huelen la descomposición. Sin embargo una vez se haya presentado este hecho, lo mejor es el uso de cercas o barreras que prevengan que los animales escarben.

Percepción pública. El Compost de mortalidad genera poco o ningún, problema de olores, moscas u otras molestias si está bien manejado. Sin embargo se deben tomar en consideración las instalaciones vecinas, accesos públicos y demás.

La dirección del viento se debe tener en cuenta para no afectar a los vecinos.

Alternativas para el diseño de instalaciones

El Compost de mortalidades generalmente se hace en uno de cuatro tipos de instalaciones: una “caneca”; montón estático, hileras o un mini-composter. Cada facilidad tiene ventajas y desventajas únicas. Cada productor toma su decisión con base en estas consideraciones:

- La habilidad para lograr los objetivos del Compost.
- El tipo o la fase de producción a la que le sirve el sistema.
- Costos asociados con la instalación y operación del sistema.
- Regulaciones estatales y locales en el tipo de sistema
- Acceso a fuentes económicas de agentes y fuentes de carbono.
- Acceso a equipo apropiado para cargar, descargar y manejar el sistema.
- Disponibilidad de suficiente área de tierra para disponer del material del Compost.

Compost en “caneca”

Hacer el Compost en una “caneca” incluye por lo general la construcción de las instalaciones en piso de concreto o madera, paredes de concreto en por lo menos tres lados y un techo para eliminar la filtración de agua.

Ventajas del Compost en “caneca”

- Menor riesgo que el clima afecte el proceso.
- Mejor apariencia estética.
- Menor riesgo de carroñeros.
- Contenido de humedad es consistente y controlable.
- Acepta el uso de gran variedad de fuentes de carbono.
- Control fácil de filtraciones.
- Instalaciones existentes son fáciles de adaptar.

Desventajas

- Inversión inicial en instalaciones

Compost en hileras y montón estático

Este sistema se establece sobre un suelo de concreto o de un geotextil cubierto con gravilla para controlar la filtración y escorrentía. En este sistema no se utilizan ni paredes ni techo de manera que de todos los lados hay acceso al Compost, para la carga, descarga y el mezclado. Los productores porcinos que utilizan este sistema amontonan los cadáveres y alargan la hilera, usualmente durante 90 días. Una vez transcurridos los 90 días voltean el Compost pasando a la segunda etapa, permitiendo la aireación. La mezcla se deja nuevamente durante 90 días y finalmente se obtiene el Compost terminado.

El sistema del montón es similar, sólo que a menor escala. En este sistema el productor continúa adicionando cadáveres hasta que transcurre un tiempo específico o se logra una longitud determinada. En este punto se deja el montón quieto y se comienza un segundo montón. En la producción topé de este sistema se tienen tres “montones o hileras” (2 primarias y 1 secundaria).

Ventajas

- Inversión inicial mínima

Desventajas

Exposición constante del Compost a los elementos climáticos

Alto riesgo de filtraciones

Dificultad en espantar animales de carroña

Mayor necesidad de manejo

Limitación en el tipo y la efectividad de fuentes de carbono o agentes aumentadores de volumen.

Figura 52. Sistema de compostación en hileras

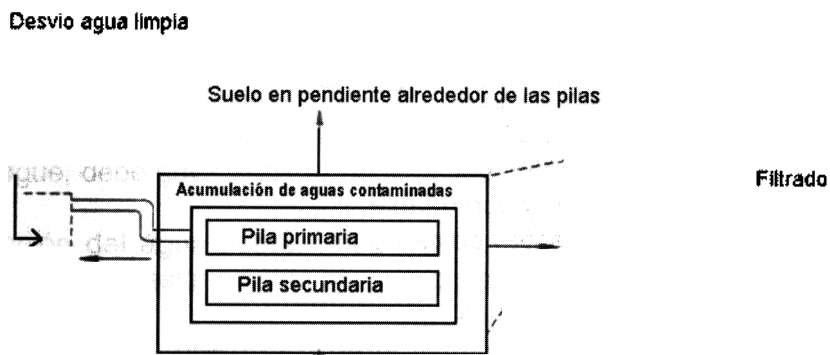
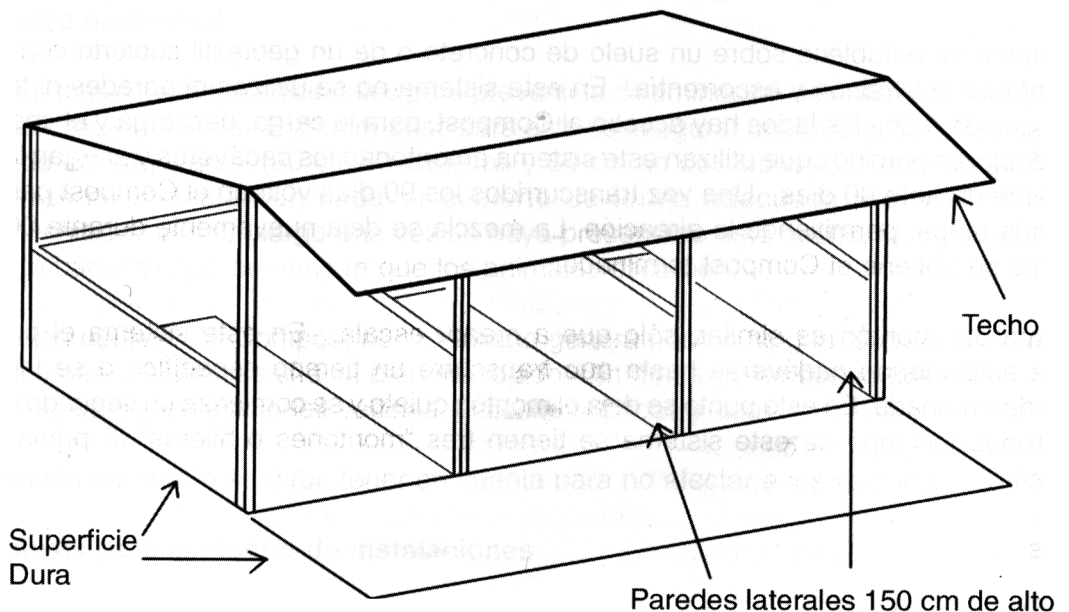


Figura 53. Esquema de un depósito para compostación



Mini- Compost

En explotaciones porcinas que se limitan a la cría (parideras y lechones destetos) los productores tienen la opción de utilizar un mini-compost que es una versión mas pequeña que la de “caneca”. Generalmente estas instalaciones tienen 258 cm cuadrados y aproximadamente 90 cm de alto. Se pueden manejar con desechos como placenta, mortinatos, mortalidad de animales con pesos entre 20 y 25 kg. Debido a su tamaño pequeño, este sistema funciona mejor en clima cálido o en áreas donde se puede ofrecer un aislamiento adicional durante los meses de invierno, para mantener la temperatura adecuada para una efectiva degradación de los cadáveres.

Ventajas

Mínimos costos de inversión

Pasos para operar una unidad de Compostaje

Paso 1: Comience la unidad colocando por lo menos 30 cm de aserrín u otro material debajo y alrededor de la mortalidad. Mantenga 30 cm de agente entre cada cadáver y la pared exterior para permitir la aireación, la salida de gases y calor, y así prevenir la combustión espontánea. En el sistema del montón, mantenga 60 cm de material alrededor del cadáver para evitar los carroñeros.

Paso 2: Coloque los cadáveres adicionales en el montón primario. Mantenga una capa de 15 cm entre capas. En sistemas de montón, se puede utilizar un tractor o una excavadora para abrir un hoyo y adicionar mortalidad. Se recomienda el aserrín para el sistema de hileras. Se deben dejar 15 cm de agente entre capas y 60 cm sobre el montón. La altura máxima en hileras es de 210 cm. Se sugiere el uso de aserrín en proporción de: 0,5 m cúbicos/ libra de mortalidad.

Paso 3: Continúe añadiendo mortalidad hasta lograr 150 cm. Cuando se llene una “caneca” primaria, se debe permitir la descomposición durante un tiempo sin moverlo. El tiempo lo define la cantidad y el tamaño del material. En sistemas donde se utiliza estiércol como ayudante, y la mortalidad está en piezas de < de 25 kg, la degradación necesita poco tiempo (entre 10 y 15 días). En sistemas donde se utiliza aserrín u otros agentes, se sugiere dejar el montón quieto durante 90 días.

Paso 4: Una vez terminado el montón primario, se debe comenzar con el segundo montón.

Paso 5: Pasados los 90 días, el Compost del montón primario debe pasarse a un área de Compost secundaria. En el sistema que utiliza estiércol + mortalidad + agente aumentador de volumen el montón primario debe pasarse al secundario una vez haya disminuido la temperatura durante 10– 14 días. Se debe traspasar utilizando un cargador. Este proceso permite la aireación. En este momento no se debe poder observar carne ni huesos blandos. Pedazos de cráneo, pelvis y dientes estarán aun visibles. Una vez trasladados al montón secundario, se debe adicionar mas agente de volumen, hasta cubrir todo. Esto ofrece un filtro biológico y una “tapa” para evitar los animales de carroña.

Paso 6: Permita que el proceso se cumpla durante otros 90 días para completar la descomposición. Esto producirá un material casi negro, como humus y con muy poco olor.

Paso 7: Una vez completado el proceso, el material estará listo para esparcirlo sobre la tierra o ser reutilizado como agente aumentador de volumen. Investigaciones han demostrado que el reciclaje del material secundario puede hacerse para formar montones primarios. Este material provee una población bacteriana estable que sirve de semilla. Se debe utilizar en proporciones máximo de 50% de todo el agente necesario para construir el montón primario. Esto se debe a la baja proporción entre C:N en el material final.

Paso 8: Al material final debe hacerse un análisis de nutrientes antes de esparcirlo sobre la tierra. Se deben consultar las guías publicadas para los diferentes tipos de suelo y su aplicabilidad para diferentes cosechas.

Paso 9: Continúe con el ciclo de 90 días. Asegúrese que haya buen suministro de material para no interrumpir el proceso.

Procedimiento para mini-Compost

Requieren los mismos ingredientes básicos y las prácticas de manejo que los demás. La única diferencia es el tiempo necesario para degradar la mortalidad.

Paso 1: Construya la “caneca” utilizando alambre y madera para permitir el flujo de aire.

Paso 2: Coloque 30 cm de agente para absorción y evitar filtraciones.

Paso 3: Forme capas de placenta y lechones muertos de la siguiente manera (deje 15 cm de agente entre capas de material para descomponer):

Procedimiento: Alternar una capa de 15 cm de paja suelta y 30 - 35 kg de gallinaza, adicionar agua en proporción de 3,7 litros por 7 – 9 kg de gallinaza. Se debe colocar una capa de mortalidad y otros materiales en la “caneca”. Total de 100 kg de gallinaza y 1/3 de paca de paja por mini-Compost.

Paso 4: Continúe añadiendo mortalidad y material hasta llenar. La degradación de los cadáveres puede ocurrir rápido, a menudo en 24 horas (placentas y lechones). Un mini-compost puede llegar a procesar entre 300 y 400 kg de mortalidad antes del primer vaciado.

Paso 5: Analice la composición antes de esparcir y emplee de acuerdo a las necesidades de la siembra.

Guía de causantes de problemas con la mortalidad		
Problema/ Síntoma	Causa probable	Sugerencia
Temperatura inadecuada		
1. Falla en alcanzar la temperatura deseada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy seco 2. Muy mojado 3. Indebida proporción de C:N 4. Material de volumen demasiado poroso 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abra el sistema y riegue con agua (poca cerca de los cadáveres). 2. Abrir y remover exceso de agua, adicionar agente formador de volumen. 3. Evalúe fuente de Carbono y ajuste. 4. Reponga / mezcle este material con aserrín u otro que tenga las partículas pequeñas.
2. Dificultad en mantener la temperatura	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Compost se secó 2. Condiciones ambientales adversas 3. Demasiada humedad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abra el sistema y riegue con agua 2. Asegure buen aislamiento 3. Evite adicionar cadáveres congelados (Adicione mortalidad fresca). 4. Añada agente fresco para absorber humedad. 5. Verifique que las ventanas impidan la entrada de agua.
3. Incapacidad o dificultad en la descomposición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proporción inadecuada de C:N 2. Capas extremadamente gruesas (mortalidad) 3. Cadáveres colocados en los extremos externos del montón. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mezcla impropia o mala calidad de ingredientes 2. Capas sencillas 3. Mantenga 30 cm de distancia entre los cadáveres y el borde externo de la "caneca".

Guía de causantes de problemas con la mortalidad		
Problema/ Síntoma	Causa probable	Sugerencia
Olor		
1. Olor fétido, alto contenido de azufre, ácidos orgánicos	<p>Compost anaerobio</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Muy mojado 2. Falta de agente de volumen 3. Flujo de aire restringido 4. Exceso de costra en el montón 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir / remover contenido del Compost y adicionar agente de volumen 2. Adicionar agente de volumen a la mezcla. 3. Evalúe el tipo de agente empleado. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenga 30 cm de agente contra la pared. 4. Evite el uso de materiales mojados o congelados. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rompa la costra si es muy dura al adicionar los animales.

2. Olor de carne en descomposición	1. Cadáveres cubiertos de forma inadecuada. 2. Extienda el tiempo de temperaturas bajas.	1. Cubra los cadáveres. 2. Siga los pasos antes mencionados.
3. Amoniaco	1. Proporción de C : N muy baja.	1. Adicione mas nitrógeno al sistema 3Lbs de nitrato de amonio granular (al aserrín) / 100 lbs de mortalidad.
Moscas	1. Cobertura inadecuada 2. Condiciones sanitarias pobres 3. Falla en lograr temperatura deseada 4. Demasiada humedad	1. Mantener 30 cm de cubierta en sistema de "caneca" y 60 cm en hileras. 2. Evite exceso de filtración. ▪ Mantenga los alrededores limpios 3. Siga los pasos antes mencionados. 4. Abra / remueva el contenido del montón y adicione agente de volumen.
Animales de carroña	1. Cobertura inadecuada de los cadáveres	1. Mantener 30 cm de cubierta en sistema de "caneca" y 60 cm en hileras. ▪ Evita entrada inicial. ▪ Establezca una cerca o barrera protectora para prevenir acceso. ▪ Haga el Compost en estructura cerrada.

Supervivencia de patógenos en el Compost

La supervivencia de agentes patógenos depende de la temperatura. Se ve reducida cuando el patógeno está expuesto a temperaturas mayores a la temperatura normal del cerdo. En general, en temperaturas menores, los patógenos sobreviven muchos días, meses e incluso años. Evidencia de esto son algunas erisipelas en suelo. En una unidad de Compost manejada de forma adecuada, se mantienen temperaturas altas durante prolongados periodos de tiempo gracias a la acción termofílica de las bacterias que descomponen la mortalidad. Investigaciones han demostrado que el virus causante del Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino (PRRS) se destruye en menos de seis minutos a 56 °C y la bacteria Erysipela, en menos de 10 minutos.

Estudios adicionales han mostrado resultados contradictorios sobre el número de patógenos en los montones (pilas) de compost. Un estudio demostró que la mayoría de los patógenos se mueren en poco tiempo y otro estudio demostró que los mismos patógenos expuestos a muy altas temperaturas sobreviven por largos periodos de tiempo (Salmonellas y Erysipelas), lo que indica que el calor no es el único responsable de la muerte de estos.

