

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE QUÍMICA



INFORME FINAL

**“MINIMIZACIÓN, MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE  
DESECHOS DE MICROGRANJAS PORCINAS EN EL CANTÓN  
DE MORAVIA DE LA PROVINCIA DE SAN JOSÉ”**



*Investigadoras:* Licda. Hilda Quesada Carvajal. MBA. [hquesada@itcr.ac.cr](mailto:hquesada@itcr.ac.cr)  
Licda. Maricruz Vargas Camareno. [mvargas@itcr.ac.cr](mailto:mvargas@itcr.ac.cr)  
Licda. Ana María Fournier Zepeda. [afournier@itcr.ac.cr](mailto:afournier@itcr.ac.cr)

*Colaboradores:* M.Sc. Alma Deloya Martínez. [adeloya@itcr.ac.cr](mailto:adeloya@itcr.ac.cr)  
Ing. Álvaro Chávez Benavides.  
Agencia de Servicios Agropecuarios.  
Ministerio de Agricultura y Ganadería

Octubre 2007.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN  
DIRECCIÓN DE PROYECTOS**

**INDICE**

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PÁGINA</b>
1. AUTORES.....	1
2. RESUMEN.....	1
3. PALABRAS CLAVES.....	2
4. INTRODUCCIÓN.....	2
5. METODOLOGÍA.....	7
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
7. CONCLUSIONES.....	39
8. RECOMENDACIONES.....	41
9. BIBLIOGRAFIA.....	44
10. ANEXO.....	45

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN Y EXTENSIÓN  
DIRECCIÓN DE PROYECTOS**

**1-Título:**

**INFORME FINAL PROYECTO:**

**“MINIMIZACIÓN, MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE DESECHOS DE  
MICROGRANJAS PORCINAS EN EL CANTÓN DE MORAVIA DE LA PROVINCIA DE  
SAN JOSÉ”**

**2- Autores y direcciones**

Licda. Hilda Quesada Carvajal. MBA. [hquesada@itcr.ac.cr](mailto:hquesada@itcr.ac.cr)

Licda. Maricruz Vargas Camareno. [mvargas@itcr.ac.cr](mailto:mvargas@itcr.ac.cr)

Licda. Ana María Fournier Zepeda. [afournier@itcr.ac.cr](mailto:afournier@itcr.ac.cr)

**Colaboradores:** M.Sc. Alma Deloya Martínez. [adeloya@itcr.ac.cr](mailto:adeloya@itcr.ac.cr)  
Ing. Álvaro Chávez Benavides.  
Agencia de Servicios Agropecuarios.  
Ministerio de Agricultura y Ganadería

**3- Resumen**

El proyecto se llevó a cabo en 4 microgranjas porcinas ubicadas en Moravia, en los años 2006 y 2007. Las granjas son micro empresas familiares dedicadas a la crianza y engorde de cerdos.

ç

La primera actividad de campo realizada fue el diagnóstico del estado actual de cada una de las microgranjas, que contribuyó a la visualización de las oportunidades de mejora necesarias para su buen desempeño, lo cual se combinó con charlas de capacitación relacionadas con la aplicación de las 5s y de producción limpia en la actividad, paralelo a visitas en el sitio. Lo anterior, permitió a los dueños de las

porcinas aplicar algunos de los conocimientos adquiridos en la mejora de su actividad, obteniéndose como resultados en algunos de ellos, la aplicación de las 5S en el galerón y sus alrededores, la recolección y el aprovechamiento de la cerdaza, entre otros. Para evaluar el impacto ambiental de las porcinas se determinaron los porcentajes de cumplimiento en cada una de las oportunidades de mejoras planteadas y se establecieron una serie de recomendaciones para implementar y mantener el manejo de la porcina, según lo establecido en el decreto existente específico para esta actividad.

#### **4- Palabras clave**

Pequeñas y Medianas Empresas (Mipymes)

Pequeñas porcinas

Microgranjas porcinas

Producción más Limpia

#### **5- Introducción**

Una de las actividades pecuarias importantes en nuestro país es la porcina. Esta se desarrolla en todas las regiones, pero principalmente se encuentran granjas porcinas en el Valle Central y zonas aledañas como: Río Segundo de Alajuela, Pérez Zeledón, Guápiles, y Limón. Existen alrededor de 10 000 productores y Según el Consejo Nacional de Producción (CNP) la matanza de cerdo fue en el 2004 cerca de 500 000 cerdos, creciendo en un 23% durante el periodo del 2000-2004, lo cual representó una tasa promedio de crecimiento anual del 6%, esto indica un creciente dinamismo de la actividad, ya que la producción primaria contribuyó en un 5,4% al valor agregado agropecuario entre los años del 2000 al 2004 y la tasa media de crecimiento anual fue de 5,7%.<sup>(1)</sup>

Sin embargo, el país no produce la cantidad de carne de cerdo que requiere, principalmente en los meses de noviembre y diciembre que son los meses de más

demanda. En el 2004 las importaciones de carne de cerdo rondaron las 2000 toneladas, lo cual representó un 5% de la producción nacional. <sup>(1)</sup>

A pesar de lo anterior, el consumo per cápita anual de esta carne en nuestro país es inferior al consumo promedio anual mundial, en Costa Rica se consume cerca de 9 kg. anuales por persona, mientras que el promedio mundial es de 16 kg, una causa de esta diferencia se debe a la percepción que tienen los costarricenses de que este tipo de carne ocasiona efectos negativos en la salud. <sup>(1)</sup>

A nivel mundial la carne de cerdo es la más consumida, la producción mundial es casi el doble que el de carne de res y más del doble que de carne de pollo, todo lo contrario de lo que ocurre en Costa Rica.

La producción nacional de carne de cerdo es de baja diferenciación y no es comercializable internacionalmente. Esto ocasiona una mayor dependencia de los porcicultores con el eslabón local de industrialización, lo cual estimula el desarrollo de una industria alimentaria nacional que produce una amplia gama de productos cuyo insumo principal es la carne de cerdo. Se estima que cerca de un 30 a 33 % de la producción de carne de cerdo se destina a la industria de embutidos. <sup>(1)</sup>

Una parte del sector porcicultor costarricense está altamente tecnificado y con un manejo ambiental responsable, utilizando de manera eficiente: la genética, la alimentación, las instalaciones y el equipo, las prácticas de manejo, las prácticas sanitarias y la contratación de asesores especializados, por lo que, los parámetros técnicos y reproductivos de esta actividad han venido evolucionando muy positivamente, tales como el rendimiento en canal, destete precoz, reducción de la edad de mercado, uso de prácticas de manejo tales como inseminación, higiene y sanidad, uso de registros de producción, selección del pie de cría y compra de reemplazos. Estos avances tecnológicos han quedado al margen del pequeño productor agropecuario que recibe poca asistencia técnica y no tiene las inversiones en instalaciones y equipo necesarias para aplicar los parámetros tecnológicos modernos. <sup>(1,2)</sup>

La concentración de la producción en el Valle Central y regularmente cerca de los centros de población, ha generado importantes efectos en la contaminación del ambiente, lo que ha dado lugar a la aplicación de un reglamento que norma aspectos relacionados con la ubicación, la construcción y operación de las granjas, así como para el vertido de las aguas residuales de granjas, mataderos y embutidoras para lo cual se tendrá que: prevenir, reducir y manejar adecuadamente los desechos generados en la actividad. <sup>(2,3)</sup>

Los costos ambientales, mas la existencia de altos costos de producción y la dependencia de la alimentación con base en concentrados y de otros insumos importados, hacen que los márgenes unitarios de ganancia sean muy bajos, lo que obliga a una producción de mayor escala, excluyendo así las posibilidades de desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa. A ello se agrega, la amenaza que significan los procesos de desgravación arancelaria en los marcos de los TLC (Tratado de Libre Comercio) y de las negociaciones realizadas en la OMC (Organización Mundial del Comercio). <sup>(2)</sup>

Por otro lado, es un hecho que para conservar nuestras fuentes acuíferas, la flora y fauna relacionada con éstas, debemos evitar verter aguas contaminadas. Para ello se debe controlar la contaminación, lo cual significa poner en práctica un conjunto de medidas y acciones para disminuir y prevenir los niveles de contaminación del aire, agua y suelo, y cumplir con la legislación y reglamentación vigentes. <sup>(4)</sup>

En el reglamento de vertido de aguas residuales, las aguas de las granjas porcinas se clasifican como de tipo ordinario especial y de producción agropecuaria, siendo los máximos permisibles para cada uno de los parámetros que se solicitan, los señalados en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1. CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE DE CONTAMINANTES PARA LA ACTIVIDAD PORCINA <sup>(5)</sup>**

CIU	Actividad	Concentración Máxima Permisible (mg/L)						
		DBO <sub>5, 20</sub>	DQO	SST	GyA	pH	Ssed	T
01221	Producción Agropecuaria	200	500	200	30	5 a 9	1 ml/l	>15°C < 40

En este caso particular, las aguas generadas de la actividad porcina, reducen la calidad del agua y la torna total o parcialmente inadecuada para su uso <sup>(6)</sup>.

La actividad porcina se caracteriza por la producción de aguas residuales con alta concentración de demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno.

Se producen principalmente producto de las labores de aseo en corrales y pasillos, y en la utilización del agua como medio de arrastre de la materia fecal producida por los cerdos. Se ha cuantificado que se tiene un gasto de 25 a 30 litros de agua diarios por animal cuando se realizan dos lavados y de 16 a 20 litros diarios por animal cuando se realiza solo un lavado <sup>(7)</sup>.