Tabla 28. Resumen de dos estudios sobre la destrucción de patógenos en las pilas de compost

Organismo Patógeno	Tubos de Ensayo	Cerdos Infeccionados
Pseudorabia	Negativo a los 21 días	Negativo a los 7 días
Salmonella	Negativo a 177 días	Negativo día 7 y 10
Erisipelas	Negativo a los 245 días	No se estudió
Actinobacillus Pleuroneumonía	No se estudió	Negativo a los 7 días

Medidas de Bioseguridad para el Compost

El compostaje con mortalidades elimina ciertos tipos de riesgos pero incrementa la presión de otros frentes. Se disminuyen la cantidad de vectores. El equipo que se utiliza para mezclar y mover el compost puede contaminar la producción porcina. A continuación se describen un listado de puntos importantes:

Tráfico

- Evitar ir del compost a la producción (personal, vehículos, equipos)
- Lave y desinfecte el equipo entre el compost y las instalaciones de producción
- Localice el compost lejos del área de producción para evitar el contacto animal.
- La tarea de trabajo del compost debe hacerlo un solo operario.

Animales carroñeros y Pájaros

- Mantenga tapada la mortalidad
- Utilice sistemas con pared y techo en lugares donde hay muchos animales.
- Construya cercas suficientemente altas y fuertes.
- Lleve material terminal a los potreros para evitar atraer animales.

Roedores, Moscas y Gusanos

- Mantenga la temperatura y la humedad controlada
- Los roedores no han sido problema en los experimentos hechos
- Mantenga el área del compost limpio y sin hierba.
- Controle los fluidos del compost.

Valor Nutricional del Producto Final

El producto final del compostaje animal es de gran valor como abono para diferentes cultivos. Este producto tiene gran cantidad de nitrógeno, carbono y otros materiales orgánicos e inorgánicos (procedente del alimento antes de la muerte). La cantidad y proporción de los

nutrientes depende de los cadáveres y el tipo de agente de volumen utilizado. Por lo tanto el valor nutricional de cada producto varia enormemente.

Pasos para optimizar el valor del compost

Paso 1: Determine el contenido de nutrientes del producto final. Tome una muestra al final de la etapa secundaria.

Los análisis de nutrientes se hacen en laboratorios de análisis de suelos y estiércol. Los resultados deben presentar:

- Materia seca
- Nitrógeno (TKN), Nitrato de Amonio, Fósforo y Potasio, pH, Proporción de C:N, Metales Pesados etc.

Paso 2: Examinar y analizar el suelo que va a recibir el compost, con el fin de adecuar las cantidades y la calidad del compost necesario.

Paso 3: Calcule el área de tierra necesaria para la cantidad de compost disponible. Se debe esparcir lejos de quebradas, pozos y vías de agua en general.

Cálculo de la mortalidad en una granja porcina

Número de lechones nacidos por año (pre-destete):

$$300 \times 2.0 \times 11.0 = 6.600$$

No. cerdas x Camadas / cerda / año x No. lechones nacidos vivos / camada = No. lechones nacidos / año

1 Número de lechones precebo / año

$$6.600 [6.600 \times 0.07] = 6.138$$

No. lechones nacidos / año [No. lechones nacidos / año x % mortalidad / 100] = No. lechones precebo / año

2. Número de cerdos para finalización / año

$$6.138 [6.138 \times 0.03] = 5.954$$

No. cerdos precebo / año - [No. cerdos precebo / año x % mortalidad / 100] = No. cerdos finalización / año

Total de mortalidad por año (kg)

$$300 \times 180 \times 0.02 = 1.080$$

No. de hembras x peso promedio x % mortalidad / 100 = k mortalidad / año

$$6.600 \times 3.5 \times 0.07 = 1.617$$

No. de lechones / año x peso promedio x % mortalidad / 100 = k mortalidad / año

$$6.138 \times 16 \times 0.03 = 2.946$$

No. de lechones precebo / año x peso promedio x % mortalidad / 100 = k mortalidad / año

$$5.954 \times 62 \times 0.01 = 3.691$$

No. de cerdos de engorde / año x peso promedio x % mortalidad / 100 = k mortalidad / año

Total k pérdidas en mortalidad / año = 9.334 k / 365 días

Promedio de pérdidas de mortalidad / día = 25.6 k

Total k pérdidas por mortalidad / 365 = k de pérdidas por mortalidad / día

6.4.11 Manejo de envases, plástico y empaques de alimento

La segregación en la fuente es la base fundamental de la adecuada gestión de residuos y consiste en la separación selectiva inicial de los residuos procedentes de cada una de las fuentes determinadas, dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya eficacia depende de la adecuada clasificación inicial de los residuos.

Ficha 10. Medidas de manejo de residuos sólidos inorgánicos de la granja

Descripción de la actividad	Recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos inorgánicos generados en la explotación.
Actividades a realizar	Determinar el manejo de los residuos inorgánicos (papel, plástico, vidrio, metales, etc.)
Impactos generados por la actividad	Contaminación del suelo. Contaminación de aguas cuando se descargan directamente a cuerpos de agua.

Medidas de manejo ambiental	Para su correcta disposición se cuenta con las siguientes alternativas: Utilización de alimento a granel Relleno sanitario Reciclado y reutilización Entrega al sistema de basuras municipales
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Permanente.
Responsable	Administrador granja, operarios.

En lo posible se debe implementar en las granjas la compra de alimento a granel. Esta práctica, además de reducir el costo del alimento también reduce la cantidad de empaques y por lo tanto de residuos.

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 residuos 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.

6.4.12 Manejo de envases de vidrio y plástico que han contenido biológicos, material corto-punzante, jeringas, guantes desechables, venoclisis y similares

Ficha 11. Alternativas de manejo de residuos sólidos inorgánicos de la granja peligrosos

Descripción de la actividad	Recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos inorgánicos generados en la explotación.
Actividades a realizar	Determinar el manejo de los residuos inorgánicos (papel, plástico, vidrio, metales, etc.)
Impactos generados por la actividad	Contaminación del suelo. Contaminación de aguas cuando se descargan directamente a cuerpos de agua.
Medidas de manejo ambiental	Para su correcta disposición se cuenta con las siguientes alternativas: Esterilización en autoclave Inactivación con solución desinfectante y enterramiento Inactivación con solución desinfectante y envío a relleno sanitario Entrega al sistema de basuras municipales
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Permanente.
Responsable	Administrador granja, operarios.

6.4.12.1 Manejo de envases de vidrio que han contenido biológicos

Incluyen los frascos de vacunas, sueros hiperinmunes y otros similares.

Se recomienda 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.

6.4.12.2 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 residuos.

6.4.12.3 Material plástico contaminado microbiológicamente

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

Se recomienda someterlos a las soluciones inactivadoras mencionadas anteriormente para luego ser empacados y enviados a relleno sanitario

Se ha evidenciado la necesidad de adoptar un código único de colores que permita uniformizar la segregación y presentación de las diferentes clases de residuos, para facilitar su adecuada gestión.

Tabla 29. Clasificación de los residuos, color de recipientes y rótulos respectivos

Clase de residuo	Contenido básico	Color	Etiqueta
No peligrosos Reciclables Plástico	Bolsas de plástico, garrafas, recipientes de polipropileno, bolsas de suero sin contaminar.	Gris	Rotular con: Reciclable Plástico
No peligrosos Reciclables Vidrio	Toda clase de vidrio.	Gris	Rotular con: Reciclable Vidrio
No peligrosos Reciclables Cartón y similares	Cartón, papel, archivo y periódico.	Gris	Rotular con: Reciclable Cartón, papel
No peligrosos Reciclables Chatarra	Toda clase de metales.	Gris	Rotular con: Reciclable Chatarra

Peligrosos Infecciosos Biosanitarios, Cortopunzantes y Químicos Citotóxicos	Compuestos por cultivos, mezcla de microorganismos, medios de cultivo, vacunas vencidas o inutilizadas.	Rojo	Rotular con: Riesgo Biológico
--	--	------	----------------------------------

Características de los recipientes reutilizables

Los recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos peligrosos y similares, deben tener como mínimo las siguientes características:

Livianos, tamaño que permita almacenar entre recolecciones, resistente a golpes, provisto de asas que faciliten el manejo durante la recolección.

Construidos en material rígido impermeable, de fácil limpieza y resistentes a la corrosión como el plástico.

Dotados de tapa de buen ajuste, bordes redondeados y boca ancha para facilitar su vaciado.

Construidos en forma tal que estando cerrados, no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.

Ceñido al Código de colores estandarizado.

Los recipientes deben ir rotulados adecuadamente indicando el residuo que contienen y los símbolos internacionales.

Los recipientes reutilizables y contenedores de bolsas desechables se deben lavar por el generador con una frecuencia igual a la de recolección, desinfectando y secando, permitiendo su uso en condiciones sanitarias.

Los recipientes para residuos infecciosos deben ser del tipo tapa y pedal.

Características de las bolsas desechables

La resistencia de las bolsas debe soportar la tensión ejercida por los residuos contenidos y por su manipulación.

El material plástico de las bolsas para residuos infecciosos, debe ser polietileno de alta densidad, o el material que se determine necesario para la desactivación o el tratamiento de estos residuos.

El peso individual de la bolsa con los residuos no debe exceder de 8 kg.

La resistencia de cada una de las bolsas no debe ser inferior a los 20 kg.

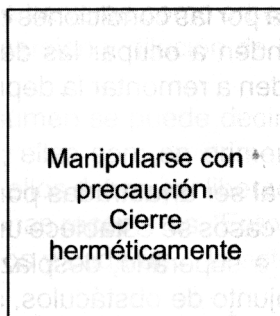
Los colores de bolsas seguirán el código establecido, serán de alta densidad y calibre mínimo de 1.4 para bolsas pequeñas y de 1.6 milésimas de pulgada para bolsas grandes, suficiente para evitar el derrame durante el almacenamiento y disposición final de los residuos que contengan.

Recipientes para residuos cortopunzantes

Los recipientes para residuos cortopunzantes son desechables y deben tener las siguientes características:

- Rígidos, en polipropileno de alta densidad u otro polímero que no contenga P.V.C.
- Resistentes a ruptura y perforación por elementos cortopunzantes.
- Con tapa ajustable o de rosca, de boca angosta, de tal forma que al cerrarse quede completamente hermético.
- Rotulados de acuerdo a la clase de residuo.
- Livianos y de capacidad no mayor a 2 litros.
- Tener una resistencia a punción cortadura superior a 12.5 Newton.
- Desechables y de paredes gruesas.

Todos los recipientes que contengan residuos cortopunzantes deben rotularse de la siguiente forma:



Institución

Fecha de recolección

Responsable

Cuando la hermeticidad del recipiente no pueda ser asegurada, deberá emplearse una solución de peróxido de hidrógeno al 28%.

Recipientes para el reciclaje

Se deben utilizar recipientes que faciliten la selección, almacenamiento y manipulación de estos residuos, asegurando que una vez clasificados no se mezclen nuevamente en el proceso de recolección.

Figura 54. Recipientes para el reciclaje de residuos sólidos inorgánicos



6.4.13 Control de olores

La transmisión de olores, no su formación, está determinada por diversos factores como son el régimen de vientos, condiciones topográficas y obstáculos existentes en las proximidades.

Los olores al salir al exterior de la explotación constituye una nube de forma semicónica que esta sometida a las condiciones anteriores.

El régimen de vientos da lugar a que esta nube o masa gaseosa se traslade bajo distintas formas: onduladas, cónicas, de manera ascendente o descendente, todas ellas determinadas por las diferencias de temperatura, altura y velocidad del viento.

La incidencia de las condiciones topográficas esta influenciada por las condiciones climatológicas, fundamentalmente por el viento. Las masas gaseosas tienden a ocupar las depresiones del suelo cuando el viento las arrastra hacia estos puntos y tienden a remontar la depresión cuando la situación es contraria.

Los obstáculos que las masas gaseosas pueden encontrar al ser arrastradas por el viento son entre otras las masas de árboles, los edificios, etc. En estos casos se establece una turbulencia y cuando el obstáculo es aislado, la masa gaseosa tiende a superarlo, desplazándose hacia capas superiores. Sin embargo, cuando se trata de un conjunto de obstáculos, se establecen turbulencias que inciden asentando las masas gaseosas sobre la superficie.

Si el estiércol de cerdo se mantuviera en condiciones aeróbicas (en contacto total y permanente con aire), la generación de olores sería muy poca. Pero bajo condiciones anaeróbicas se da una alta producción de sustancias olorosas, la cual alcanza su máximo cuando el estiércol fresco llega a un estado séptico como resultado de la putrefacción por las bacterias saprofitas. Cuando el estiércol se mezcla con agua en las fosas o tanques estercoleros, rápidamente llegan a un estado anaeróbico.

Cuando se permite un tiempo de retención que favorece la fermentación anaeróbica del estiércol antes de su aplicación al campo, hay mayor generación de olores característicos de la putrefacción que cuando él se aplica rápidamente después de producido o después de un tiempo suficientemente largo. Además, después de su aplicación al campo, el estiércol esta en condiciones aeróbicas y sufre los procesos de transformación característicos de la aerobiosis. Por ello, los olores emitidos después de la aplicación a los suelos agrícolas corresponden a sustancias que se generaron durante su almacenamiento y no a sustancias producidas durante o después de su aplicación.

Las fuentes de olor más comunes en la actividad porcina son el piso y otras superficies de las instalaciones, la superficie de los animales, las instalaciones de recolección y almacenamiento del estiércol, las instalaciones para el almacenamiento de alimento, áreas para disposición y almacenamiento de animales muertos y la exposición de la porcina al aire durante su aplicación a la tierra de cultivo.

Temperaturas altas, alta humedad y bajas velocidades del viento incrementan la producción y percepción de olores. La peor condición climática para el transporte de los olores es la baja velocidad del viento. En tales condiciones, aumentan la humedad relativa y la temperatura, favoreciendo la formación y el transporte del olor. Así, a velocidades extremadamente bajas,

los gases olorosos pueden viajar con un patrón de flujo laminar sin mucha dispersión (sin dilución). Entonces, durante los días calmados, estos gases pueden alcanzar un punto bajo en el viento a una concentración no mucho menor que su concentración en la fuente.

En contraste, el transporte de los gases olorosos es afectado por el movimiento del aire y la turbulencia. Los gases olorosos son diluidos en mucho mayor grado cuando ellos entran a una corriente de viento turbulento. Por ello, generalmente, los más bajos niveles de disturbio olorosos ocurren a altas velocidades del viento. Normalmente, alrededor del medio día, la velocidad del viento está en su máximo y la humedad relativa está en su mínimo. Por lo tanto, puede esperarse menos problemas de olores en este momento que en la tarde, cuando el viento cae al mínimo y la humedad relativa se incrementa.

La presencia de barreras como árboles provoca disturbio en las corrientes de aire y por lo tanto, una mayor dispersión y dilución de los olores.

A modo de resumen se puede decir que existen tres condiciones necesarias para que un olor sea detectado; ellas son: en primer lugar, los compuestos olorosos deben ser formados, en segundo lugar, ellos deben ser liberados a la atmósfera y en tercer lugar, deben ser transportados hasta las personas receptoras. Entonces, para mantener al mínimo los problemas, es necesario trabajar en todos y cada uno de estos puntos.

Ficha 12. Medidas de manejo para el control de olores

Descripción de la actividad	Implantación de medidas conducentes a disminuir la generación de olores en las explotaciones
Actividades a realizar	<p>Identificar las principales causas de generación de olores.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Superficies de animales y corrales cubiertas de excretas. ▪ Fertilización con porcínaza líquida a tierras de cultivo con equipo de riego. ▪ Fertilizante sólido aplicado a las tierras de cultivo sin incorporación. ▪ Alimento podrido y animales en descomposición que no se han manejado adecuadamente. ▪ Lagunas anaeróbicas, particularmente cuando son fuertemente cargadas. ▪ Tanques de almacenamiento y tanques de sedimentación que se evacuan con intervalos mayores a tres (3) días. ▪ Acumulación de porcínaza sólida húmeda por tiempo prolongado. ▪ Acumulación de material particulado (polvo) que pueda ser transportado por el viento por fuera de los límites de la granja.
Impactos generados por la actividad	Material particulado Olores

<p>Medidas de manejo ambiental</p>	<p>Aseo y limpieza estrictos al interior de las instalaciones (pisos, techos, caballetes de reventilación, animales, etc.). Mantener el estiércol en condiciones aeróbicas (en contacto total y permanente con el aire). Programación y manejo cuidadoso en el vaciado de las fosas bajo las instalaciones y su movimiento para transportarlo o someterlo a proceso de separación, etc. Utilizar mangueras, cañones o aspersores de baja presión localizados lo más cercano al suelo con boquillas que produzcan gotas grandes. El estiércol seco procedente del raspado distribuirlo al campo frecuentemente. No aplicar a cultivos estiércol con un periodo de acumulación de 3 a 20 días, periodo en el cual coincide con el de máxima generación de olores (fermentación anaerobia con alta producción de olores, la cual alcanza su máximo cuando las excretas frescas llegan a un estado séptico como resultado de la putrefacción por las bacterias saprofitas). Aplicar el estiércol como fertilizante en las horas de la mañana cuando el aire se está calentando y ascendiendo mejor que en la tarde cuando el aire se está enfriando y cayendo. Evitar la aplicación de estiércol como fertilizante los días festivos o fines de semana o en horas que coincidan con actividades de descanso o de comida. Presencia de barreras como árboles para provocar disturbio en las corrientes de aire y dispersar el olor. Implementar biodigestores</p>
<p>Plan de contingencia</p>	<p>Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.</p>
<p>Momento de ejecución</p>	<p>Permanente.</p>

Factores que influyen en el proceso de volatilización y emisión de olor de estiércol almacenado

Concentración en el sitio de origen. El número de moléculas que salen de la superficie de un líquido es proporcional a la concentración de moléculas en la solución. Por tanto, la concentración de compuestos presente en la fase líquida es uno de los factores más importantes en la producción de olor y potencial emisión del sistema.

Área de superficie. El número de moléculas que salen de la superficie de un líquido es proporcional al área de superficie del líquido. Por consiguiente, si la concentración de material en solución permanece igual y la superficie se incrementa, la rata de emisión se incrementa proporcionalmente con el cambio en el área de superficie.

Radiación neta. La conversión de energía lumínica a energía calórica incrementa la presión de vapor de los componentes químicos presentes en el estiércol almacenado. La radiación neta es el factor más significativo en la volatilización de los componentes orgánicos del estiércol de cerdo almacenado.

Temperatura del aire. Similar a la radiación neta, la temperatura del aire influencia fuertemente la presión de vapor. Para el ácido acético, un cambio en la temperatura del aire de únicamente 7° C (de 25° C a 32° C) y una constante humedad relativa, pueden cambiar la rata de emisión de este compuesto orgánico en un 24%.

Velocidad del viento. Una alta velocidad del viento sobre la superficie de un líquido incrementa la rata de emisión de compuestos olorosos y su liberación de los sitios de almacenamiento de estiércol.

Humedad relativa. La humedad relativa tiene un escaso efecto inhibitorio en la volatilización de los componentes del estiércol almacenado en la atmósfera.

Figura 55. Transporte atmosférico y dispersión

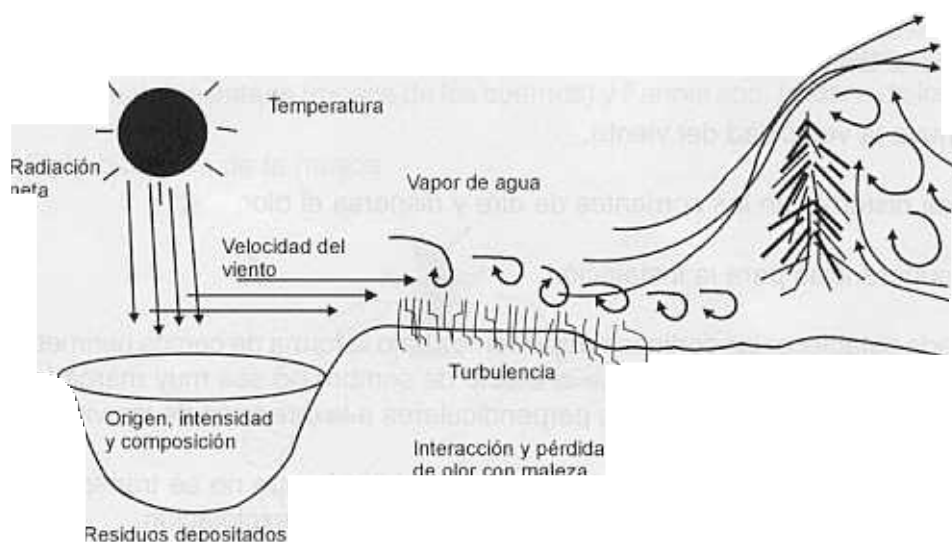
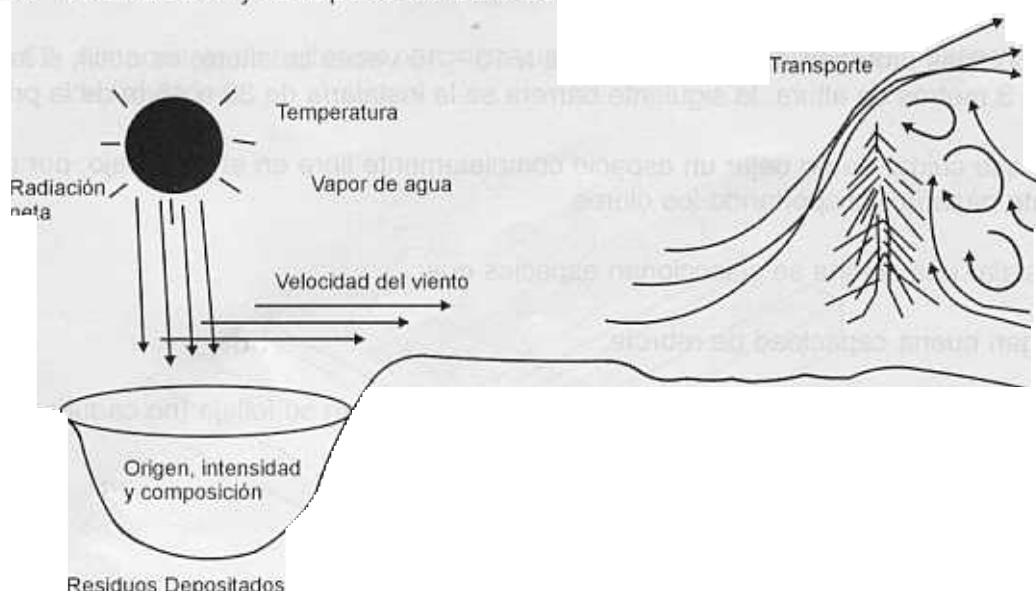


Figura 56. Volatilización y transporte atmosférico



Cortinas rompevientos

Son muros vivos que se instalan en zonas con presencia de vientos, a manera de cercos vivos en contra de la dirección de los vientos y circundantes a la explotación para interceptar los vientos predominantes. Se emplean especies de buen porte, con follaje desde la base, o dos o tres estratos de plantas que se complementen en esa función interceptadora.

Beneficios:

Funciona como lindero.

Conforma verdaderas redes de retención del suelo y protección de éste contra la erosión.

Se optimiza el uso de agua.

Se obtiene leña y frutos.

Disminuye la velocidad del viento.

Provoca disturbio en las corrientes de aire y dispersa el olor.

Diseño y sugerencias para la instalación

Se puede establecer las cortinas rompevientos bajo la forma de cercos perimetrales alrededor de la explotación, procurando que el efecto de sombra no sea muy marcado. Las cortinas además se establecen en hileras perpendiculares a la dirección de los vientos dominantes.

La barrera viva debe generar turbulencia con el fin de que no se transporte los olores en forma horizontal y lleguen a las viviendas cercanas a la explotación.

Se aconseja instalar cortinas en dos ó tres líneas de árboles en forma de bolillo para que formen dos ó más estratos.

Las cortinas protegen áreas equivalentes a 10 – 15 veces su altura; es decir, si la barrera tiene 3 metros de altura, la siguiente barrera se la instalaría de 30 a 45 m de la primera.

Hay que cuidar de no dejar un espacio completamente libre en el nivel bajo, por donde el viento pasaría transportando los olores.

Para instalar una cortina se seleccionan especies que:

Tengan buena capacidad de rebrote.

Tengan ramificación desde el nivel del suelo y mantengan su follaje (no caducas).

Sean de rápido crecimiento.

Sean rústicas y resistentes a plagas y enfermedades.

Soporten la fuerza de los vientos.

No sean huéspedes de hongos, bacterias e insectos nocivos.

Resistan el ramoneo.

6.4.14 Control de moscas

Para obtener un buen control de mosca es necesario implementar un control integrado de este insecto plaga que comprende 2 fases: uno que corresponde al control cultural de la mosca mediante captura de adultos con trampas o láminas pegantes y la producción de larvas de mosca para ser utilizadas como fuente proteica en la alimentación de aves y peces.

La otra fase es el control biológico de la mosca mediante la liberación de la *Spalangia* sp. la cual parasita pupas de: *Musca domestica* (mosca doméstica), *Stomoxys calcitrans* (mosca de los establos), *Haematobia irritans* (mosca de los cuernos) y *Fannia* spp. (mosca de los gallineros).

Figura 57. Ciclo biológico de la mosca

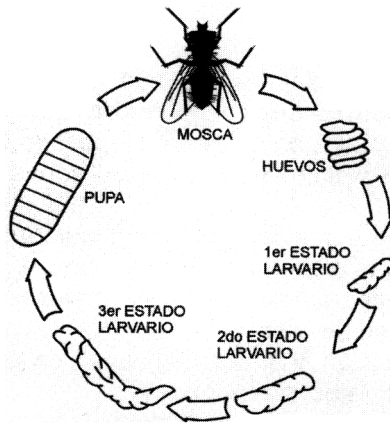
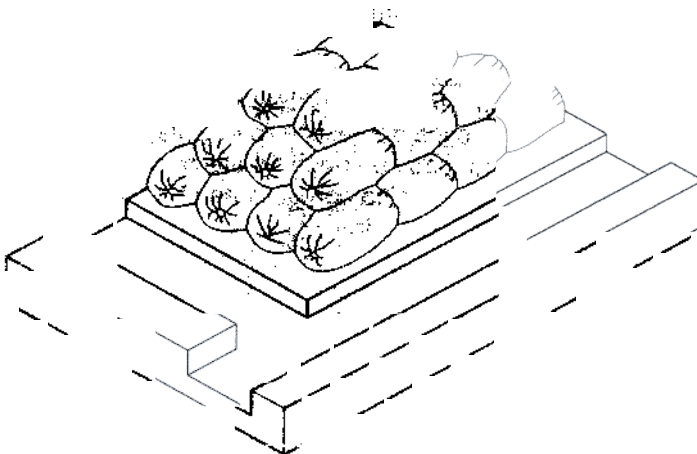


Figura 57. Almacenaje de bultos de porcinoza para evitar el desarrollo de la mosca y recolección de lixiviados



Ficha 13. Medidas de manejo para el control de moscas

Descripción de la actividad	Implantar medidas inducentes a disminuir al mínimo su población
Actividades a realizar	<p>Identificar las principales causas de aumento anormal de las poblaciones de mosca doméstica:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Existencia de un material sólido o semisólido que tenga las condiciones nutritivas adecuadas (materia orgánica en descomposición). ▪ Acumulación de materia orgánica con alta humedad. ▪ Que la materia orgánica (porcinaza, cadáveres, placentas, residuos de alimentos humano y animal) permanezca en un sitio durante periodos largos (más de tres (3) días). ▪ Que la materia orgánica tenga un flujo de aire necesario para las larvas de la mosca. ▪ Que la disposición del material permita el ocultamiento de las larvas a la radiación solar.
Impactos generados por la actividad	Transmisión de microorganismos y enfermedades.
Medidas de manejo ambiental	<p>Aseo y limpieza estrictos al interior de las instalaciones (pisos, techos, caballetes de reventilación, animales, etc.).</p> <p>Revisar alrededor de los tanques estercoleros acumulación de porcinaza.</p> <p>Revisar acumulación de porcinaza en los empates de tubería o mangueras y cañones de riego.</p> <p>No permitir la acumulación de capas muy gruesas de material sólido producto de la separación que se somete a secado en terrazas o patios antes de ser empacado.</p> <p>Aplicar cal o flamear en aquellas zonas donde hay desarrollo de larvas.</p> <p>Empacar la porcinaza sólida, cualquiera sea el grado de humedad para evitar la proliferación de moscas.</p> <p>Manejo integral de basuras, malezas, charcos y escombros alrededor de las instalaciones.</p> <p>Dar disposición final por lo menos una vez al día a material como cadáveres, fetos, placentas.</p> <p>En fosas de fermentación debe tenerse el cuidado de cerrarlos correctamente después de disponer el material.</p> <p>Limpiar adecuadamente las losas de concreto en donde se realizan necropsias.</p> <p>Utilizar trampas mecánicas preferiblemente de color amarillo y cebos.</p> <p>Utilizar trampas adhesivas preferiblemente de color amarillo.</p> <p>Sembrar cerca de las residencias árboles que tienen efecto repelente a la mosca doméstica (p.e. Catape, Retama, Cascabel).</p> <p>Implementar trampas con base en electricidad.</p> <p>Realizar control biológico con gallinas en zonas donde se almacene el estiércol para el secado.</p> <p>Hacer montones profundos de estiércol y taparlos con plástico con el fin de que aumente la temperatura al interior de la porcinaza e impida el desarrollo de las larvas.</p> <p>Realizar control biológico con avispas.</p>
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Permanente.
Responsable	Administrador orania. operarios.