Estas aguas residuales presentan gran variabilidad dependiendo de factores como la dotación, el peso y numero de animales y el tipo de alimentación utilizado. Estas aguas poseen propiedades ofensivas o antiestéticas y presentan alto grado de peligrosidad para la salud humana. Las características anteriores son transmitidas a los cuerpos de agua sobre las que son vertidas y cuya capacidad de auto depuración no permite su eliminación en un tiempo adecuado lo cual hace que el problema se acumule <sup>(6,7)</sup>.

También, en cuanto a desechos sólidos, los cerdos por tener una baja asimilación de los alimentos, de un 50-60% produce la cerdaza que es rica en nutrientes y la principal forma de minimización de estos desechos consiste en su reutilización para la

producción de alimento animal.<sup>(7)</sup> La separación inicial de esos lodos en la fuente en forma rápida y procesándola mientras aún esté fresca para evitar su descomposición, es muy importante, debido a que se reduce sensiblemente la carga orgánica que va a la planta de tratamiento o a los suelos y además, su reutilización evita la necesidad de instalar sistemas de biodigestión, lo cual reduce los costos de tratamiento <sup>(6)</sup>.

En general, existen las siguientes posibilidades para el empleo de los excrementos <sup>(7)</sup>:

- Fertilizantes
- Forraje para ganado, ya sea directamente (fresco o seco) o después de un tratamiento mediante procesos biológicos, químicos y físicos.
- Producción de biogás

El desarrollo de la producción agropecuaria en equilibrio con el ambiente es un aspecto que se debe impulsar y observar como prioritario dentro de la producción porcina. Por lo que, el gobierno ha plasmado a través de la ley 8262<sup>(8)</sup> que instituciones como el MAG, MS, ITCR las apoyen con asistencia técnica para mejorar su competitividad y desempeño ambiental, debido a las características y limitaciones que presentan las pequeñas granjas porcinas y, la competencia desigual que enfrentan con la apertura de mercados.

De tal modo que, instituciones como la Universidad Nacional (UNA), se han avocado a cooperar con este sector, así, en el 2002 desarrolló un proyecto de Gestión Ambiental en granjas porcinas: un caso en la quebrada de Salitral en la que el objetivo era establecer un proyecto de manejo de desechos de las granjas y coordinar un plan de gestión ambiental para disminuir los impactos negativos que esta actividad produce en el ambiente <sup>(9)</sup>.

El cantón de Moravia cuenta con un grupo organizado conformado por personeros de la comunidad y el gobierno, cuya finalidad es el mejoramiento del cantón. Un punto de su agenda, es encontrar algunas soluciones para mejorar el desempeño ambiental de microgranjas porcinas de la localidad. El distrito de San Jerónimo posee un número



significativo de pequeñas porquerizas que están teniendo objeciones ambientales por parte del Ministerio de Salud para otorgarles el permiso de funcionamiento.

Debido a lo anterior, este proyecto tuvo como objetivo general aumentar la competitividad e innovación tecnológica de micro granjas porcinas del Cantón de Moravia de San José, con el fin de que sean más eficientes en el uso de los recursos, disminuyan la generación de desechos y el impacto negativo al ambiente, compitan con mayor capacidad ante la apertura de mercados mediante la aplicación de herramientas como: 5S, producción limpia y gestión ambiental.

Los objetivos específicos planteados son:

1. Promover que los dueños de las porquerizas realicen su diagnóstico de necesidades, oportunidades de mejora en el proceso productivo y el mejoramiento continuo por medio de un programa de capacitación utilizando las herramientas de 5S, producción más limpia y el plan de manejo de desechos.
2. Identificar, evaluar e incorporar en conjunto con los productores las opciones de mejora que les permita a éstas porquerizas, adquirir mayor competitividad y mejorar su desempeño ambiental.
3. Evaluar el impacto final generado por las porquerizas. (Evaluar el impacto generado por las opciones de mejoras implementadas o a implementar)

## **6- Metodología**

En el proyecto se trabajó con cuatro microgranjas porcinas ubicadas en el cantón de Moravia de la provincia de San José; se desarrolló en tres fases.

En la primera fase se construyó el diagnóstico de oportunidades de mejoras de las cuatro microgranjas porcinas con las que se trabajó, para ello se realizaron visitas de inspección, se recolectó información sobre la actividad, se tomaron fotos, y se entrevistó a los productores.

En la segunda fase los productores implementaron algunas de las oportunidades de mejoras en las diversas áreas del proceso de producción de acuerdo con su factibilidad y se le dio seguimiento por medio de las visitas, charlas y talleres.

En la tercera fase se evaluó el impacto o potencial impacto de las mejoras implementadas o a implementar, para ello se realizaron visitas de inspección y se tomaron fotos

Durante el proceso se contemplaron una serie de talleres y el acompañamiento de un asesor durante y después de cada taller, para facilitar la implementación de la estrategia de producción más limpia y dar seguimiento al avance del proceso. Los talleres que recibieron los productores fueron 5S, Competitividad y ambiente, Uso eficiente de recursos (energía, agua y materiales), 4R's, Identificación de opciones de mejoras, Aguas Residuales y Charla sobre el Decreto del Poder Ejecutivo, N° 32312-S, Reglamento de Granjas Porcinas.

## **7- Resultados y discusión**

### **7.1 Situación inicial en infraestructura y aspecto general en cuanto a orden y limpieza de las granjas porcinas y oportunidades de mejora.**

En el Cuadro 1 se presenta Información general y el diagnóstico del estado inicial de cada una de las microgranjas porcinas en cuanto a la infraestructura.

Las microgranjas porcinas participantes en el proyecto tienen características similares. En general los productores tienen experiencia en el campo y tienen más de un año de dedicarse a la actividad como propietarios. Tres de las cuatro porcinas (1, 3, 4) corresponden a actividades familiares, lo cual es importante porque motivó a los dueños de las porcinas a querer mejorar el desempeño de su granja . Pero, por otro lado, tres de las cuatro microgranjas porcinas (1, 2, 3) alquilan el terreno donde se

ubica la actividad, esto afectó la motivación de los productores en cuanto a invertir dinero en mejoras de infraestructura principalmente. A pesar de lo anterior, dos de los cuatro productores (2, 4) estuvieron dispuestos a invertir en mejoramiento de la infraestructura, uno de ellos (4) es dueño de la finca en donde se ubica la actividad y otro (2) no lo es.

**CUADRO 1. INFORMACIÓN GENERAL DE CUATRO MICRO GRANJAS PORCINAS**

ASPECTO	MICRO GRANJAS PORCINAS:			
	1	2	3	4
<b>EXPERIENCIA</b>	El dueño se desempeña en la actividad desde los 17 años	El dueño de la granja porcina no tiene experiencia en la actividad pero tiene un socio que si tiene experiencia	El dueño de la granja porcina tiene 15 años de experiencia en esta actividad	La dueña de la granja porcina conoce la actividad desde niña.
<b>TIEMPO EN LA ACTIVIDAD</b>	Tiene dos años de tener sus propios cerdos para cría y engorde, actividad que combina con el engorde de ganado a la cual se dedica hace 10 años.	La actividad tiene un año de iniciada, es administrada por la esposa del dueño de la finca	Inició esta actividad como dueño hace 6 años	Hace año y medio compró la finca donde tiene ubicada la actividad.
<b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>	Es familiar, la atienden el esposo, la esposa y el hijo	La actividad no es la principal, no es familiar. Es administrada por la Esposa del dueño de la finca.	La actividad es familiar, la atiende él solo, además, la combina con la siembra de verduras y hortalizas que vende en la feria del Agricultor.	La actividad es familiar , solo la dueña la atiende
<b>GENERALIDADES DE LA GRANJA PORCINA</b>	La granja porcina está ubicada en una finca de unos extranjeros que no residen en el país, el dueño de la granja porcina cuida la finca. Esta tiene un tamaño de 97 000m <sup>2</sup> . La finca colinda con el río Quebrada Bosque y con otras fincas a su alrededor.	La granja porcina se encuentra en una finca que no es del dueño de la porcina, éste alquila un espacio en la finca que está principalmente dedicada a la producción de leche cruda. La finca posee un terreno de 63. 000 m <sup>2</sup>	La finca es rentada y tiene una extensión de 3 .000 m <sup>2</sup>	La actividad se encuentra ubicada en El Rodeo de Coronado, en una finca propia que posee una extensión de 6.300 m <sup>2</sup>
<b>COLINDANCIAS</b>	El galerón de los cerdos, se encuentra ubicado hacia el centro de la finca, mide aproximadamente 200 m <sup>2</sup> l, no tiene colindancias con vecinos.	La granja porcina se encuentra ubicada en la finca frente a un galerón de ordeño y lejano de casas de habitación, tiene un área aproximada de 80 m <sup>2</sup> .	La granja porcina está ubicada en un galerón aledaño a su casa de habitación, tiene un área de 100 m <sup>2</sup>	El galerón de los cerdos se encuentra ubicado a la entrada de la finca. Mide 60 m <sup>2</sup> . Está rodeada por casas vecinas a la derecha e izquierda de la porcina. Tiene problemas con los vecinos

El productor (3) a pesar de estar cerca de casas vecinas e inclusive su casa de habitación, figura 1, no ha tenido problema de quejas por malos olores o contaminación debido a que está situada en un lugar con fuertes corrientes de viento y da cierto manejo a los desechos sólidos y líquidos de la porqueriza, lo que evita la formación de gases mal olientes.



**Figura 1. Porqueriza y casa de habitación están aledañas.**

En cuanto al galerón donde se encuentran los cerdos, dos de ellos (1, 2), figura 2, están situados lejos de casas vecinas, lo cual les favorece que no tengan quejas de vecinos por malos olores o contaminación a pesar que se nota que esto está presente.