Figura 59. Trampas para capturar mosca doméstica

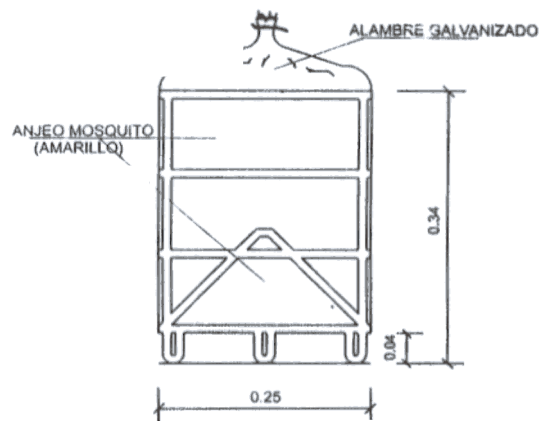
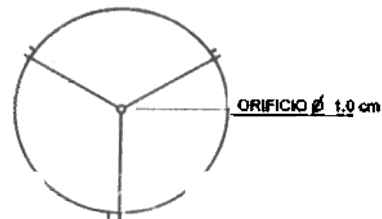
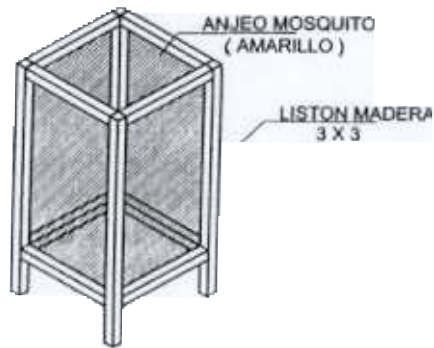
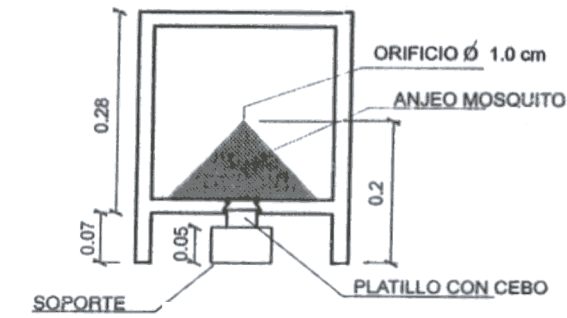
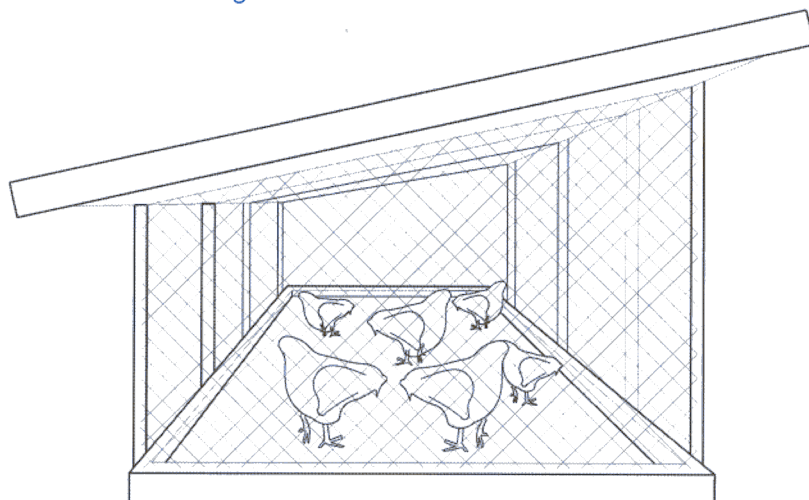


Figura 60. Control de mosca con gallineros



6.4.14.1 Producción de Spalangia

La Spalangia es un parásito de la mosca en su estado de pupa, que se clasifica taxonómicamente dentro del orden Hymenóptera, familia Pteromalidae, género Spalangia, que se desarrolla dentro de las pupas de la mosca, por lo que se considera como uno de los principales enemigos naturales de la mosca doméstica (*Musca domestica*). Presentan un ciclo de vida similar desarrollándose de huevos a adultos en las pupas de la mosca, en un ciclo que dura aproximadamente 3 semanas y dependiendo del tipo de alimentación del parásito se pueden destruir pupas de otras especies.

En el caso de los Hymenópteros se destaca una adaptación biológica que es el oviscapto, el cual se presenta como un órgano especializado para la postura de huevos y en algunos casos sirve como aguja hipodérmica para inyectar un veneno paralizador en el huésped. En el caso de la Spalangia le permite actuar como un taladro para atravesar la capa quitinosa de las pupas y permitir el paso de los huevos.

Para producir *Spalangia* sp (Hymenoptera:pteromalidae), como parasitoide de la mosca doméstica (*Musca domestica*), es necesario conocer el ciclo de vida de este insecto plaga el cual esta basado en 4 estados diferentes siendo ellos:

1. Fase de huevo. Se inicia con la oviposición por parte de las moscas adultas y dura entre 8 a 30 horas.
2. Fase de larva o gusano. Tiene una duración entre 5 a 14 días y es donde las larvas se alimentan de la materia orgánica disponible. En esta etapa se puede interrumpir el ciclo de la mosca utilizando las larvas como fuente de proteína para la alimentación de peces y gallinas o pollos, obteniendo 100 a 120 gr de larvas de mosca de 1 kg de porcinoza. La proteína de estas larvas es del 63.8%, grasa del 13%, materia seca del 27.2% y un porcentaje de degradabilidad del 84.1%.
3. Fase de pupa. Dura entre 3 a 10 días y en esta fase también se puede interrumpir el ciclo de la mosca mediante la parasitación con Spalangia.
4. Fase de mosca adulta. Tiene una duración aproximada de 3 a 20 días. En esta fase se pueden eliminar las moscas mediante trampas para su captura que consisten en cajones en maya con un orificio en la parte inferior por donde entran las moscas y un atrayente para

que estas moscas se acerquen al orificio de entrada. Otra forma de captura es mediante láminas pegantes las cuales se colocan en sitios en donde la presencia de mosca es mayor.

Elaboración del sustrato. El sustrato (porcinaza + cascarilla de arroz), debe ser rico en materia orgánica y amoniaco. En la práctica se puede preparar con aserrín o cascarilla de arroz más porcinaza en una mezcla de partes iguales o con raquis de palma más urea al 35%. El sustrato se deja en bandejas bajo cubierta para que la mosca adulta haga la oviposición entre las 0 y 24 horas tiempo en el que aparecen las larvas las cuales duran entre 4 a 6 días para llegar a su estado adulto y pasar a la fase de pupa.

Recolección de larvas. El sustrato después del 5 día, se extiende sobre una malla o angeo para que las larvas de la mosca presentes, pasen a través de el y se separen para luego ser recogidas en recipientes plásticos y suministradas como fuente de proteína a las aves, peces o utilizadas para ser llevadas a la cámara de parasitación en donde las cepas madres de Spalangia las parasitan. Este proceso se realiza en 24 horas y el sustrato (porcinaza + cascarilla), es recolectado en bolsas plásticas, sellado y conservado durante 30 días tiempo en el cual se espera que las larvas que quedaron allí se conviertan en moscas y finalmente mueran para poder utilizar este sustrato como abono orgánico en los cultivos.

Formación de pupas. Una vez recogidas las larvas en los recipientes plásticos, se dejan en reposo durante 24 horas, tiempo en el cual empupan y se pasan nuevamente por el angeo con el fin de separar las larvas no empupadas y otros residuos del sustrato.

Parasitación. Las pupas se dejan dentro de las bandejas plásticas las cuales son cubiertas con tela de toldillo y se colocan en la cámara de parasitación durante 3 a 4 días. Esta cámara debe tener una buena población de Spalangias adultas (cepas madres), con alimento (miel y agua al 50%); se le debe suministrar aire fresco, tener una temperatura interna de 27° C y humedad relativa no mayor del 77%.

Liberación. Después del 4 día de permanecer las pupas en la cámara de parasitación, se sacan y se dejan en sitios en donde las hormigas u otros depredadores no destruyan las pupas parasitadas durante 10 días para permitir que nazcan las moscas de las pupas no parasitadas pero que de todas formas por estar cautivas no pueden salir de las cajas con malla y allí mueren. Posteriormente se separan las pupas parasitadas a través de un ventilador y se embolsan para ser liberadas en el campo. Un porcentaje de ellas debe dejarse dentro de la cámara las cuales actúan como cepas madres para el próximo ciclo de parasitación.

Cada bolsa para la liberación de Spalangias en campo contiene un promedio de 5000 pupas las cuales se colocan en los lugares donde se requiere el control de población de moscas. Las bolsas deben estar protegidas del agua y el sol y se debe implementar un mecanismo que impida el paso de roedores y otros insectos, como las hormigas que actúan como depredadores de las pupas parasitadas destruyéndolas y evitando su control.

Las nuevas avispas comienzan a nacer 12 días después de la oviposición por parte de la Spalangia en las pupas de la mosca y actúan como adultas volando a los sitios en donde se encuentran las pupas de mosca en el campo para iniciar un nuevo ciclo de parasitación y en esta forma controlar las poblaciones de mosca en vía de formación. La literatura reporta que una Spalangia puede parasitar 30 pupas y que dichas pupas pueden ser parasitadas desde las dos horas siguientes a su formación.

6.4.15 Control de roedores

La erradicación de la población de roedores de una granja trae como consecuencia la migración de poblaciones desde otras granjas, transporte de gérmenes responsables de enfermedades diferentes de las ya existentes en la granja. En la medida, los programas se dirigen a mantener en el mínimo posible la población de roedores, más no eliminarla. Sólo en el caso de vaciados sanitarios de granjas con depoblación – repoblación se tiene como objetivo la erradicación completa de la población de roedores existentes.

El control de roedores se realiza en dos fases: Fase de ataque y Fase de mantenimiento.

La Fase de ataque corresponde a la aplicación masiva de rodenticidas, con la finalidad de disminuir la población a cantidades que no ofrezcan daño o riesgo al ser humano ni a los animales.

La colocación de cebos se debe realizar específicamente en áreas en donde se evidencian señales de infestación como presencia de excrementos de ratas y ratones, sendas (recorrido utilizado desde la madriguera al sitio infestado), emisión de sonidos especialmente en las horas de la noche, señales de roce en paredes, observación de roedores vivos o muertos, presencia de madrigueras activas, roeduras sobre superficies huellas, entre otros.

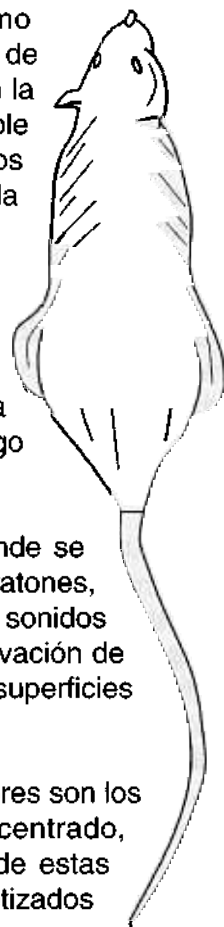
Por lo general los sitios en los cuales se presenta mayor infestación de roedores son los depósitos de residuos sólidos y la bodega de almacenamiento de concentrado, necesitando para su control la ubicación de cebos en el área perimetral de estas edificaciones y en las madrigueras. En áreas internas se utilizan cebos peletizados y en las externas bloques parafinados.

Para la aplicación de producto en el área interna se requiere de la colocación de platos desechables con producto sobre el piso (debajo de estibas y en los rincones) de la planta de concentrados, bodega, taller de mantenimiento y sección administrativa donde se detecten señales de la presencia de roedores.

En áreas externas se colocan cebos parafinados en sitios específicos como salidas de sifones, alcantarillas, cajas de inspección, canales de desagüe, zonas enmalezadas, alrededor de las edificaciones, en los laterales y culatas de cada uno de los galpones, con énfasis en aquellos que limitan con extensas zonas verdes, cultivos, etc.

Culminada la fase anterior, es necesario evaluar una semana después a fin de conocer el resultado y proceder a una segunda aplicación, esta vez restringida únicamente a las áreas que no se hayan podido controlar.

A fin de mantener el grado de infestación alcanzado en la fase de ataque, es muy importante realizar una fase de mantenimiento, que consiste en la colocación de cebos permanentes en sitios estratégicos bien definidos. El mantenimiento se apoya en visitas periódicas de inspección, con miras a detectar oportunamente posibles reinfestaciones.

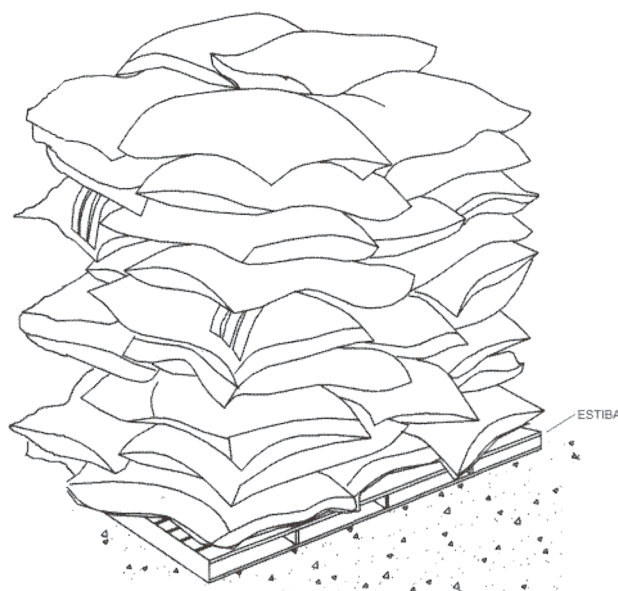


En los establecimientos porcícolas en las edificaciones (en el borde o perímetro externo) y en la planta de concentrados, se recomienda el mantenimiento de comederos cubiertos con cebos a una distancia de 10 metros entre cada uno, para que los roedores lo encuentren y consuman antes de ingresar a las instalaciones. Es conveniente renovarlos por lo menos cada dos semanas.

Ficha 14. Medidas de manejo para el control de roedores

Descripción de la actividad	Implantar medidas conducentes a mantener al mínimo su población.
Actividades a realizar	<p>Identificar las principales causas que determinan el crecimiento anormal de las poblaciones de roedores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Presencia de sitios donde los roedores puedan tener permanencia sin ser intervenidos por humanos y animales mayores y donde pueden desarrollar las actividades básicas de su vida (contacto social, reproducción – incluyendo parto y cría de camadas-). ▪ Acceso a comida ▪ Acceso a agua de bebida.
Impactos generados por la actividad	Transmisión de microorganismos y enfermedades.
Medidas de manejo ambiental	<p>Aseo y limpieza estrictos al interior de las instalaciones (pisos, techos, caballetes de ventilación, bodegas, etc.).</p> <p>Cerrar o colocar anjeos metálicos a toda abertura mayor de dos (2) centímetros cuadrados en las bodegas de alimento de manera tal que ellas sean herméticas a los roedores.</p> <p>Dejar como máximo un centímetro entre el borde inferior de la puerta y el piso de la bodega.</p> <p>Mantenimiento ordenado de las bodegas y mantener los bultos de alimento en estibas.</p> <p>Organizar periódicamente cajas, mercancías, implementos, etc., que formen arrumes.</p> <p>Cuando el material de cama como viruta, aserrín, heno, etc., se maneja empacado en sacos, los arrumes deben permanecer máximo una semana sin que el total de sacos haya sido movido y expuesta la totalidad de la superficie del sitio donde se almacenan.</p> <p>Mantener limpio los alrededores de la granja impidiendo el desarrollo de malezas. Cuando los galpones están rodeados de pasto o grama, éste debe mantenerse a una altura tal que no permita a los roedores esconderse.</p> <p>Utilizar trampas mecánicas, trampas de golpe y trampas adherentes.</p> <p>Las tuberías que conducen aguas lluvias deben tener anjeos metálicos en su unión con las canoas de techos y al descargar.</p> <p>Todo el sistema de desagüe debe tener rejillas metálicas.</p> <p>Uso de cebos envenenados.</p>
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Permanente.
Responsable	Administrador granja, operarios.

Figura 61. Almacenar los bultos de alimentos en estibas.