**Figura 2. Galerones alejados del vecindario.**

Otra granja porcina (4), figura 3, está cerca de la calle y casas vecinas, por lo que tiene como meta trasladar el galerón hacia el fondo de la finca para evitar quejas de los vecinos.



**Figura 3. Galerón que colinda con casas de habitación.**

**CUADRO 2. SITUACIÓN INICIAL EN LA INFRAESTRUCTURA DE CUATRO MICRO GRANJAS PORCINAS.**

INFRAESTRUCTURA DEL GALERÓN	MICRO GRANJAS PORCINAS			
	1	2	3	4
<b>Materiales de construcción</b>	Piso, paredes y columnas de concreto y techo de fibrolit	Construido con paredes y piso de cemento, techo de zinc sostenido por cerchas de madera	La Granja porcina está construida con paredes y el techo son de latas de zinc, sostenidas por postes de madera y las divisiones de los cubículos de los cerdos son de concreto.	Dos galerones pequeños, con piso de tierra, paredes y cerchas de madera que sostienen las latas de zinc del techo.
<b>Distribución</b>	Dividido en dos partes, una para los cerdos y otro para el ganado de engorde.	Está dividido en tres segmentos, una parte de engorde de cerdos y otra para las cerdas por parir o en proceso de destete separadas por medio de un canal de desagüe de agua que va a dar a un cenicero. La tercera parte se utiliza para el almacenamiento de las medicinas y el concentrado.	Está distribuido con una parte para cerdos de engorde, donde también tiene gallinas y la otra parte para las crías en proceso de destete y cerdas en gestación. Ambas partes del galerón se encuentran divididas por un canal de desagüe, que va a dar a un pastizal.	Un galerón dividido en tres secciones.
<b>Energía</b>	Utiliza energía eléctrica para calentar e iluminar al interior del galerón, debido a que es bastante oscuro y húmedo	Iluminación es natural, posee energía eléctrica utilizada en los corrales de las cerdas que recién han parido	Iluminación natural, utiliza energía eléctrica para calentar las crías.	Iluminación natural, no tiene energía eléctrica.
<b>Estado de la construcción</b>	Aunque la infraestructura es bastante buena, la apariencia no lo es por el desorden, la falta de limpieza, orden y de mantenimiento.	En general la infraestructura tiene buena apariencia y se encuentra en buen estado.	En general la construcción está en mal estado	Construcción en mal estado y muy pequeña para la cantidad de animales





**CUADRO 3. ASPECTO GENERAL EN CUANTO ORDEN Y LIMPIEZA DE CUATRO MICRO GRANJAS PORCINAS.**

ASPECTO GENERAL	MICROGRANJAS PORCINAS:			
	1	2	3	4
<b>ORDEN</b>	Hay acumulados chatarra, madera vieja y banano en los alrededores del galerón. En el techo hay materiales viejos que cuelgan de las cerchas. Se observan materiales acumulados en todas partes, incluso a la entrada están los sacos de concentrado y encima de los corrales de los cerdos se encuentran colocadas las medicinas con otros objetos.	Hay algunos materiales acumulados en frente del galerón	Se observa algo de desorden a la entrada de la granja.	Se observa escombros y otros materiales acumulados por todos lados,
<b>LIMPIEZA</b>	Al interior del galerón se siente mal olor y se nota mucha suciedad en los pasillos, corrales y cerdos. Hay mucha tela de araña colgando del techo. Tiene mala apariencia por el desorden, la falta de limpieza, orden y mantenimiento	Hay algunas pequeñas cantidades de cerdaza acumuladas en el cenicero que, en los caños de desagüe de los corrales y caños fuera del galerón, que genera mal olor y moscas. También se observan telas de araña en las cerchas. En general la apariencia de la granja es bastante buena en cuanto a orden y limpieza.	Se observa concentración pequeña de sólidos (cerdaza y aserrín) en las salidas del agua de lavado. Se percibe poco olor y poca cantidad de moscas, se observan limpios los cerdos y cubículos. Las instalaciones muestran buena apariencia en cuanto a limpieza y orden	Hay mal olor y moscas,.Los cerdos y los cubículos se encuentran sucios. En general el galerón tiene mala apariencia por el desorden y poco aseo

Del cuadro 2 se nota que hay 2 micro granjas porcinas (3, 4), figura 4, que están en malas condiciones de infraestructura, están construidas con latas vieja, pedazos de madera y material de desecho, hay otras dos granjas porcinas (1, 2), figura 5, que su infraestructura está hecha de buenos materiales y en general la estructura del galerón están en buenas condiciones, excepto que una de estas dos porquerizas (1) está tan desordenada y tan sucia que tiene muy mala apariencia, la otra si se ve muy bien pues está construida con buenos materiales y muestra orden y limpieza.



**Figura 4. Galerones con infraestructura deficiente.**



**Figura 5. Galerones con infraestructura aceptable.**

En el cuadro 3 se observa que en general dos de los cuatro galerones (1, 4), figuras de la 6 a la 12, tienen problemas de orden, limpieza y organización de los materiales, presentan malos olores y moscas, las otras dos (2, 3) están relativamente bien en cuanto orden, limpieza y organización, aunque también deben realizar algunas actividades al respecto para mejorar su aspecto. Como son:



**Figura 6. Entrada principal y pasillos no despejados.**



**Figura 7. Alrededores del galerón con escombros y desechos.**



**Figura 8. Los animales y sus corrales sucios.**





**Figura 9. Techos con telarañas y materiales viejos.**



**Figura 10. Desagües sucios.**



**Figura 11. Hacinamiento de cerdos por corral.**



**Figura 12. Falta de organización de las medicinas y el alimento animal.**

De lo anterior se deduce que las opciones de mejoras en cuanto a infraestructura están relacionadas con el mejoramiento de las condiciones estructurales del galerón. En cuanto a orden, limpieza y organización del galerón las opciones de mejoras están relacionadas con el despeje de pasillos y lugares de trabajo, selección y ordenamiento de animales, materiales, limpieza de paredes, caños de desagüe, corrales y alrededores.

En el cuadro 4 se muestran las opciones de mejoras que se establecieron para el mejoramiento de la infraestructura, el orden y la limpieza de las microgranjas porcinas y su porcentaje de cumplimiento.

Las figuras de la 13 a la 15 muestran el avance logrado por las porcinas en los aspectos anteriormente mencionados.

**CUADRO 4. OPCIONES DE MEJORA EN INFRAESTRUCTURA, ORDEN Y LIMPIEZA.**

OPCIÓN DE MEJORA	COMENTARIO	CUMPLIMIENTO %
1. Eliminación de objetos que no se ocupan en la actividad productiva.	Principalmente se trata de escombros, chatarra y madera. Algunos inclusive vendieron chatarra	75
2. Limpieza de techos y paredes del galerón.	Principalmente quitaron telas de araña y polvo	75
3. Despejar la entrada al galerón, pasillos y alrededores.	Acomodaron principalmente el concentrado, herramientas y otros insumos que obstaculizaban el paso	75
4. Los alrededores limpios, libres de maleza, estancamientos de agua, restos de alimentos u objetos en desuso.	Se eliminó escombros y materiales en desuso al frente del galerón, se limpiaron caños con sólidos acumulados.	75
4. Limpiar estructura interna de los corrales.	Lavado a fondo de los corrales, quitar telas de araña.	75
5. Limpieza de caños de desagüe del galerón.	Limpieza de caños de desagües y ceniceros con restos de cerdaza	75
6. Abastecimiento adecuado de agua, en cuanto a suficientes cantidad y presión, accesible a todas las áreas.	Hay una granja porcina que no cuenta con agua y debe traerla en estañones.	75
7. Pisos, paredes, pasadizos, caños y aceras de construcción tal que permita una movilización fácil por las instalaciones, de material impermeable, que permita la limpieza y la eliminación de los desechos que se generan en la granja.	En general tres granjas cumplen con estas características, desde el inicio del proyecto	75
8. Los techos de estructura resistente, en buen estado, sin goteras o escurrimientos de agua de lluvia.	Todas las granjas cuentan con esta característica desde el inicio del proyecto	100
9. Bebederos y comederos resistentes al uso, en buen estado, conservación y limpieza, sin fisuras o desperfectos que puedan ocasionar derrames.	Todas las granjas cuentan con esta característica desde el inicio del proyecto	100
10. Bodegas para almacenar el alimento, con piso de concreto y paredes de material impermeable, libre de humedad y que impidan el ingreso de insectos y roedores.	Solo una granja construyó una bodega para alimento	25
11. Los corrales de estabulación de los cerdos deberán ser construidos de forma que cada animal pueda acostarse, descansar y levantarse sin dificultad.	Una porcina presentaba problemas de hacinamiento de cerdos en los corrales	75
12. Galerón con buena ventilación, pero sin permitir corrientes de aire que puedan perjudicar la salud de los animales sobre todo en los meses de invierno.	Una granja porcina tiene los corrales en una sola hilera con el frente destapado	75
13. Hacer o reparar los pisos de concreto, para que la limpieza y desinfección sea más efectiva.	Dos porcinas cuentan con piso de concreto en buenas condiciones, otra puso piso de concreto con el desnivel correcto ya que no contaba con esto.	75



Del cuadro 4, se observa que las mejoras realizadas son básicamente de buenas prácticas. Debido a que hay tres granjas porcinas (1, 2, 3) que alquilan y los productores no están dispuestos a invertir en infraestructura, al menos en dos de ellas (1, 3). Tres de las cuatro granjas porcinas aplicaron el despejar, clasificar, ordenar y limpiar; solamente la microgranja 1 no aplicó ninguna opción de estas y algunas de ellas se muestran a continuación:



**Figura 13. Corrales y cerdos limpios.**



**Figura 14. Alrededores de los galerones limpios y despejados.**



**Figura 15. Pasillos despejados y caños limpios.**

De las cuatro porcinas dos de ellas invirtieron en infraestructura, la porcina 4 invirtió en la construcción de un galerón al fondo de la finca con el fin de alejarla de las casas vecinas, figura 16, construyó los pisos en concreto, pues inicialmente los tenía de tierra, mejoró la inclinación de los pisos para mejorar el desagüe de las aguas de lavado y escurrimiento de los orines de los cerdos. También hizo una fosa de concreto de 2m x 2m x 4 m donde recoge el agua de lavado.