6.4.16 Manejo de aguas residuales domésticas

Con base en la cantidad de agua por persona / día que se solicita o ha sido otorgada por la merced de agua y un factor de 85%, se calcula la cantidad de residuos líquidos domésticos.

Ficha 15. Medidas de manejo de aguas residuales domésticas

Descripción de la actividad	Someter las aguas residuales domésticas a un sistema de tratamiento adecuado para evitar las enfermedades que la contaminación con ellas puede ocasionar a los habitantes del sector.
Actividades a realizar	Instalación y construcción Dotación de servicios sanitarios Áreas de acopio para el material de construcción.
Impactos generados por la actividad	Contaminación del suelo. Contaminación del agua. Transmisión de enfermedades como tifoidea, parasitosis, amebiasis, enteritis y diferentes tipos de diarrea. Generación de olores.
Medidas de manejo ambiental	Instalar tanque o pozo séptico El sistema debe construirse en donde no haya riesgo de contaminar fuentes de agua. No deberá construirse en zonas pantanosas o con riesgo de inundación.
Plan de contingencia	Mantenimiento y limpieza del sistema.
Momento de ejecución	Durante el tiempo que dure la etapa de construcción de obras civiles.
Responsable	Dueño de obra, Gerente de Proyecto

6.4.16.1 Pozo séptico

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 evacua 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 utilizado 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 evacuan 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.

Tabla 30. Dimensiones del sistema de tratamiento de aguas domésticas según la cantidad de personas.

No. de personas	Capacidad 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 31. Parámetros para el cálculo del campo de infiltración

Textura del suelo	Minutos 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 media	1	20	30	40
	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.

Figura 62. Tanque séptico

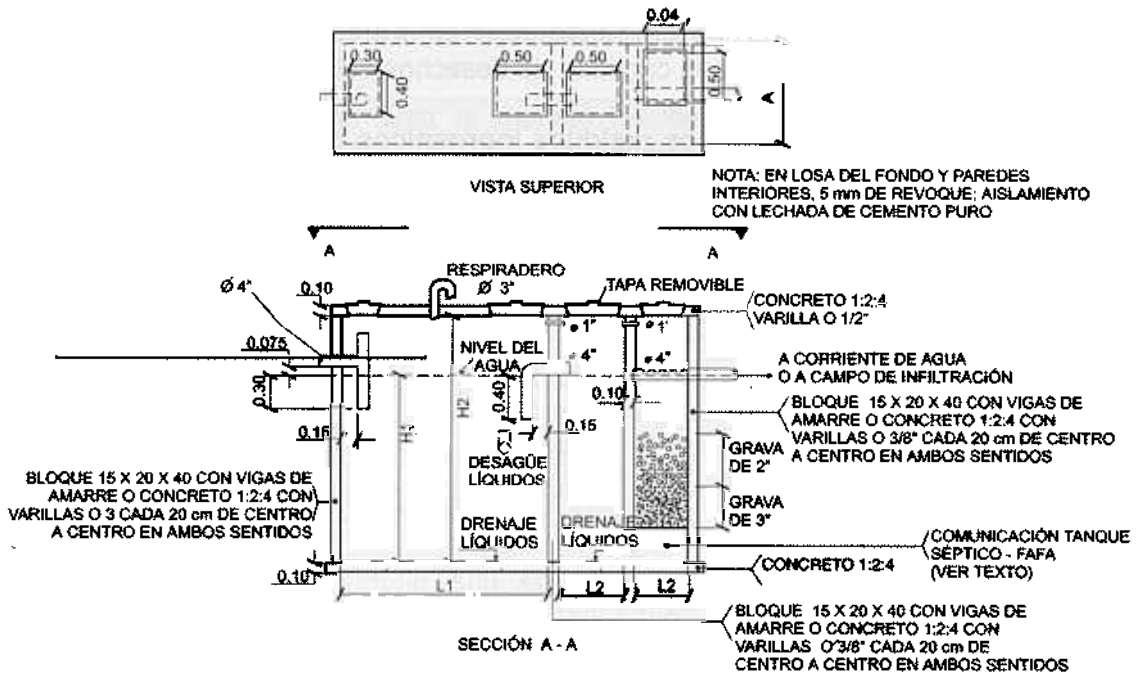
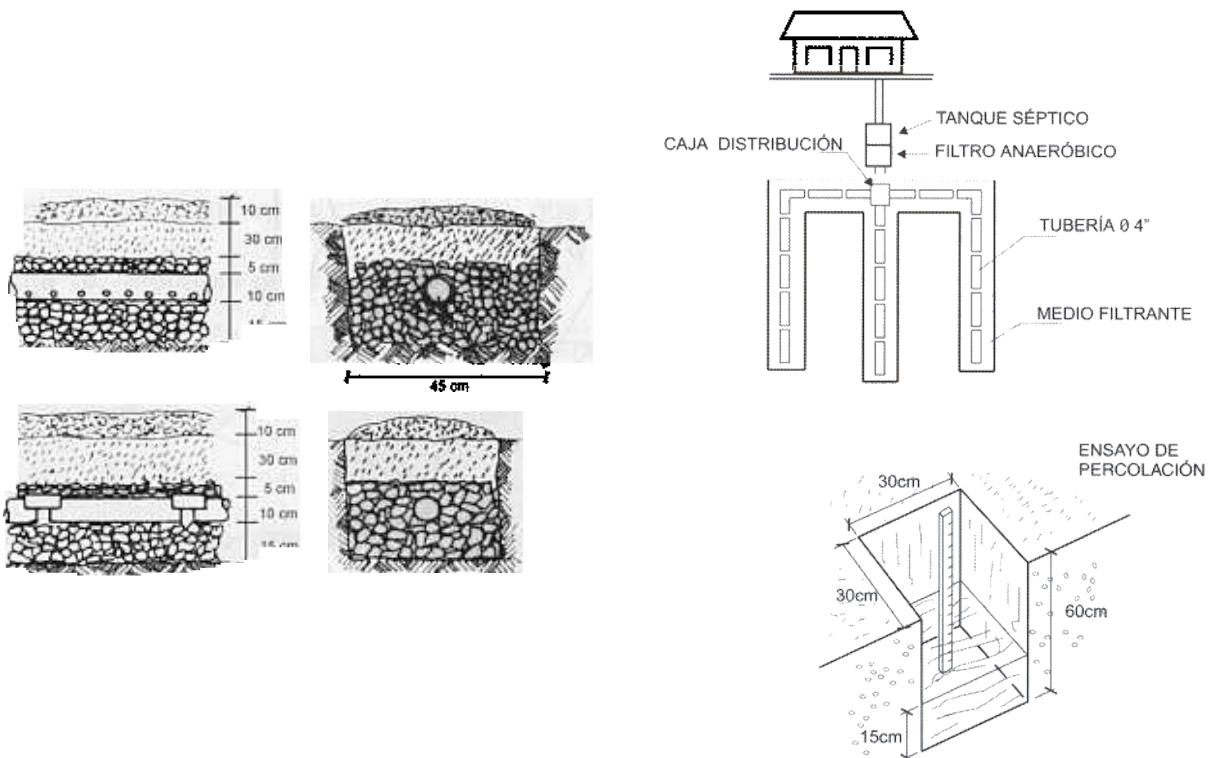


Figura 63. Campo de infiltración



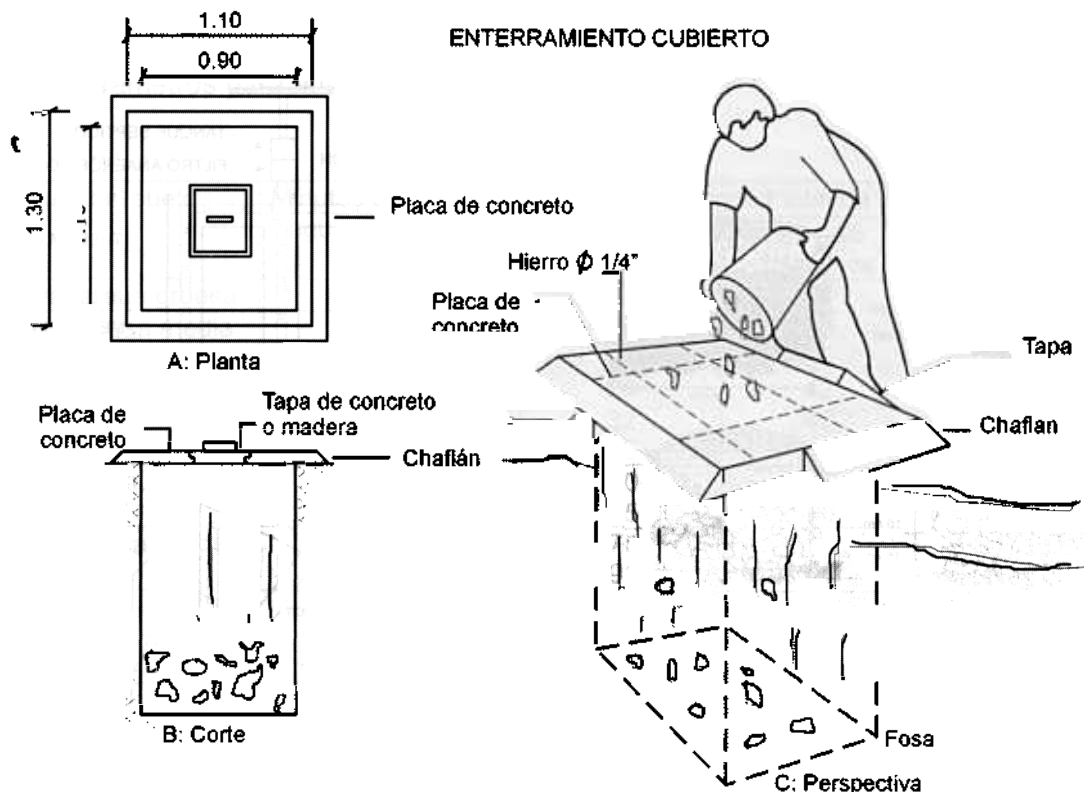
6.4.17 Manejo de residuos sólidos inorgánicos domésticos

Con base en la cantidad de personas que permanecen en el predio y una constante entre 0,2 y 0,5 kilos por persona día se calcula la cantidad de desechos sólidos domésticos.

Ficha 16. Medidas de manejo de los residuos inorgánicos domésticos

Descripción de la actividad	Determinar el manejo de los residuos domésticos inorgánicos (plástico, vidrio, metales, etc.)
Actividades a realizar	Cuantificar la generación diaria de residuos sólidos inorgánicos domésticos
Impactos generados por la actividad	Contaminación del suelo. Contaminación del agua.
Medidas de manejo ambiental	Reciclado y reutilización Relleno sanitario propio Entrega al sistema de basuras municipales.
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Permanente
Responsable	Administrador, operarios

Figura 64. Enterramiento cubierto



6.4.18 Manejo de residuos sólidos orgánicos domésticos

Ficha 17. Medidas de manejo de residuos sólidos orgánicos domésticos

Descripción de la actividad	Determinar el manejo de los residuos domésticos orgánicos (residuos de alimento, papel, etc.)
Actividades a realizar	Cuantificar la generación diaria de residuos sólidos domésticos
Impactos generados por la actividad	Contaminación del suelo. Contaminación del agua. Aumento en la población de roedores Aumento en la población de moscas
Medidas de manejo ambiental	Compost Lombricultura Abono directo Relleno sanitario propio Entrega a basuras municipales Secado e incineración
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Permanente
Responsable	Administrador, operarios

6.4.19 Manejo ambiental del paisaje, revegetación y reforestación protectora

6.4.19.1 Manejo paisajístico

Las granjas porcícolas de nueva instalación deben guardar armonía con el entorno paisajístico, de tal forma que su construcción no sea agresiva con este.

Asimismo y con igual objetivo, las explotaciones porcícolas deberán estar rodeadas por un seto arbolado que disminuye el impacto visual que suponen.

Ficha 18. Medidas de manejo paisajístico

Descripción de la actividad	Construcción de los galpones o naves de la explotación porcina.
Actividades a realizar	Localizar los galpones o naves alejadas de vías externas a la granja tanto desde el punto de vista de manejo del paisaje como por bioseguridad. Identificación de los sitios más apropiados y donde menor impacto visual al exterior cause.
Impactos generados por la actividad	Efecto visual negativo.
Medidas de manejo ambiental	Buscar siempre armonizar el área de trabajo con el medio circundante, de tal forma que el observador ajeno a la explotación no tenga un impacto visual negativo. Establecer pantallas visuales de vegetación. Establecimiento de barreras vivas en el perímetro de la explotación.

Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	En el momento de la construcción de la granja.
Responsable	Propietario, Gerente o Administrador granja.

Figura 65. Barreras visuales

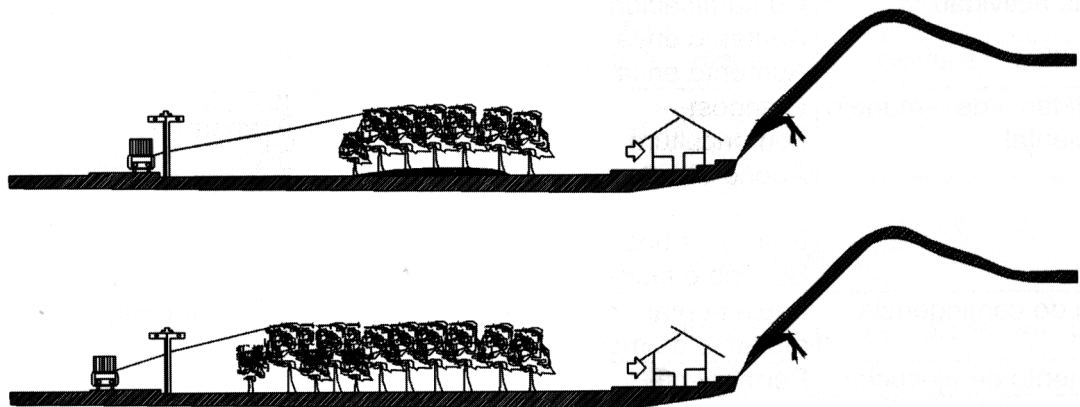


Figura 66. Siembra árboles periféricos

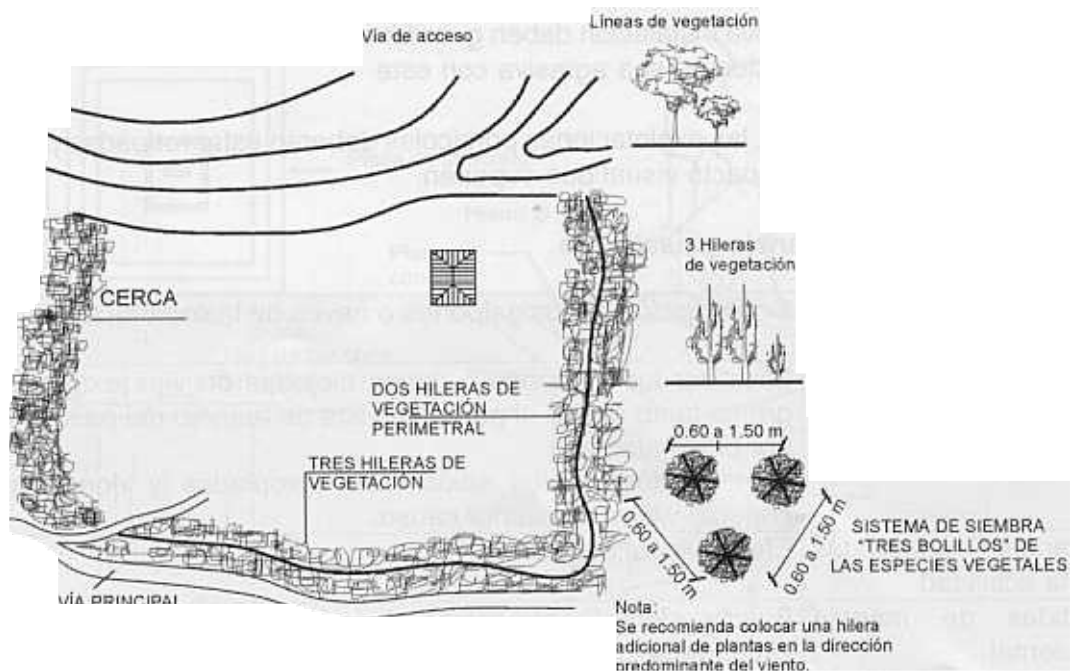


Figura 67. Sistema de siembra tres bolillos (A)