**Figura 16. Ubicación de la porqueriza al fondo de la finca.**

La porcina 2 invirtió en la construcción de canales en cemento, figura 17, para los desagües de las aguas de lavado y en una bodega para almacenar adecuadamente el concentrado y los medicamentos, figura 18.





**Figura 17. Canales de desagüe de cemento.**



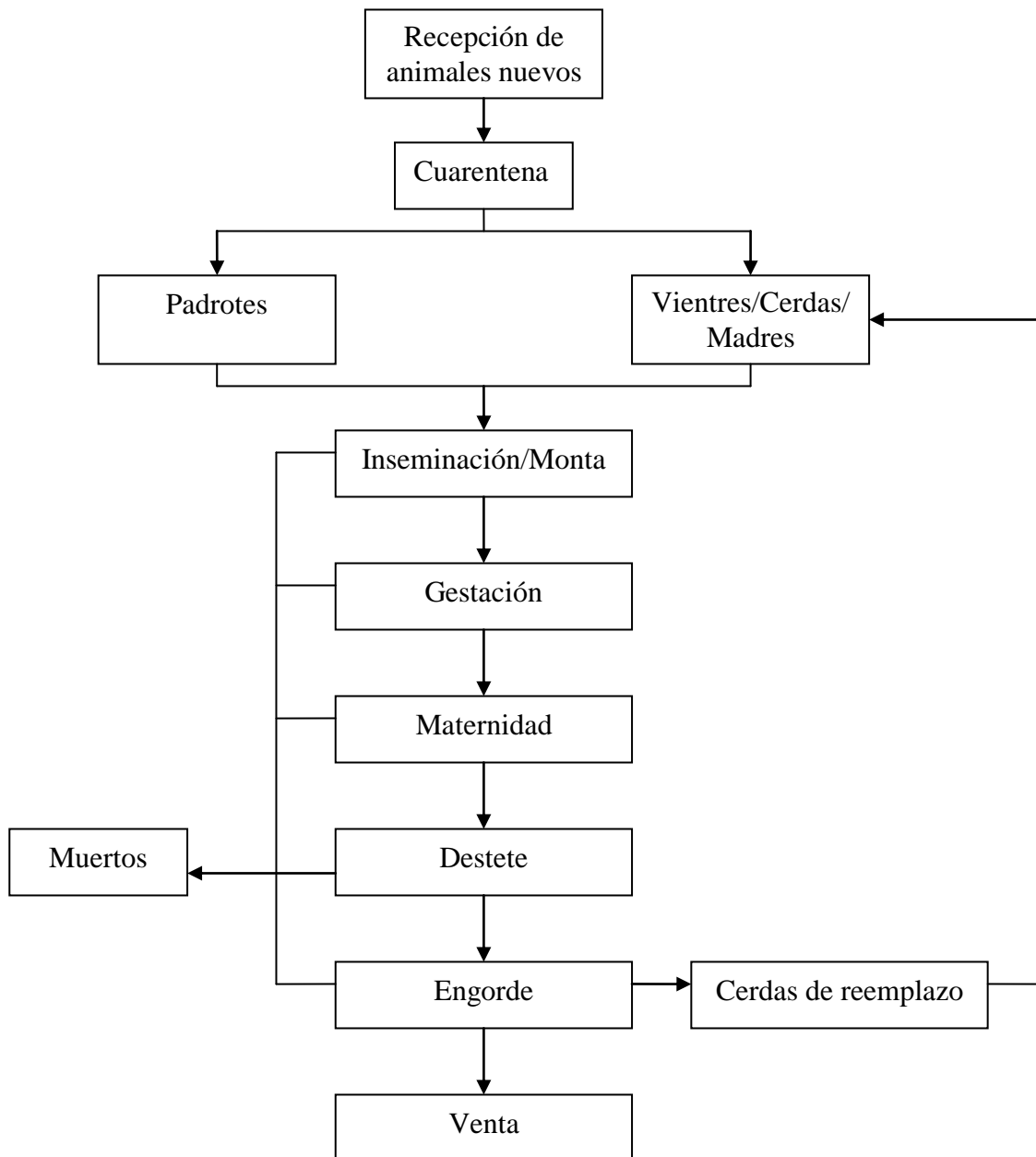
**Figura 18. Bodega de almacenamiento del alimento y las medicinas de los animales.**

Las otras dos microgranjas no realizaron mejoras en infraestructura, aunque en general 3 de las cuatro porcinas cumplen con los requerimientos de infraestructura que exige la normativa y al contrario tres de las cuatro granjas porcinas no cumplen con tener una bodega para el almacenamiento del concentrado en forma adecuada.

## **7.2 Situación inicial del proceso de producción y opciones de mejoras**

En general, el proceso de producción de una granja porcina que se dedica a la cría y engorde de cerdos se resume en la figura 19. Cada uno de los procesos unitarios señalados en el diagrama requiere de una atención especial en cuanto a las instalaciones, manejo y

vigilancia. En el caso de las granjas porcinas en estudio, las cuatro se dedican a la cría y engorde de cerdos.



**Figura 19. Diagrama de flujo de producción de una granja porcina dedicada a la cría y engorde.**

La recepción de animales nuevos y la cuarentena son dos procesos unitarios que realizan todas las porcinas, cuando compran para reponer padrotes, madres o cerditos para engorde.

En cuanto a la gestación esta se realiza por medio de monta en tres de las cuatro porcinas (1, 2, 3), ya que poseen las cerdas (madres) y los padrotes, la porcina 4 realiza la gestación por medio de inseminación de las cerdas porque no tiene padrote. Algunas madres y padrotes los hacen en las mismas porcinas cuando nace algún cerdo o cerda fina.

Las cerdas a punto de parir son separadas en corrales para tal fin (parideras) y se vigila para evitar que cuando nazcan los cerditos sean aplastados por la cerda. Nacen de 14 a 16 cerditos en cada parto, de los que sobreviven de 10 a 12 cerditos y mueren de dos a cuatro cerdos al nacer. Los lechoncitos se castran a los siete días o como máximo a los 15 días de haber nacido, y el destete se realiza a los dos meses, esta operación la realizan todas las porcinas, mientras que el engorde a pesar que se realiza en todas las porcinas, los productores indican que esta actividad deja poco margen de ganancias y algunas están planificando realizarlo ocasionalmente.

De las operaciones indicadas en la figura 19, el estudio se centró en dos actividades del proceso de producción que son la alimentación y la limpieza de los animales y el galerón, por ser actividades que se realizan diariamente en las porcinas y además son dos tareas que son muy importantes tanto para la cría y el engorde como para la salud animal y el desempeño ambiental de la porcina. En el siguiente cuadro 4 se muestra para cada granja porcina la forma de realizar estas actividades.

**CUADRO 5. MANEJO DIARIO DE CUATRO MICRO GRANJAS PORCINAS**

ACTIVIDAD	MICRO GRANJAS PORCINAS:			
	1	2	3	4
<b>FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN</b>	Los cerdos grandes los alimenta dos veces al día y los pequeños se alimentan constantemente.	Los cerdos grandes se alimentan dos veces al día, y los pequeños constantemente.	Los cerdos los alimenta dos veces al día. Los cerdos pequeños se alimentan constantemente	Todos los cerdos se alimentan dos veces al día.
<b>TIPO DE ALIMENTACION</b>	En la alimentación de los cerdos utiliza concentrado y bananos pelados. Las cáscaras las utiliza como alimento del ganado de engorde.	Utiliza solo concentrado,	Utiliza concentrado y plátano maduro tostado.	Las cerdas comen concentrado y los cerditos desechos de comida, frutas y vegetales.
<b>MÉTODO DE LIMPIEZA</b>	Primero recoge la cerdaza luego lava los corrales a manguera abierta.	Los corrales y cerdos se lavan una vez al día con una manguera a presión.	Emplea aserrín para recoger los orines y la cerdaza, primero barre y luego lava, si está muy caliente el día lava 1 o 2 veces con agua, sino solo lava una vez.	Lava una vez al día los cerdos y los corrales con agua de naciente privada.
<b>DISPOSICIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS</b>	La cerdaza la utiliza para alimento de ganado de engorde estabulado. El agua de lavado y restos de desechos sólidos van a una pileta donde se producen lixiviados que se desechan en la quebrada que atraviesa la finca.	Los desechos sólidos no se recogen antes, estos van junto con el agua de lavado al patio.	El aserrín con orines y cerdaza se lanza en los cultivos.	El agua de desecho sale por un caño a una fosa de tierra donde recoge las aguas residuales y de ahí sale a un drenaje.



De acuerdo con el cuadro 5 las cuatro porcinas alimentan los cerdos con concentrado, sin embargo tres de ellas (1, 3 y 4) sustituyen parte del concentrado con banano maduro pelado, plátano tostado y desechos de comida, frutas y vegetales, con el fin de bajar costos, figura 20.



*Concentrado*



*Banano maduro*



*Plátano tostado*



*Frutas y verduras*

**Figura 20. Base de la alimentación de las porcinas.**

Los productores no cuentan con una medida apropiada de la cantidad mínima de concentrado que deben de recibir los cerdos según raza, función y edad para evitar desperdicio, tampoco llevan controles de crecimiento y peso para corroborar que la alimentación no esté afectando la producción.

Con respecto a la operación de limpieza se encontró que las porcinas 2 y 4 no recogen los sólidos antes de lavar con agua, provocando la generación de aguas con una alta carga de contaminantes. Las porcinas 1 y 3 recogen la cerdaza antes de lavar con agua, lo cual es una buena práctica para disminuir la carga de contaminantes en el agua de desecho, sin embargo la recolección de estos sólidos no se realiza en forma más minuciosa, tampoco tienen parrillas o cedazos en los desagües de los caños para retener los sólidos finos, ya que se encontró que hay sólidos en los caños y desagües

de salida de las aguas de lavado, estos sólidos al no recogerse provocan malos olores y aparición de moscas. Durante la operación de lavado las porcinas 1, 3, y 4 no utilizan una pistola de agua para aumentar presión de salida del líquido y regular el paso de agua según se necesite, solo la porcina 2 cumple con esto. Ninguna de las porcinas tiene implementado el lavado en seco.

En el cuadro 6 se muestran las opciones de mejoras propuestas para la alimentación y la limpieza.

**CUADRO 6. OPCIONES DE MEJORAS EN LA ALIMENTACIÓN Y LIMPIEZA**

<b>OPCIÓN DE MEJORA</b>	<b>COMENTARIO</b>	<b>% DE CUMPLIMIENTO</b>
Contar con medida apropiada de la cantidad concentrado que deben recibir los cerdos según raza, edad, función	Los productores tienen una medida establecida con base en la experiencia y tradición; realizan cambios en la alimentación pero no lo realizan con una base técnica, en donde midan el impacto de los cambios con el fin de establecer la mejor dieta en cuanto, composición cantidad y precio.	Pendiente
Llevar control de peso y crecimiento	Principalmente para la producción de engorde	Pendiente
Buscar alguna alternativa de alimentación que baje costos sin que afecte la producción	Sustituyen parte de concentrado con banano maduro, banano tostado y residuos orgánicos de restaurantes	75
Recoger cerdaza antes de realizar lavado	La cerdaza se recoge para utilizarla en alimentación de ganado, abono y producción de biogás	75
Aprovechamiento de la cerdaza	La cerdaza es utilizada para alimento de ganado de engorde, en los cultivos de hortalizas y en general para el mejoramiento de los pastizales.	75
Colocar parrillas en los sistemas de desagüe	Para retener sólidos finos	Pendiente
Limpieza de caños y sistemas de desagües	Hacer la opción de una actividad diaria.	75
Utilizar microorganismos eficientes para eliminar malos olores	Uno de los problemas de mayores quejas son los olores que emiten las porcinas. Estos Microorganismos eficientes son preparados por el mismo porcicultor, lo cual es una ventaja porque no produce la introducción de microorganismos externos y es una medida de bajo costo	75
Utilizar control biológico para eliminar moscas	Utilizar trampas con abejas que contaminan con bacterias a las moscas y las mata	25
Utilizar pistola de agua durante el lavado para regular el consumo de agua	Colocar una pistola reguladora del paso del agua al final de la manguera.	25
Implementar el lavado en seco alternándolo con lavado con poca cantidad de agua cada 22 días	Esto reduce de manera significativa la cantidad de agua residual generada.	25

El concentrado es el alimento principal de los cerdos, y según el cuadro anterior se deduce la necesidad de realizar estudios que optimicen la dieta de los cerdos con el fin de utilizar eficientemente los concentrados para garantizar una correcta nutrición y disminuir costos, esta es una tarea pendiente en todas las porcinas al igual que llevar los controles de producción que actualmente no realizan.

En cuanto a la limpieza, las opciones propuestas son de buenas prácticas de manejo que requieren cambio de actitud en cuanto a como realizar las tareas, estas han sido implementadas algunas por una y otras por tres de las porcinas, excepto en lo que se refiere a instalar parrillas que está pendiente de realizar por todas las porcinas y de las cuales hay dos de ellas (2 y 4) que están implementándolas. La porcina 4 implementó el lavado en seco el cual consiste en recoger la cerdaza y orines con aserrín y lavar cada 22 días a fondo los corrales, con lo cual el gasto agua y la contaminación se reduce significativamente.

En cuanto al uso que las porcinas le dan a la cerdaza, la 1 la utiliza como alimento para su ganado de engorde estabulado, la 3 como abono en los cultivos de hortalizas que posee en la finca y la porcina 2 la utiliza para abonar los pastizales, figura 21.



*Alimentación de ganado estabulado*

*Abono para hortalizas y verduras*

*Abono para pastizales*

**Figura 21. Utilización de la cerdaza.**

En cuanto a la porcina 4, envía los desechos de cerdaza a una fosa que ha construido para tal fin, figura 22.





**Figura 22. Fosa para recibir los desechos sólidos y líquidos del proceso de lavado de la porqueriza.**

### **7.3 Situación productiva de las porcinas.**

En el cuadro 7 se muestra la producción de cerditos de destete y engorde y las ventas realizadas en el último año por las cuatro microgranjas porcinas. La información con que se cuenta se refiere a la producción de cerdos para el destete, aunque para la porcina 4 se conoce además la producción de cerdos de engorde y para la porcina 2 los datos solo corresponden a la producción de cerdos de engorde en los primeros seis meses de funcionamiento de la granja durante el segundo semestre del 2006, dado que esta es la porcina con menos tiempo de funcionamiento. El cuadro refleja también el número de animales que manejan las porcinas participantes en el proyecto.

**CUADRO 7. PRODUCCIÓN Y VENTA DE CUATRO MICRO GRANJAS PORCINAS. 2006.**

<p><b>ACTIVIDAD</b></p> <p><b>PORCINA</b></p>	<p><b>1</b></p>	<p><b>2</b></p>	<p><b>3</b></p>	<p><b>4</b></p>
<p><b>NÚMERO DE ANIMALES Y PRODUCCIÓN</b></p>	<p>Obtiene en promedio 33 partos (dos destetes por año por cerda), a cada cerda le logra alrededor de 10 partos en un periodo de 4 a 5 años de productividad.</p> <p>En cada parto las cerdas tienen entre 14 y 17 lechoncillos de los cuales sobreviven entre 10 y 12 los que vende cumplido los 2 meses.</p>	<p>Tiene un macho y 5 cerdas en producción a las cuales se les saca 2 partos al año con un promedio de nacimientos de 16 cerditos de los que sobreviven de 10 a 12.</p> <p>El primer año de funcionamiento obtuvo 5 partos, con un promedio de sobrevivencia de 11 cerditos por cerda.</p>	<p>Tiene en el momento del estudio entre 40 a 50 cerditos para la venta.</p> <p>Además, tiene 11 cerdas en producción y un macho. Considerando que cada cerda tenga dos partos al año y que en promedio sobrevivan de cada parto 11 cerditos, se tienen 22 partos al año, por lo que se estima que en total tiene una producción en promedio de 242 cerditos.</p>	<p>Tiene en el momento del estudio 13 cerditos para la venta.</p> <p>Tiene 7 cerdas grandes (de las cuales en el momento del estudio tres estaban habilitadas) y 20 cerdos para engorde. No tiene macho, las cerdas las insemina.</p> <p>Considerando que cada cerda tenga dos destetes por año y que en cada parto sobrevivan en promedio 11 cerditos, la producción promedio de cerditos al año sería de 154 cerditos. Los cerdos de destete los vende a los dos meses de edad.</p>
<p><b>VENTAS</b></p>	<p>Vende en promedio 363 cerditos al año a un precio de entre ¢15 000 a ¢16 000 cada uno, lo cual corresponde en promedio a ¢5 626 500,00 anual. Los meses de alta demanda son enero, junio y julio.</p>	<p>Para el mes de diciembre 2006, vendieron 55 cerdos con un peso entre 80 kg. a 100 kg. a un precio de ¢1 200 a ¢1 100 por kilogramo, lo cual significa un monto de ¢5 692 500</p>	<p>No se obtuvo el dato de cuanto vende al mes o al año; pero indica que vende las crías a los dos meses de edad.</p> <p>Se estima que al año produce en promedio 242 cerditos, si los vende a un precio de entre ¢15 000 a ¢16 000 cada uno, obtiene entradas por ¢3 751 000 en promedio. No se tiene información acerca de si realizó alguna venta de cerdos de engorde.</p>	<p>Si los cerdos para engorde los vende a ¢1 250 / kg. y estos en promedio pesan 90 kg., tendría unas entradas de ¢2 250 000.</p> <p>Además, se estima que al año vende en promedio 154 cerditos a un precio de entre ¢15 000 a ¢16 000 cada uno, por lo que se estima obtiene entradas por ¢2 387 000. El total de entradas sería de ¢4 637 000.</p>

La estimación de la producción anual de las porcinas se realizó con base en el número de cerdas o vientres (madres) que cada porcina tenía en el momento de iniciar el proyecto y además, suponiendo que cada cerda tiene dos partos al año. Las ventas se estimaron con base en los precios de venta de los lechones o de la carne en febrero 2007.

La cantidad de cerdos en las granjas varía constantemente debido a que es una actividad muy dinámica, permanentemente se están vendiendo cerditos y se están comprando nuevos para engorde o para reponer padrotes, madres o para ampliar la producción, principalmente se observó que compran cerdos para engorde, mientras que la producción (destete) que obtienen la venden.