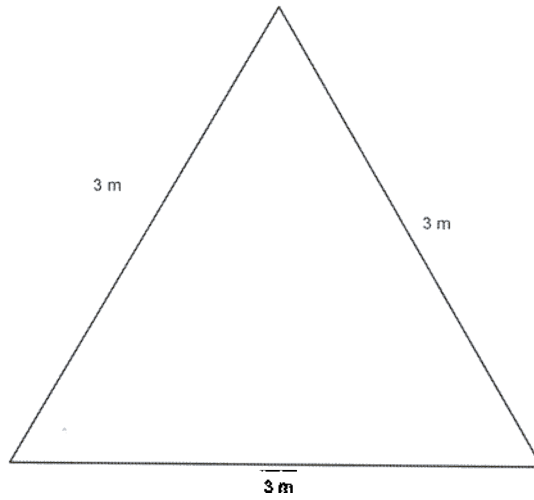
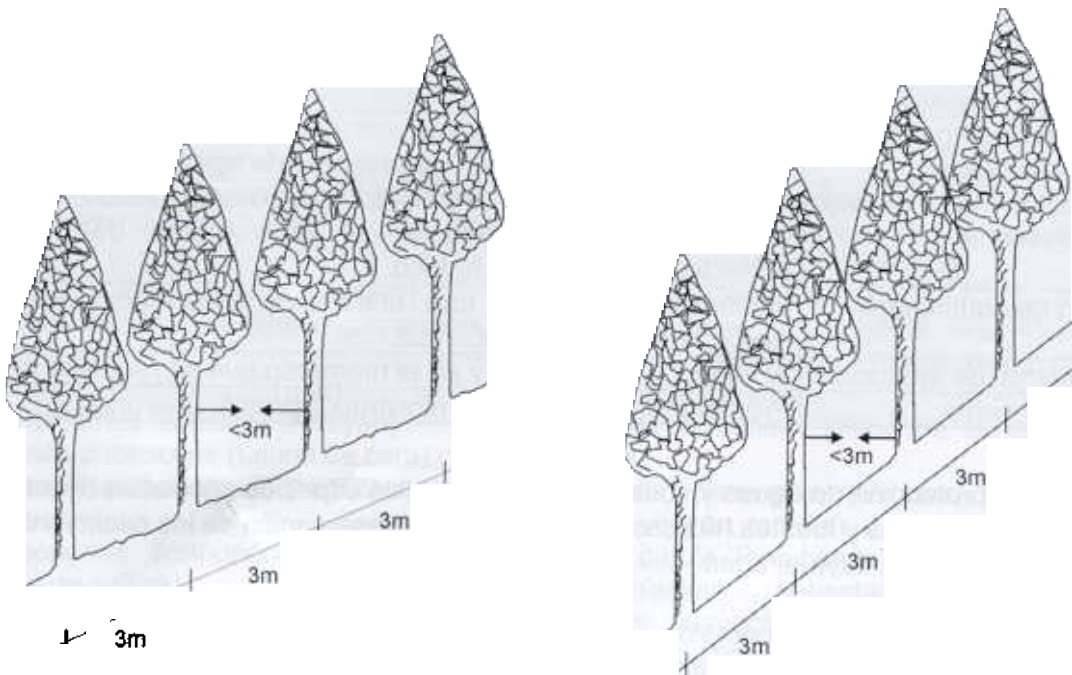


Figura 68. Sistema de siembra tres bolillos (B)



Ficha 19. Medidas de manejo de revegetación

Descripción de la actividad	Construcción de los galpones o naves de la explotación porcina.
Actividades a realizar	Adecuación del terreno. Siembra de semillas de especies nativas de la región. Fertilización y riego continuo, durante los primeros tres meses de crecimiento.
Impactos generados por la actividad	Arrastre de sólidos por escorrentía. Alteración de las propiedades físico – químicas de cuerpos de agua. Impacto visual negativo.
Medidas de manejo ambiental	Establecer cobertura vegetal en áreas descubiertas.
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	En el momento de la construcción de la granja y posterior a esta.
Responsable	Propietario, Gerente o Administrador granja, operarios.

Ficha 20. Medidas de manejo de reforestación protectora

Descripción de la actividad	Construcción de los galpones o naves de la explotación porcina.
Actividades a realizar	Selección de las especies. Preparación y ahoyado del terreno. Siembra de semillas de especies arbustivas nativas de la región, con características protectoras de cauces de agua. Fertilización y riego continuo, durante los primeros tres meses de crecimiento.
Impactos generados por la actividad	Erosión hídrica de los suelos. Pérdida de manantiales y nacimientos de agua.
Medidas de manejo ambiental	Siembra de especies arbustivas y arbóreas nativas, para el establecimiento a mediano y largo plazo de bosque protectores del recurso hídrico.
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental.
Momento de ejecución	Al inicio de la actividad y en el momento que se requiera
Responsable	Propietario, Gerente o Administrador granja, operarios.

Especies de protección de aguas y riberas. Incluye aquellas especies asociadas directamente con los cauces de ríos y fuentes hídricas, idóneas para la preservación de los nacimientos y las márgenes por donde fluye el agua.

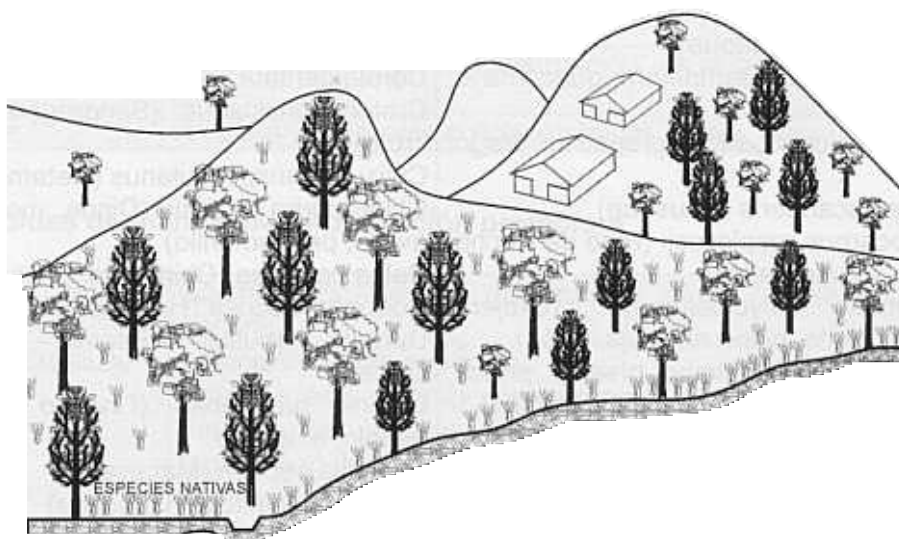
Especies para el control de la erosión. Técnicamente, todos los organismos vegetales (dentro de su ambiente natural) cumplen la función de salvaguardar el suelo y su fertilidad; pero, de otra parte, siglos de condiciones adversas producen especies especialmente aptas para este fin. Estas son las plantas que conforman el grupo. Es pertinente subrayar que la mejor manera de evitar la erosión es proteger el conjunto de la vegetación natural existente.

Tabla 32. Nombre científico y común de las diferentes especies protectoras de aguas y riberas y para el control de la erosión.

Protección de aguas y riberas	Control de erosión
<i>Abatia parviflora</i> (Duraznillo, velitas, chirlobirlo)	<i>Acacia decurrens</i> (Acacia)
<i>Alnus acuminata</i> (Aliso, chaquiro, fresno)	<i>Acacia melanoxylon</i> (Acacia japonesa)
<i>Anacardium excelsum</i> (Caracolí, merey)	<i>Albizzia lophanta</i> (Acacia bracinga, acacia negra)
<i>Arundo donax</i> (Cañabrava, caña de Castilla, carrizo, lata)	<i>Arundo donax</i> (Cañabrava, caña de Castilla, carrizo, lata)
<i>Aspidosperma polyneuron</i> (Cumulá, carreto)	<i>Aspidosperma polyneuron</i> (Cumulá, carreto)
<i>Bambusa guadua</i> (Guadua)	<i>Baccharis bogotensis</i> (Ciro, chilcao)
<i>Bambusa vulgaris</i> (Bambú)	<i>Baccharis latifolia</i> (Chilcao)
<i>Cavendishia cordifolia</i> (Uva de anis, uvo)	<i>Bulnesia carrapo</i> (Guayacán)
<i>Clusia multiflora</i> (Gaque, cucharo, chagualo, caucho gaque)	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Dividivi de tierra fría, guarango)
<i>Croton cupreatus</i> (Camdelero, guacamayo, danto, mopo)	<i>Cordia dentata</i> (Gomo, uvita)
<i>Cortón funckianus</i> (Sangregado, drago, croto)	<i>Croton funckianus</i> (Sangregado, drago, croto)
<i>Chusquea scandens</i> (Chusque)	<i>Cytisus monspessulanus</i> (Retamo)
<i>Decussocarpus rospigliosii</i> (Pino de Pacho, romerón, de montaña)	<i>Chlorophora tinctoria</i> (Dinde, moral, mora, avinje, palo amarillo)
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Orejero, caracaro, carito, piñón de oreja, riñón)	<i>Dalea coerulea</i> (Chiripique, unca, pispura)
<i>Erythrina fusca</i> (Cachimbo, pisamo, anaco, barratuzca, búcaro, cantagallo, cámbulo)	<i>Dodonea viscosa</i> (Hayuelo, chanamo)
<i>Escallonia paniculata</i> (Tibar, tobo)	<i>Duranta mutisii</i> (Espino, guapanto, cruceto)
<i>Ficus soatensis</i> (Caucho sabanero, uvo)	<i>Eritrina rubrinervia</i> (Chocho de árbol, peonio, siriguay)
<i>Ficus tequendamae</i> (Caucho del tequendama)	<i>Gliciridia sepium</i> (Matarratón)
<i>Fraxinus chinensis</i> (Urapán, fresno)	<i>Guazuma ulmifolia</i> (Guácimo)
<i>Gynerium sagittatum</i> (	<i>Gynerium sagittatum</i> (Cañaflecha, pindo)
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Mortiño)	<i>Jacaranda caucana</i> (Gualanday, flormorado)
<i>Inga codonantha</i> (Guamo, bejuco, rabo de mico)	<i>Leucaena leucocephala</i> (Laucaena, carbonero blanco, acacia blanca, panelo)
<i>Inga densiflora</i> (Guamo macheto)	<i>Montanoa ovalifolia</i> (Jomi)
<i>Lafoensia speciosa</i> (Guayacán amarillo, de Manizales)	<i>Myrica parvifolia</i> (Laurel)
<i>Miconia squamulosa</i> (Tuno)	<i>Myrica pubescens</i> (Laurel de cera)
<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Arrayán)	<i>Ochroma pyramidale</i> (Balso, balso real, palo de balso, lano)
<i>Myrica pubescens</i> (Laurel de cera)	<i>Opuntia schumanii</i> (Tuna de la sabana, penca)
<i>Oreopanax bogotense</i> (Higuerón, amarillo, higuerillo)	<i>Physalis peruviana</i> (Uchuva, guchuvo, uvilla, vejigón, tomate)
<i>Oreopanax floribundum</i> (Mano de oso, pata de gallina)	<i>Pinus patula</i> (Pino patula)
<i>Polylepis quadrijuga</i> (Colorado)	<i>Platymiscium hebestachyum</i> (Bao, marcay, guayacán trébol)
<i>Polimnia pyramidalis</i> (Arboloco)	<i>Prosopis juliflora</i> (Trupillo, cují, algarrobo)
<i>Quercus humboldtii</i> (Roble)	<i>Rapanea guianensis</i> (Cucharo, changuelito)
<i>Rapanea guianensis</i> (Cucharo, changuelito)	<i>Schinus molle</i> (Falso pimienta, muelle, pimienta)
<i>Salis humboldtiana</i> (Sauce)	

<p><i>Salis viminalis</i> (Mimbre) <i>Solanum ovalifolium</i> (Cucubo, tachuelo). <i>Tibouchina lepidota</i> (Sietecueros, mayos) <i>Trichanthera gigantea</i> (Nacedero, cajeto, quiebrabarrigo, suiban, cenicero, fune, madreagua, yatago) <i>Trichipteris frigida</i> (Palma boba, sarro, helecho arborescente) <i>Viburnum triphyllum</i> (Chuque, garrocho, juco) <i>Weinmannia tormentosa</i> (Encenillo)</p>	<p><i>Solanum lycioides</i> (Gurrubo) <i>Stevia lucida</i> (Jarilla, chilca blanca) <i>Ulex europaeus</i> (Retamo espinoso) <i>Xylosma spiculiferum</i> (Corono, cacho de venado, tachuelo, espino) <i>Yuca elephantipes</i> (Palma yuca, palmiche, yuca, palma bayoneta)</p>
---	---

Figura 69. Reforestación



Para la siembra de un árbol se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Hacer un hoyo que tenga como mínimo una dimensión de 40 x 40 x 40 cm.
- Tener el hoyo listo para el momento de la plantación, por lo que podría abrirse después de las primeras lluvias.
- Que no haya hoyos en forma de cono invertido.
- La tierra proveniente de la superficie se pone al fondo del hoyo y la que se sacó de la parte inferior servirá para rellenar la parte superior del hoyo.

Cercas con especies leñosas nitrificantes y/o forrajeras

Los suelos de la zona andina y cabeceras de valle son pobres en materia orgánica y consecuentemente son deficientes en nitrógeno disponible, necesario para un incremento de la producción agrícola o pecuaria. Por tal razón es importante asociar especies forestales que fijen nitrógeno atmosférico mediante sus nódulos radiculares. Como se sabe estas especies fijan nitrógeno como efecto de una simbiosis entre las raíces y bacterias y/u hongos.

Beneficios:

Sirve de lindero.

Fertilización natural del suelo.

Elevación de los rendimientos de la agricultura o la ganadería.

Las especies que fijan nitrógeno generalmente son especies de uso múltiple, producen leña, forraje para el ganado, alimento para consumo humano, postes, etc.

En general el follaje, las flores y las vainas de las semillas de las especies nitrificantes contienen más proteína o nitrógeno que otras especies. Pueden servir para la alimentación humana o animal. Por esta cualidad se pueden incorporar al suelo como abono verde.

Canales y acequias estabilizadas con vegetación

Los canales y acequias de riego se erosionan, desestabilizan y destruyen por la corriente de agua, especialmente en terrenos con declive acentuado. Para evitar esto se establece vegetación arbustiva o leñosa de bajo porte en las orillas y márgenes.

Beneficios

- Estabilización de canales y acequias, prevención de la erosión
- Se puede obtener leña, frutos, forraje y otros.

Diseño y sugerencias para la instalación

Se recomienda una vegetación arbustiva baja y de buena densidad con especies que macollan profusamente. Las hileras de vegetación pueden estar conformadas por una o más especies.

Se plantan alternando especies, a lo largo del canal o acequia según las recomendaciones de cada especie.

Estabilización de riberas para la protección de áreas agrícolas y de pastos

Debido a que la distribución de lluvias es muy irregular en algunas zonas, existen épocas en que los ríos se cargan de agua y amenazan las áreas agrícolas y de pastos. Para contrarrestar este efecto se plantan especies forestales entre otras obras. La estabilización de la ribera es una práctica que implica soluciones parciales, porque el tratamiento debe hacerse en toda la superficie de la cuenca, desarrollando programas sociales, de repoblamiento, manejo sostenido de los recursos naturales existentes, entre otras.

Beneficios

Protección del área agrícola de las inundaciones de los ríos
Producción diversificada (leña, forraje, frutos, etc.)

Diseño, sugerencias para la instalación

Es recomendable proteger, en algunos sitios, una faja de hasta 10 m de ancho a partir de la cota máxima de inundación, generando vegetación arbustiva y arbórea en el área contigua. Se logra mejor eficiencia en esta práctica cuando se establecen en mezcla especies de diferentes portes, en varios estratos sin diseño preestablecido, sobre todo en zonas donde el impacto del agua es mayor. Es conveniente instalar plantas grandes y a distanciamientos cortos: por ejemplo 1 m entre plantas.

6.4.20 Control a la contaminación por ruidos

Producido principalmente por los propios animales, durante las horas de comida. Su principal efecto sería sobre las personas que trabajan en la granja.

Se desestima un posible impacto por ruido en núcleos poblacionales cercanos, teniendo en cuenta que el ruido disminuye 6 dB cada vez que se dobla la distancia de alejamiento del foco emisor y la lejanía del núcleo poblacional. Si partimos de un nivel de ruido de 75 dB dentro de la explotación y 70 dB en los límites de la misma, a los 800 m de distancia el nivel de ruido sería de 46 dB, lo que está por debajo de los 50 dB como valor límite aceptable en el foco receptor.

Ficha 21. Medidas de manejo para el control de la contaminación por ruidos

Descripción de la actividad	Implementar medidas conducentes a minimizar el nivel de ruidos en la granja
Actividades a realizar	La granja debe tener unos diseños acordes para el desarrollo de la actividad. Educación y capacitación del personal
Impactos generados por la actividad	Contaminación por ruidos ocasionados principalmente por el chillido de los animales
Medidas de manejo ambiental	Como medidas a implementar para reducir el nivel de ruidos se tiene: Mantener los animales en confort permanente. No mantener más animales en los corrales para lo que fueron diseñados. Reducir al mínimo las visitas de personas ajenas a la explotación. Diseñar sistemas de suministro de alimento que permita la disposición de éste en un mismo momento a todos los animales. No molestar, ni lesionar a los animales.
Plan de contingencia	Implementar más de una alternativa contemplada en las medidas de manejo ambiental
Momento de ejecución	En forma permanente durante el desarrollo de la actividad
Responsable	Administrador granja, operarios

CAPITULO 7

SEGUIMIENTO, EVALUACION Y MONITOREO

7.1 GENERALIDADES

Los estudios de monitoreo como su nombre lo indica, se extienden en el tiempo y su propósito es observar periódicamente si las medidas puestas en práctica están dando los resultados esperados o, si por el contrario, se hace necesario modificarlas, ampliarlas, reemplazarlas o incluso eliminarlas.

Los monitoreos se pueden implementar sobre actividades del proyecto, sobre las medidas de manejo o sobre el recurso mismo. Así, por ejemplo, se puede monitorear el plan de fertilización de los potreros o cultivos, determinando la cantidad de nitrógeno aplicado, las necesidades del cultivo y el rendimiento obtenido por éste; así mismo la eficiencia de un sistema de tratamiento implementado, midiendo la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a la entrada y a la salida del sistema, entre otros parámetros.

Los resultados obtenidos (cualitativos o cuantitativos) en un momento particular, definen la condición de estado de la variable bajo estudio y se comparan con los resultados anteriores para determinar si hay avances, retrocesos o cambios, si se reconocen tendencias, si posibilitan proyecciones a futuro, si los impactos se están tornando en acumulativos, si se hace necesario implementar nuevas medidas de manejo, si se requiere monitorear otros elementos conexos.

Los procesos de monitoreo deben establecer entonces como primera medida, tópicos como:

VARIABLES A MEDIR

MÉTODOS DE MUESTREO

LUGARES DE MEDICIÓN INCLUIDAS ZONAS DE CONTROL SI SE REQUIERE

PERIODICIDAD

Los estudios de monitoreo son de dos tipos: de seguimiento y de evaluación. Los primeros son aquellos en los cuales observamos la evolución de la actividad, la medida o el recurso, pero sin que ello hubiese implicado un deterioro previo del recurso; lo estudiamos simplemente para ver cómo se está comportando.

Los monitoreos de evaluación por el contrario, se hacen para definir y precisar la magnitud, localización y evolución de un daño o impacto ocurrido en el recurso. Cabe referir sin embargo, que pueden darse también estudios de evaluación puntuales en el tiempo, que por ende no corresponden a programas de monitoreo.

Es importante llevar registros escritos sobre los resultados de estos monitoreos tanto para los programas de gestión, como para presentarlos ante la autoridad ambiental de ser requeridos.

PLAN DE MONITOREO Y 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.

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.

Ficha 22. 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	Dueño o administrador actividad.

Ficha 23. 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 en 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.

Ficha 24. 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 items: 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 nitrógeno no proteínico de estos complementos y suplementos merecen especial cuidado.</p>
Momento de ejecución	Durante todo el tiempo que dure la actividad.
Responsable	Dueño, administrador y operarios.

Promedio diario de producción de fertilizante nitrogenado en granjas de cría

Granja: _____ Año: _____

Periodo	Inventario total	Hembras reemplazo		Hembras vacías + machos		Hembras gestantes		Hembras lactantes			Precebos				Total N kg/día	
		No	N kg	Tot N kg	No	N kg	Tot N kg	No	N kg	Tot N kg	No	Peso prom	Peso tot/100 kg	N kg		Tot N kg
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			
			X 0.052		X 0.052		X 0.052		X 0.133				X 0.0543			

Semana o mes, según la estabilidad del inventario

Promedio diario de producción de fertilizante nitrogenado en granjas de ceba

Granja: _____

Año: _____

Periodo	Levante					Ceba					Total N kg/día	Total N en ceba kg/día	Total N granja kg/día
	No	Peso prom	Peso tot/100	N kg	Tot N kg	No	Peso prom	Peso tot/100	N kg	Tot N kg			
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					
			X 0.0451					X 0.0445					

Semana o mes, según la estabilidad del inventario

Ficha 25. 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 dentro de los periodos en que se den los mayores valores del inventario en peso de la población porcina en pie.</p>
Momento de ejecución	Durante todo el tiempo que dure la actividad.
Responsable	Dueño de la granja.

6

Ficha 26. 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.

Ficha 27. 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.

Control de despacho de material de porcinaza sólida

Granja: _____

Año: _____

Fecha mm dd	Descripción *	Cantidad bultos o toneladas	Persona que recibe **			Placa vehículo	Destino **
			Nombre	Cédula	Firma		

* Descripción: CC = Con Cama SC = Sin Cama SS =
Sólidos Separados

** Si es necesario, utilice más de un renglón

Formulario de Evaluación de la Granja Porcina

Granja:	Actividad:	
Dirección:	Propietario:	
Aspecto	Evaluación	Comentarios
DISEÑO / CONSTRUCCIÓN		
INSTALACIONES		
1. Pisos		
2. Paredes		
3. Techo		
4. Jaulas / corrales		
5. Comederos / bebederos		
Bodega		
Pozo estercolero		
Tipo de sistema de manejo y/o tratamiento de las aguas residuales provenientes de la granja.		
Tanques de agua		
Planta de tratamiento de agua potable		
Instalaciones sanitarias para el personal		
Pozo séptico para el manejo de aguas residuales domésticas.		
Alrededores		
Iluminación		
Ventilación		
MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD		
▪ Cerca perimetral a la explotación		
▪ Cuarentena		
▪ Cargaderos externos a la cerca perimetral		
▪ Control de entrada de vehículos y desinfección		
▪ Vestier y duchas para el ingreso de personal		
▪ Control de moscas		
▪ Control de pájaros		
▪ Control de roedores y animales domésticos		
▪ Sitios para la recepción y almacenamiento de la porcinaza		
▪ Sitios para el manejo de la mortalidad, fetos, placentas		
▪ Sitios para el manejo y desinfección de material biológico, venoclisis, bisturí, etc.		
▪ Distribución de pediluvios con solución desinfectante		
MANEJO GENERAL DE LA GRANJA		
Registro Plan de vacunación		
Rotación de desinfectantes		
Registros de mortalidad		

GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR PORCICOLA

Formulario de Evaluación de la Granja Porcina

Registros productivos por áreas		
Registros de ingreso de pie de cría		
Registro de programación de montas y/o inseminación artificial		
Registro de consumo de agua		
Registros de fertilización de potreros		
Registros de insumos		
Registros de material que sale del predio		
Registros control de plagas		
Registros de saneamiento		
PERSONAL		
Programa de inducción y entrenamiento al personal		
Seguridad e higiene en el puesto de trabajo		
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 de la Granja		

5: Muy bueno 4: Bueno 3: Regular 2: Malo 1: Muy malo



Item	Mes / Comentarios											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Energía												
Cantidad de energía consumida	Identificación de riesgos potenciales			Justificación			Medidas preventivas a ser aplicadas					
Medidas tomadas para ahorrar energía	Firma del Responsable de Área:											
Materiales												
Cantidad de materias primas consumidas												
Medidas para reducir el consumo de materias primas												
Agua												
Cantidad de agua consumida												
Medidas tomadas para ahorrar agua												
Residuos												
Cantidad de residuos sólidos												
Medidas para reducir la cantidad de residuos sólidos												
Aguas residuales												
Cantidad de aguas residuales												
Medidas para reducir la cantidad de aguas residuales												
Relación con los vecinos												
Reducción y control del ruido y malos olores												
Impresión que la vecindad tiene de su empresa												

Registro para el manejo de medicamentos y control de inventarios

Propietario: _____

Granja: _____

Actividad: _____

Dirección: _____

Fecha	Unidad ¹	Cantidad / Presentación ²	Responsable del almacenamiento	Actividad	Cantidad utilizada	No. de animal / corral / sección	Responsable actividad

Observaciones:

Firma del Responsable Granja: _____

¹ kg, bultos, frascos, cajas, etc.

GUIA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR PORCICOLA

Formato Evaluación del Plan de Manejo Ambiental por parte de la Autoridad Ambiental

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: _____

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 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			
RECOMENDACIONES:			
Vidrios			
Orgánicos	Se sugiere requerir al Representante Legal de la Granja		
Otros	SI NO		

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

- ^{2v5} Se verificaran los certificados y/o facturas de las empresas que reciben y/o transportan y disponen el material.
- Material cortopunzante. Formado básicamente pr agujas hipodérmicas.
 - 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:

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

CAPITULO 8

TRAMITES ANTE LA AUTORIDAD AMBIENTAL

8.1 ENTIDADES QUE RIGEN AL SECTOR PORCÍCOLA

Si bien el Ministerio del Medio Ambiente es el ente rector quien expide la norma y da las directrices en lo concerniente a la reglamentación y protección del Medio Ambiente, el sector agropecuario y en particular el sector porcícola esta supervisado por las Corporaciones Autónomas Regionales CAR, quienes fijarán los límites, restricciones y regulaciones que en ningún caso podrán ser menos estrictos que los definidos por el Ministerio del Medio Ambiente.

8.1.1 Corporaciones Autónomas Regionales

Las Corporaciones Autónomas Regionales son entes corporativos de carácter público, creados por la ley, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargados por la ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente.

Son funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales entre otras:

1. Ejecutar las políticas, planes y programas nacionales en materia ambiental definidos por la ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de Inversiones o por el Ministerio del Medio Ambiente, así como los del orden regional que le hayan sido confiados conforme a la ley, dentro del ámbito de su jurisdicción;
2. Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente.
3. Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables;
4. Participar con los demás entes competentes en el ámbito de su jurisdicción, en los procesos de planificación y ordenamiento territorial a fin de que el factor ambiental sea tenido en cuenta en las decisiones que se adopten;
5. Otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la ley para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables o para el desarrollo de actividades que afecten el medio ambiente. Otorgar permisos y concesiones para aprovechamientos forestales, concesiones para el uso de aguas superficiales y subterráneas y establecer vedas para la caza y pesca deportiva;
6. Fijar en el área de su jurisdicción, los límites permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que puedan afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables y prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental.

7. Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de las actividades de exploración, explotación, beneficio, transporte, uso y depósito de los recursos naturales no renovables, con exclusión de las competencias atribuidas al Ministerio del Medio Ambiente, así como de otras actividades, proyectos o factores que generen o puedan generar deterioro ambiental.
8. Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos.

8.1.2 Instituto Colombiano Agropecuario ICA

En lo que concierne a Salud animal la máxima autoridad en la materia es el Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Todas las importaciones o exportaciones de animales vivos, productos o subproductos de origen agrícola y pecuario deben ser declarados y sometidos a inspección y cuarentena por el ICA.

Adicionalmente todos los predios porcícolas deben ser notificados al Instituto Colombiano Agropecuario ICA para que dicha entidad pueda expedir posteriormente la correspondiente Guía de Movilización. Todo porcicultor para obtener la Guía de Movilización debe haber vacunado a todos los cerdos objeto de la movilización contra Peste Porcina Clásica, llenado el Registro Único de Vacunación y registrarlos ante el ICA.

Por otro lado, el Decreto reglamentario de la Ley 623 contempla que en aquellas explotaciones porcícolas en donde se utilizan las lavazas en la alimentación de los cerdos, éstas deben someterse a cocción antes de suministrárselas con el fin de evitar cualquier problema de transmisión de enfermedades.

8.2.3 Ministerio de Salud

El Ministerio de Salud con el Decreto 1594 de 1.984 reglamenta los usos del agua y los vertimientos líquidos. Exige las licencias de concesión de agua para uso pecuario y la autorización Sanitaria "Parte agua para verter" para las explotaciones porcícolas y plantas de sacrificio localizadas en el área rural.

Las plantas de sacrificio, establecimientos despostadores y empacadores de carne fresca localizados en el área urbana, se rigen por este mismo Decreto, pero deben contar con autorización para el vertimiento de efluentes al sistema de alcantarillado, cuando fuere el caso.

El Decreto 2278 de 1.982 reglamenta todo lo referente a las especificaciones sanitarias para las Plantas de Sacrificio, establecimientos procesadores y condiciones de los vehículos transportadores de carne.

El Decreto 3075 de 1.998 especifica las normas sanitarias para el manejo y construcción de los establecimientos expendedores y da parámetros técnicos generales para las plantas de deshuese y plantas de sacrificio.