Los productores manifiestan que esta actividad, principalmente la de engorde, deja un margen de ganancias muy bajo debido al alto costo y alto consumo de concentrado. Además, si los cerdos pesan más de 100 kg el precio de la carne es castigado debido alto contenido de grasa por lo que los cerdos deben tener una buena dieta. Algunos de los productores manifestaron que no llevan registros de gastos, producción y venta, lo cual constituye una mejora que deben incorporar a su actividad, con el fin de poder analizar las utilidades que la actividad le genera y controlar los gastos.

#### **7.4. Materias primas e Insumos.**

En el cuadro 8 se muestran los gastos y consumo de alimentos e insumos mensual de las cuatro microgranjas porcinas en estudio.

**Cuadro 8. CONSUMO Y GASTOS EN ALIMENTOS Y ALGUNOS INSUMOS DE LAS GRANJAS PORCINAS.**

<b>PORCINA:</b> <b>RUBRO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Concentrado	De engorde (¢7300/ 46 kg) De lactancia ¢7800 / 46 kg	De engorde, desarrollo reproductivo y de lactancia	¢7 200 por saco de 46 kg	De engorde
Gasto de concentrado	19 sacos /mes ¢118 000 a ¢120 000	25 sacos de 46 kg por mes ¢188 750	20 sacos/mes ¢144 000/mes	2 sacos/semana ¢13400/semana
Otros alimentos	12 estañones de Banano pintón o maduro tres veces por semana (¢500/estañon)	---	Plátano maduro tostado	Desechos de comida de un hotel (frutas, vegetales)
Gasto de otros alimentos	24-36 estañones por /semana. ¢12 000-¢18 000)	-----	500-600 kg/mes ¢60 000/mes	3 estañones/ semana ¢9000
Medicinas	vitaminas, desparasitante, hierro	vitaminas, desparasitante, hierro	Ocitocina, hierro,	Vitaminas y desparasitante
Gasto en medicinas	¢50 000/mes	¢50 000/mes	¢50 000/mes	¢80 000/mes
Electricidad	Para calentar los cerdos recién nacidos	Para calentar los cerdos recién nacidos.	Para calentar cerditos	No cuenta con electricidad en el galerón
Gasto en electricidad	¢10 000 a ¢12 000	¢10 000 a ¢12 000	¢6000 a ¢7000	----
Agua	La obtenía de una naciente que se secó, ahora necesita sacarla del río Agrá para lo cual debe comprar una bomba	El agua la toman de una naciente y se almacena en un tanque, luego es enviada al galerón de los cerdos por medio de una bomba de agua.	Municipal (AYA) o a veces se toma del río	Naciente privada
Gasto en agua	---	---	¢5000-¢6000.	No se ha cuantificado
Aserrín	No utiliza aserrín	No utiliza aserrín	Lo compra o lo consigue regalado. El precio es variable.	No usa aserrín.
Gasto en aserrín	----	---	20 sacos/mes. Se estima ¢6000 /mes	-----
<b>Gasto total/mes</b>	<b>¢226 000 a ¢254 000</b>	<b>¢ 249 750</b>	<b>¢ 272 000</b>	<b>¢142 600</b>

Con respecto a los gastos que se muestran en el cuadro 8, corresponden a los gastos que tenían los productores al inicio del proyecto, dentro de estos gastos no se contemplan los gastos por mano de obra, pues generalmente esto lo asumen los productores con su propio trabajo, tampoco se contabiliza el alquiler del espacio en la finca, la inversión en infraestructura o equipo, créditos e intereses.

Al comparar los gastos que muestra el cuadro 8 con las ventas del cuadro 7 se obtiene las utilidades que se muestran en el cuadro 9.

**CUADRO 9. UTILIDADES ANUALES DE CUATRO MICRO GRANJAS PORCINAS DEL CANTÓN DE MORAVIA**

<b>PORCINAS:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>VENTAS</b>	¢ 5 626 500,00	¢ 5 692 500	¢ 3 751 000	¢ 4 637 000.
<b>GASTOS</b>	¢2 271 000- ¢3 048000	¢2 997 000	¢3 264 000	¢1 704 000
<b>UTILIDADES BRUTAS</b>	¢3 355 500-¢2 578 500	¢2 695 500	¢487 000	¢2 933 000
<b>GASTOS/VENTAS</b>	<b>0,43</b>	<b>0,53</b>	<b>0,87</b>	<b>0,37</b>

En el caso de este estudio las utilidades obtenidas por las porcinas son un reflejo de la eficiencia en el manejo de la alimentación y los insumos debido a que no se están considerando otros gastos, por lo tanto las utilidades reales podrían ser menores, porque también para las porcinas 1 y 3 no se consideran las ventas por la actividad de engorde y en la porcina 2 solo se considera engorde. Sin embargo, la porcina 4, según el cuadro 9 es la que posee mayores ganancias por colón invertido, debido a que es la que invierte menos en concentrado, lo cual demuestra que es posible disminuir los gastos de éste rubro, buscando otras opciones para la alimentación de los animales, sin descuidar la nutrición de éstos, o por lo menos implementar la opción recomendada en el cuadro 5 de contar con una medida apropiada de la cantidad concentrado que deben recibir los cerdos según su raza, edad, función o destino y sobre todo llevar los controles de gastos, ventas y productividad de cada animal, con el fin de que sea vendido en el momento oportuno, esto es antes de que gaste más en consumo de concentrado que lo que generará por aumento de peso.

## **7.5 Manejo de desechos sólidos, líquidos y oportunidades de mejora.**

Los desechos sólidos que se generan en la actividad porcina son principalmente la cerdaza, sacos que contenían el concentrado y envases vacíos de los medicamentos que se utilizan en los cerdos. Los desechos líquidos provienen del lavado de los cerdos y de los corrales.

En el cuadro 10 se muestra como son manejados los desechos sólidos y líquidos producto de la actividad porcina en cada una de las granjas porcinas en estudio.

**CUADRO 10. MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE CUATRO MICRO GRANJAS PORCINAS**

MANEJO DE DESCOS	MICRO GRANJAS PORCINAS			
	1	2	3	4
<b>SÓLIDOS</b>	<p>Se recogen 6 cubetas de cerdaza al día. Parte de la cerdaza se le da de alimentos al ganado vacuno, otra parte de los sólidos son llevados a un biodigestor para producir gas que es empleado para cocinar. Las dimensiones del biodigestor son: de 1,30 m de ancho x 1,30 m de alto x 5 m de largo.</p> <p>Tiene una pileta donde acumula el resto de los sólidos, las dimensiones de éste son: 15 m x 10 m x 30 m.</p> <p>Los sacos de concentrado vacíos, los acumula porque está ideando un proceso para reutilizarlos (creación de una lámina protectora contra viento).</p>	<p>La cerdaza va junto con el agua de lavado al patio. Recoge las botella de medicinas y las envía al recolector, los sacos del concentrado los acomoda en tarimas dentro de la bodega mientras los vende.</p>	<p>Los desechos sólidos constituidos por cerdaza y aserrín se separan antes del lavado y depositan en los cultivos. Los envases vacíos de las medicina se depositan en la basura tradicional.</p>	<p>Los desechos sólidos de cerdaza no se separan, estos son llevados junto con el agua de lavado a un hueco o tanque en el suelo donde se recogen las aguas contaminadas.</p>
<b>LÍQUIDOS</b>	<p>Tiene un caño que va paralelo a la calle de acceso al galerón, este lleva los líquidos que salen de la pileta de sólidos y lleva el agua de fermento del banano. Este caño tiene un drenaje y una alcantarilla que lleva los líquidos a una laguna situada a un costado de la calle en un potrero.</p>	<p>Los desechos líquidos producto del lavado de cerdos y corrales salen por un caño a un terreno ubicado al costado del galerón, en el cual hay un hueco o especie de laguna.</p>	<p>Los desechos líquidos del lavado de los cerdos y galerón, arrastra algunos pequeños restos de cerdaza con aserrín, esta sale por tres caños que dan a un charral que colinda con el río Agrá.</p>	<p>Las aguas contaminadas salen del tanque a un drenaje.</p>

Como muestra el cuadro 10, las microgranjas 2 y 4 no manejan adecuadamente los desechos sólidos y líquidos pues no separan la cerdaza antes de lavar, esto produce aguas de desechos sumamente contaminadas con una gran carga de materia orgánica que convierten a estas aguas como no aptas para disponer en cuerpos receptores (ríos, quebradas o lagunas), en el terreno o plantaciones ya que pueden contaminar las aguas superficiales o subterráneas por infiltración.

Las microgranjas 1 y 3, dan un mejor manejo a los desechos sólidos, pues la porcina 1 aprovecha parte de la cerdaza como alimento para el ganado y para producir biogás al utilizar una porción de la cerdaza para alimentar un biodigestor, figura 23, cuyo gas es utilizado para la cocina de su casa de habitación, mientras que la porcina 3 utiliza la cerdaza como abono para los cultivos de hortalizas; sin embargo los desechos sólidos no se recolectan completamente, siempre hay alguna porción de estos que van contaminando el agua de lavado y en el caso de la porcina 1 tiene derrames de la cerdaza húmeda que se encuentra acumulada en la pileta en días de lluvia, este derrame ocurre hacia el patio y el río, figura 24.



**Figura 23. Biodigestor**



**Figura 24. Pileta de almacenaje de la cerdaza.**

Las aguas del lavado de los cerdos y corrales de tres microgranjas porcinas fueron analizadas químicamente, obteniéndose los resultados que se muestran en el cuadro 11.