8.2. TRÁMITES POR COMPONENTE AMBIENTAL

La autoridad ambiental para el subsector porcícola son las Corporaciones Autónomas Regionales en su correspondiente área de jurisdicción, por lo tanto todos los trámites a que haya lugar deben ser diligenciados a través de dichas entidades.

8.2.1 Concesión de aguas superficiales

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.

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.

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.

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

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

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

Pasos para obtener una concesión de aguas:

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 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.

Requisitos para solicitud de permisos para el 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.

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.

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.

8.2.2 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.

8.2.3 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.

Requisitos para solicitud de permiso para 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.

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.

Formulario de registro de vertimientos diligenciado.

8.3 FORMATOS

Diligenciar con la mayor exactitud el formulario de la solicitud.

8.4 PROCEDIMIENTOS

8.4.1 Plan 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 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.

El Plan de Manejo Ambiental debe contemplar:

Acciones ambientales de mitigación, recuperación, corrección y prevención inherentes al sistema productivo. Se debe hacer énfasis en la implementación de tecnologías más limpias a nivel de proceso productivo y en el manejo de los residuos generados por este, como aporte al proceso de mejoramiento continuo el cual se debe llevar a cabo dentro de cada explotación haciendo que esta propenda por una concepción sostenible.

Plan de contingencia. Debe tener en cuenta las acciones que se tendrán en cuenta en el evento que los sistemas propuestos para mitigar los impactos ambientales de los residuos inherentes al proceso productivo y doméstico generados por la explotación no funcionen, incluyendo los riesgos ambientales que pueda producir la adecuación de estos sistemas.

Plan de seguimiento y monitoreo ambiental. Son las acciones dirigidas al cumplimiento y monitoreo de los sistemas o medidas proyectadas o implementadas para la prevención, el control, la compensación y mitigación ambiental de los posibles efectos desencadenados por los residuos generados durante el proceso productivo, lo que reflejará el cumplimiento o no de la propuesta realizada por cada productor en su Plan de Manejo.

Costos y cronograma de ejecución. Las actividades, obras (por ejecutar o de adecuación) y medidas desarrolladas y por ejecutar dentro del Plan de Manejo Ambiental propuesto, las cuales se deben presentar mediante un cronograma que incluya el presupuesto o costo estimado por actividad, obra y medida, costo de operación y el tiempo de ejecución y puesta en funcionamiento de las mismas.

8.4.1 Tasas retributivas

Las tasas retributivas aplican para aquellas explotaciones que hacen vertimientos puntuales a un cuerpo de agua, suelo o subsuelo.

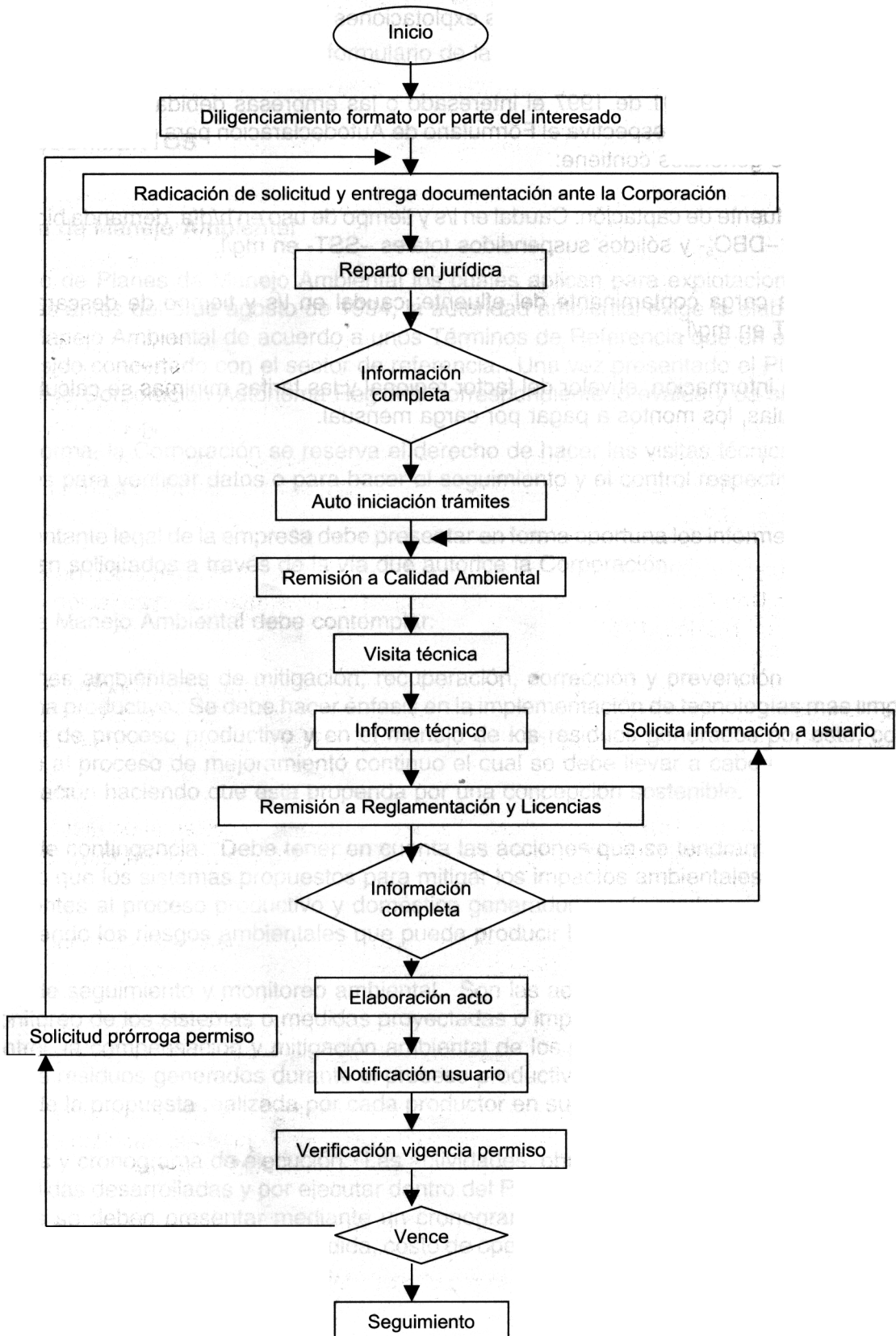
De acuerdo al Decreto 901 de 1997 el interesado o las empresas debidamente organizadas solicitan a la Corporación respectiva el Formulario de Autodeclaración para su diligenciamiento, que en términos generales contiene:

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.

Figura 70. Diagrama de flujo Procesos permisos concesión de aguas y vertimientos



CAPITULO 9 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

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.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PORCICULTORES – FONDO NACIONAL DE LA PORCICULTURA. Manual HACCP. Plan Genérico para el Aseguramiento de la Calidad de la Carne Fresca de Cerdo, III Buenas Prácticas de Manejo en los Establecimientos de la Cadena y IV Plan de Saneamiento. 65 p. Bogotá, 1998.

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.

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.

CAR, GTZ, KfW. Guía de 150 especies de la flora andina. Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Bogotá, Ubaté Y Suárez, CAR; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ; Kreditanstalt für Wiederaufbau, KfW. Ediciones Lerner Ltda., 1990. 332 p.

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.

GALLARDO ARANEDA, DAGOBERTO. Innovación tecnológica en la producción porcina es necesario en el momento actual. Departamento de Ciencias Pecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Concepción. Chile. Búsqueda en Internet.

GARZON ALBARRACIN, VITALIANO. Producción de Spalangia sp. (Hymenóptera: pteromalidae), para el control biológico de moscas. En: PORCICULTURA COLOMBIANA No. , p. 21 – 23. Asociación Colombiana de Porcicultores. Bogotá, Colombia.

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

GRANDE CANO, DANIEL. Saneamiento ambiental y producción de alimentos mediante el procesamiento de residuos orgánicos. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. México. Búsqueda en Internet.

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 AGROPECUARIO ICA. Subgerencia de Investigación. División de Producción Pecuaria. Sección de Especies Menores. Sistemas de Explotación de Cerdos en Colombia. Roberto Sabogal Ospina, Henry Bonilla Enciso, Alberto Moncada Bueno, Guillermo González Garzón. Boletín Técnico No. 199. Bogotá, Mayo de 1990.

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.

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.

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

MEJIA CAICEDO, JAIME. Utilización de excretas de cerdo en estanques piscícolas. p.71 – 74. En: Memorias Seminario Manejo de excretas porcinas e impacto ambiental. Julio 11 – 12, Bogotá y Agosto 22 – 23, Pereira. Asociación Colombiana de Porcicultores – Fondo Nacional de la Porcicultura. Bogotá, Colombia. 1996.

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

MORENO C., HORACIO y DOMINGUEZ G., GERARDO. Gestión Ambiental y su Evaluación. 1ª. Edición. Biblioteca Jurídica Dike. 220 p. Bogotá, Colombia 2001.

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”. Graffric 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.

RODRÍGUEZ, D. y col. Tratamiento de residuos sólidos orgánicos domiciliarios para la alimentación de cerdos. Facultad de Veterinaria A. Lasplaces 1550, Montevideo (Uruguay). Búsqueda en Internet.

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

ROPPO, LUCIANO. Engorda de suínos no sistema "Deep Bedding". Búsqueda en Internet.

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.

VERGEL CANAL, CARLOS. Lombricultura: Alternativa viable. p. 10 – 11 En: Porcicultura Colombiana. No. 46, noviembre – diciembre de 1996.

VILLAMIL, C. y col. 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.

CAPITULO 10

GLOSARIO DE TERMINOS

Abono. Cualquier sustancia orgánica o inorgánica que se suministra a la tierra para aumentar su fertilidad.

Aerobio. Dícese de los seres vivos que necesitan el oxígeno del aire para subsistir.

Aforar. Medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.

Afótica. Se aplica a las plantas acuáticas que pueden vivir con una intensidad mínima de luz.

Anaerobio. Dícese de los microorganismos que en sus reacciones metabólicas utilizan alguna sustancia distinta del oxígeno atmosférico para fijar el hidrógeno.

Anaerobiosis. Capacidad que poseen algunos organismos para vivir sin oxígeno; por ejemplo ciertas bacterias, hongos y los parásitos intestinales.

Anóxico. Falta casi total de oxígeno en la sangre o en tejidos corporales

Biomasa. Material vegetal o animal que se considera como fuente de energía.

Biogás. Mezcla de gases, producto del proceso de descomposición anaerobia de la materia orgánica o biodegradable de los residuos, cuyo componente principal es el metano.

Colmatación. Relleno de una depresión o cuenca por los materiales sedimentarios arrastrados y depositados por los agentes de transporte.

Compost. Producto obtenido de la descomposición de la materia orgánica en el proceso de compostaje.

Compostaje. Proceso de la descomposición de la materia orgánica a través de microorganismos mediante procesos biológicos, físicos y químicos, en condiciones anaerobias o aerobias o ambas, obteniendo como resultado una reorganización biológica del material orgánico (compost).

Demanda Biológica de Oxígeno. Mide el potencial contaminante del agua residual considerando el oxígeno que necesitan las bacterias aeróbicas para estabilizar la materia orgánica biológicamente degradable de las excretas. La DBO se usa como un parámetro de diseño en los procesos de tratamiento aeróbico. La prueba requiere cinco días de incubación.

Demanda Química de Oxígeno. Mide la cantidad total de oxígeno necesario para oxidar tanto la materia degradable biológicamente, como el resto de la materia orgánica que puede ser oxidada químicamente: la fibra, la lignina, etc. En aguas residuales de granjas porcinas la DQO es tres veces mayor que la DBO y normalmente es igual a las concentraciones de STT en las excretas frescas de cerdo.

Desnitrificación. Reducción microbiana de nitrato y nitrito con la liberación de nitrógeno molecular y óxido nitroso.

Enmienda. Operación que se hace para modificar las propiedades mecánicas o físicas de los suelos aportándoles distintas materias. Aún cuando el principal papel que desempeñan éstas es el indicado, ejercen secundariamente otro como fertilizante, al contrario que sucede con los abonos, en mayor o menor proporción según sus cualidades que desempeñan una fracción secundaria como enmiendas. Las enmiendas clásicas por excelencia son los encalados (con cal apagada, viva o con carbonato cálcico) y los enyesados. También se consideran como enmiendas simples las aportaciones de arena a los terrenos arcillosos y las de arcilla a los arenosos.

Estiércol. Residuos consistentes en deyecciones ganaderas, materias fecales, la cama, el agua de lavado y restos de alimento, en proceso de cambio biológico. En función del sistema de producción tendrán diferentes contenidos de agua, dando lugar a los estiércoles sólidos, semisólidos o líquidos.

Estuario. Sección de un río que se ensancha poco antes de su desembocadura y que está afectada por las mareas. Su origen se debe probablemente a lentos hundimientos de los bordes continentales o a una basculación general de éstos.

Eutrofización. Aumento de la eutrofia o riqueza mineral por un proceso de acumulación de nutrientes minerales, especialmente nitratos, en una masa de agua, que tiene como consecuencia el crecimiento masivo de productores primarios (algas).

Fermentación. Proceso catabólico de transformación de sustratos orgánicos con formación de alcoholes y ácidos orgánicos, realizado por microorganismos (bacterias, levaduras u otros hongos, etc.) y que con frecuencia cursa con desprendimiento de gases.

Fertilizante. Cualquier sustancia que contenga uno o varios compuestos nitrogenados y se aplique sobre el terreno para aumentar el crecimiento de la vegetación. (v. Abono).

Fótica. Se dice de la capa o zona de agua marina o de un lago en que la penetración de luz es necesaria para que los vegetales lleven a cabo la fotosíntesis.

Humus. Estado final de descomposición de la materia orgánica sólida por acción de microorganismos cuya composición depende del sustrato y grado de descomposición.

Lixiviación. Proceso por el cual los materiales solubles o coloidales de los horizontes superiores del suelo son arrastrados en profundidad por el agua que circula en sentido descendente.

Microorganismos. Nombre común aplicado a todos los seres microscópicos.

Nitrificación. Proceso de formación de nitratos a partir del nitrógeno orgánico. Proceso de oxidación del nitrógeno nitroso a la forma nítrica. Realizan esta transformación un grupo de bacterias pertenecientes a la familia nitrobacteráceas.

Pantano. Comunidad vegetal que crece y se desarrolla en sustratos turbosos anegados permanentemente de agua. Hondonada natural donde se detienen y recogen las aguas con fondo más o menos cenagoso.

Patógeno. Se dice del elemento y medio que origina y desarrolla una enfermedad.

Residuos sólidos domésticos. Materiales sólidos o semisólidos que se generan como consecuencia de las actividades de consumo y gestión de actividades domésticas (viviendas).

Residuos sólidos orgánicos. Materiales sólidos o semisólido de origen animal o vegetal que se abandonan, botan, desechan, descartan y rechazan y son susceptibles de biodegradación incluyendo aquellos considerados como subproductos orgánicos provenientes de los procesos industriales.

Residuos sólidos peligrosos. Son los objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan, rechazan y que sean patógenos, tóxicos, combustibles inflamables, explosivos, radioactivos o volatilizables, los empaques y envases que los hayan contenido como también los lodos, cenizas y similares.

Tratamiento biológico. Proceso técnico que utiliza microorganismos y/o organismos superiores para transformar residuos orgánicos.