**CUADRO 11. ANÁLISIS QUÍMICOS DE AGUAS RESIDUALES DE TRES MICRO GRANJAS  
PORCINAS. 16 DE MAYO DE 2007**

ANÁLISIS	RESULTADOS			
	MICROGRANJA 4	MICROGRANJA 3	MICROGRANJA 2	Valores Máximos permisibles
Grasas y Aceites ( mg/L)	(436,4 ± 7,0)	(528,6 ± 8,3)	(343,0 ± 5,8)	<b>30</b>
Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L)	(11911 ± 739)	(8742 ± 527)	(59550 ± 3550)	<b>500</b>
Sólidos suspendidos Totales (SST) (mg/L)	(12058 ± 39)	(7351 ± 24)	(52729 ± 168)	<b>200</b>
Sólidos Sedimentables (SSed) ( ml/L)	(200,00 ± 0,05)	(75,00 ± 0,05)	(900,00 ± 0,05)	<b>1</b>

El cuadro anterior muestra que ninguna de las tres microgranjas porcinas cumple con lo establecido en el Reglamento sobre el vertido y reuso de aguas residuales, decreto ejecutivo número 33601-MINAE-S del 19 de Marzo de 2007, según tipo de actividad CIU-01221, Producción Agropecuaria.

Con los análisis efectuados se demuestra que el agua residual contiene una alta contaminación al ser comparados los valores obtenidos con los valores máximos admisibles debido a la alta carga orgánica que lleva principalmente por la presencia de la cerdaza, la cual no es separada adecuadamente antes de realizar el lavado y sobretodo en las porcinas 4 y 2, que son las que muestran los valores más altos en DQO, SST y Ssed. La microgranja 3 separa la cerdaza antes de lavar y es la que muestra los valores más bajos en los parámetros indicados anteriormente; pero aun así no cumple con la normativa, el agua siempre arrastra una cantidad significativa de cerdaza y aserrín que no son bien recolectados antes de realizar el lavado y debido a la ausencia de sistemas de contención de sólidos (por ejemplo, rejillas).

A la micro granja 1, no se le hizo el muestreo de las aguas residuales debido a que el dueño de esta porcina mostró poca colaboración en el proyecto y el día de muestreo no se encontraba en la porcina. Sin embargo por el manejo que le da a las aguas de lavado y a la cerdaza, el agua debe tener características similares, o sea parámetros por encima de la norma.

El cuadro 12 muestra las opciones de mejora propuestas para realizar un adecuado manejo de los desechos líquidos y sólidos de las granjas porcinas.

**CUADRO 12. OPCIONES DE MEJORAS EN EL MANEJO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS SÓLIDOS.**

<b>OPCIÓN DE MEJORA</b>	<b>COMENTARIO</b>	<b>% DE CUMPLIMIENTO</b>
Recolección de cerdaza para su aprovechamiento	Aprovechar la cerdaza como abono, o para producir biogás o como alimento de ganado , disminuyendo con esto la alta carga orgánica en el agua de lavado	75
Disminuir sólidos en aguas de lavado	Es necesario reducir la carga orgánica, sólidos suspendidos y sedimentables en las aguas, para ello es necesario la utilización de sistemas de contención de sólidos	Pendiente
Establecer sistemas de tratamiento de aguas residuales no convencionales adecuadas a micro granjas porcinas	Pueden ser lagunas de oxidación, sistemas de drenaje, u otros sistemas	50
Reutilización y reciclaje de sacos	Algunas porcinas venden los sacos y otras lo reutilizan dentro de la misma granja.	100
Disposición adecuada de envases de medicamentos y medicinas vencidas	Estos desechos son enviados a los rellenos sanitarios por medio del sistema de recolección de desechos ordinarios	100

El porcentaje de cumplimiento de las opciones de mejoras propuestas refleja que falta mejorar el manejo de los desechos sólidos y líquidos, lo cual implica una reducción significativa en la contaminación del ambiente por aguas residuales con alto contenido de sólidos que pueden contaminar el suelo, las aguas superficiales y subterráneas.

Con respecto al aprovechamiento de la cerdaza, la granja porcina 2 no la separa del agua del lavado pero está en proceso de diseño de un biodigestor para utilizar la mezcla agua cerdaza para producir biogás y aprovecharlo para

calentar los cerditos recién nacidos y para el alumbrado del galerón, con lo cual no solo se aprovecharía la cerdaza sino que también sería un sistema de tratamiento para el agua residual.

La opción de mejora de establecer un sistema de tratamiento de las aguas residuales está implementada solo en un 50 % porque es una opción de mejora de mayor costo económico. La porcina 3 no han implementado mejora para el tratamiento y no está dispuesto a invertir porque requiere alta inversión económica y no es propietario de la finca. La porcina 4 invirtió en construir un tanque de oxidación y un sistema de drenaje, además de que implementó el lavado en seco, el cual produce muy poca agua residual.

## **8- CONCLUSIONES**

Algunos beneficios obtenidos desde el punto de vista técnico, económico y ambiental producto de las opciones de mejora implementadas son:

- La aplicación de las 5S en tres de las cuatro porcinas permitió mejorar el ambiente de trabajo y un mejor aprovechamiento del espacio del galerón.
- Se logró principalmente concientización ambiental en los productores y conocimientos en manejo de desechos.
- La capacitación que se les ofreció a los productores les dio el conocimiento y las herramientas necesarias para la implementación de las diferentes opciones de mejora.
- El aprovechamiento de la cerdaza en tres de las micro granjas, así como la utilización de un biodigestor a futuro en otra de ellas, produce beneficios económicos y ambientales.
- El cambio en el proceso de limpieza del galerón, al recolectar la cerdaza antes del lavado, genera menos contaminación en el agua. Sin embargo, falta realizar una mejor recolección de ésta, para alcanzar los límites máximos permisibles.
- Todos los productores reutilizan o venden los sacos del concentrado.

- Este sector es resistente al cambio, por lo tanto fue difícil lograr que implementaran opciones de mejoras innovadoras.

## **9- RECOMENDACIONES**

Se recomienda al sector porcino, cumplir con lo que establece el Decreto ejecutivo N° 32312-S, gaceta N°79 del 26 de abril del 2005, donde se establecen las buenas prácticas para porcinos, que significa el conjunto de normas y acciones conducentes a demostrar y garantizar la producción sana en la actividad pecuaria, de forma de que se cumpla con los requerimientos de calidad sanitaria que demanda la necesidad de los consumidores.

Las buenas prácticas están establecidas en el decreto y en resumen son las siguientes:

### ➤ **De la construcción del galerón**

- Galpones donde se albergan los cerdos no menos de 35 metros respecto a las propiedades vecinas y vías públicas.
- Las existentes puede reducirse la distancia a 6 metros cuando la colindancia sea con fincas y no existan viviendas cercanas y se garantice un adecuado manejo de la porcina.
- En terrenos muy húmedos o con fuertes pendientes (mayor al 30%) erosionables se guardará una distancia de 50 metros horizontales.
- No menos de 500 m horizontales de establecimientos de salud, educativos o del adulto mayor.

### ➤ **De la infraestructura**

- Abastecimiento adecuado de agua, en cuanto a suficiente cantidad y presión, accesible a todas las áreas.
- Agua para consumo humano que sea de calidad potable.
- Pisos, paredes, zócalos, callejones. Pasadizos, caños y aceras de construcción tal que permita una movilización fácil por las instalaciones, de material impermeable, que permita la limpieza y la eliminación de los desechos que se generan en la granja.

- Pasadizos, callejones y aceras de material antideslizante, con un mínimo de 90cm de ancho.
- Pisos con desnivel del 2% para que se desagüen las aguas producto del lavado y conducir las al sistema de tratamiento.
- Los techos de estructura resistente, en buen estado, sin goteras o escurrimientos de agua de lluvia.
- Las aguas de lluvia no mezclarlas con las residuales.
- Bebederos y comederos resistentes al uso, en buen estado, conservación y limpieza, sin fisuras o desperfectos que puedan ocasionar derrames.
- Bodegas del alimento con piso de concreto y paredes de material impermeable, libre de humedad y que impidan el ingreso de insectos y roedores.

➤ **De los alrededores**

- Deben estar limpios, libres de maleza, estancamientos de agua, restos de alimentos u objetos en desuso.
- Con un camino acondicionado que permita el acceso al sistema de tratamiento de aguas residuales.

➤ **Del manejo de los desechos**

- Deben ser separados, recolectados, acumulados, utilizados cuando proceda, sujetos a tratamiento y disposición final adecuada. Evitando contaminar el aire, suelo o aguas.

➤ **De los implementos de trabajo**

- Contar con servicio sanitario limpio.
- Espacio donde ingerir alimentos fuera del galerón.
- Contar con botas de hule, delantal y guantes.

➤ **De los animales muertos**

- Animales muertos, fetos y placentas deben disponerse en lugares especialmente diseñados para tal fin asegurando la inocuidad del proceso. Debe ser un lugar aislado y se utiliza cal para cubrir el desecho.

➤ **Del alimento animal**

- Se puede emplear como alimentos: desperdicios, sobrantes de alimentos y desechos provenientes de establecimientos comerciales tales como restaurantes, sodas, mercados y centros de acopio de alimentos, siempre y cuando no tengan productos peligrosos para los animales que puedan afectar la salud de las personas, como son sobrantes de centros hospitalarios, clínicas y similares, asilos y terminales marítimas y aéreas, asimismo la cocción de desperdicios en estado de putrefacción.

**Además, es importante:**

- Llevar un control de cada animal en cuanto a peso, vacunación, enfermedades, producción de crías, etc.
- Determinar la vida útil de los padrotes.
- Mantener y analizar los datos de la actividad en cuanto a gastos en materias primas e insumos, producción y ventas.
- Buscar nuevas opciones de alimentación que puedan sustituir el concentrado, con el fin de aumentar las utilidades.
- Evitar el desperdicio del concentrado proporcionándole al animal la cantidad adecuada y con comederos adecuados.
- Implementar un sistema de tratamiento para las aguas residuales como la alternativa para el tratamiento de los efluentes líquidos de la actividad porcina presentada en el anexo 1.
- Implementar las opciones de mejoras señaladas en los cuadros de este documento como pendientes, así como aquellas que no han sido implementadas.

## 10- BIBLIOGRAFÍA

1. FAO, Sector Agropecuario, SEPSA. Proyecto TCP/COS / 300 / (A) “Desarrollo de la capacidad técnica para la Evaluación de la Competitividad de los productos agropecuarios y los efectos de la apertura comercial: Estudio de la Competitividad de la porcicultura en Costa Rica, con la metodología de la matriz de análisis de política (MAP)”. Costa Rica 2006.
2. EARTH, Taller sobre los procesos de innovación tecnológica en la agricultura, diciembre 2001.
3. Gobierno de la República de Costa Rica. Reglamento de Granjas Porcina. Decreto Ejecutivo N° 32312-S. Diario Oficial La Gaceta del 11 de Octubre 2004.
4. Oropeza. R, Coronado. M. “Manual de prevención y Minimización de la Contaminación Industrial” Panorama, México, D.F., 1998.
5. Gobierno de la República de Costa Rica. Reglamento de Vertido y reuso de Aguas Residuales. Decreto N° 33601-MINAE-S. Diario Oficial la Gaceta. N° 55. Lunes 19 de marzo 2007.
6. Cámara Costarricense de Porcicultores, en Avance Científico:
  - Gómez. J, Meléndez D, Solís G. “Aspectos generales de la Actividad Porcina”
  - Gómez. J, Quirós. S. “Características de las aguas de desecho en porquerizas”
  - Rodríguez. V. “Empleo de lagunas de estabilización y otros procesos biológicos para el tratamiento de las aguas residuales de la industria porcina”
  - Castro. O. “Utilización de la cerdaza (estiércol porcino) en la alimentación de ganado de carne en el Trópico

7. Rosales. E, Padilla. M, Paniagua. G, Urbina. A. "Informe Final Proyecto: Tratamiento de aguas y Aprovechamiento de desechos provenientes de porquerizas" Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica, 1997.
8. Ley de Fortalecimiento de Pequeñas y Medianas Empresa, número 8262, 17 de mayo 2002.
9. Sasa. J, Coto. J, Sánchez. V. Gestión Ambiental en Granjas Porcinas. un estudio de caso en la micro cuenca de la Quebrada Salitral, en Costa Rica. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún, México, del 23 al 31 de Octubre 2002. Disponible en la línea: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/viii-052.pdf>



# **ANEXO 1.**

**ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS  
DE LA ACTIVIDAD PORCINA**

# ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS DE LA ACTIVIDAD PORCINA

## 1. INTRODUCCIÓN

Los pequeños productores de carne de cerdo, consciente de la magnitud del problema de contaminación que se produce, por la crianza de cerdos han realizado actividades tendientes a la recuperación de la calidad de las aguas de los ríos y para preservar la salud de la población.

En el siguiente documento se presenta un resumen para usar como alternativa de tratamiento de los efluentes líquidos para la actividad porcina, una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que consiste en una laguna de oxidación facultativa, con un pretratamiento de eliminación de sólidos gruesos por medio de rejillas.

Las lagunas facultativas pueden ser de dos tipos: lagunas facultativas primarias que reciben aguas residuales crudas y laguna facultativas secundarias que reciben aguas sedimentadas o aguas a las que se le eliminaron los sólidos gruesos en la etapa primaria. Las lagunas facultativas son diseñadas para remoción de DBO5 con base en una baja carga orgánica superficial que permita el desarrollo de una población de algas activa. De esta forma, las algas generan el oxígeno requerido por las bacterias heterotróficas para remover la DBO5 soluble. Una población adecuada de algas le confiere un color verde oscuro a la columna de agua [1]. Los cambios en la ecología y en la coloración de las lagunas facultativas ocurren debido a ligeras sobrecargas. De esta forma, el cambio de coloración en laguna facultativa es un buen indicador cualitativo del funcionamiento del proceso de degradación. La concentración de algas en una laguna facultativa con funcionamiento óptimo depende de la carga orgánica y de la temperatura, pero frecuentemente se encuentra entre 500 a 2000 µg clorofila-a/l. La actividad fotosintética de las algas ocasiona una variación diurna de la concentración de oxígeno disuelto y los valores de pH. Variables como la velocidad del viento tienen efectos importantes en el comportamiento de la laguna facultativa, ya que se genera mezcla del contenido de la laguna [2], [3].

Lagunas facultativas son el tipo de lagunas mas utilizadas porque son más fáciles de operar y funcionan mejor.

Pueden ser las primeras de una serie de lagunas, o bien estar a continuación de las lagunas anaerobias o funcionar como una única laguna.

La profundidad puede variar de 1 a 2 metros. La variación de la temperatura en las diferentes estaciones del año puede establecer un aumento de la profundidad

Para su diseño, se toman diferentes parámetros como la carga orgánica superficial, la carga orgánica volumétrica el tiempo de retención, el volumen de la laguna y las remoción de microorganismos [4], [5].

## **2. PRINCIPALES OBJETIVOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

- Tratar las aguas residuales generadas en las pequeñas granjas porcinas para evitar que sean fuente de proliferación de enfermedades que pudieran afectar a la salud de la población que se encuentran aguas abajo.

- Devolver al medio ambiente aguas con un nivel de contaminación que cumplan la normativa para el vertido de aguas residuales y de esta forma preservar el recurso hídrico.

## **3. CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, estará constituida por el Tratamiento Preliminar que consiste en una caja de registro con rejillas para sólidos menores a 2 centímetros y por una Laguna de Estabilización facultativa.

El objetivo principal de las rejillas es retener y evacuar desechos sólidos y flotantes cuyo tamaño sea mayor a 2 centímetros para evitar que los desechos sólidos que por sus características y tamaño interfieran con los procesos biológicos de tratamiento en la laguna, así como de que den un aspecto desagradable y se constituyan en hábitat de mosquitos, roedores, etc.

Laguna Facultativa.

Después del tratamiento preliminar las aguas residuales entraran en la laguna facultativa con el propósito de dar un tratamiento secundario biológico a las aguas libres de sólidos gruesos. El objetivo fundamental de las lagunas facultativas es el presentar las condiciones adecuadas de carga orgánica y balance de oxígeno, de modo que se pueda sustentar una adecuada biomasa de algas unicelulares en la parte superior de la laguna. En los momentos de mayor actividad fotosintética de las algas, existe una mayor remoción de CO<sub>2</sub> con una velocidad que la de su reposición, por la respiración de las bacterias y esto causa el aumento de pH a valores superiores a 10 y al mismo tiempo una gran mortalidad bacteriana [1], [5].

### **DATOS PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA.**

No. De cerdos promedio: 100 cerdos

Carga orgánica generada por los 100 cerdos: 9,3 Kg/ día

Carga orgánica superficial máxima, tomada como criterio diseño para que la laguna funcione como facultativa de acuerdo con el criterio de la OMS en climas tropicales: 400Kg/DBO. Ha. Día

Carga orgánica superficial de diseño de la laguna a construir: 289.0 Kg/DBO. Ha. Día.

Caudal generado por cerdo: 23,3 L/día

Caudal generado por 100 cerdos: 2,3 m<sup>3</sup> /día

Volumen de la laguna 225 m<sup>3</sup>

Arrea de la Laguna 322 m<sup>2</sup>

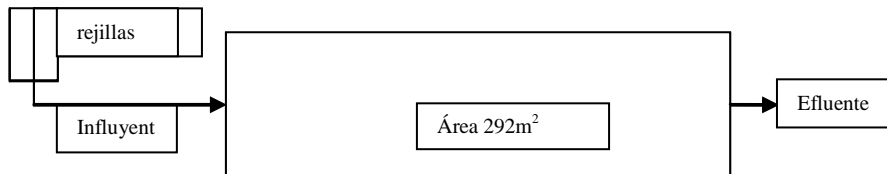
Largo de la laguna: 46 m

Ancho de la laguna 7,0 m

Profundidad de la laguna 1,0 m

Nivel del agua en la laguna 0,70 m

Esquema de la laguna



## LITERATURA CONSULTADA

[1] Mara, D.D. and Pearson, H.W. (1986). Artificial freshwater environments: Waste stabilization ponds. In: *Biotechnology*. Vol 8. (ed. W. Schoenborn), pp. 177-206. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft.

[2] Mara et al. (1992). *Waste Stabilization Ponds: A Design Manual for Eastern Africa*. Lagoon Technology International. Leeds, England.

[3] Curtis, T.P. (1994). *The effect of sunlight on mechanisms for the die-off of faecal coliform bacteria in waste stabilization ponds*. Ph.D thesis. School of Civil Engineering, University of Leeds. Leeds, UK. URL abstract: <http://www.leeds.ac.uk/civil/cei/water/tphe/publicat/monog/Res-mon1.doc>

[4] SAENZ, R. (1985). Proyecto de lagunas facultativas, anaerobias y aireadas. CEPIS/OPS/OMS, Lima, Perú.

[5] SAENZ, R. (1985). Lagunas de estabilización y otros sistemas simplificados para el tratamiento de aguas residuales. CEPIS/OPS/OMS, Lima, Perú.