

**REDUCCIÓN DE LOS EFECTOS CONTAMINANTES DE LA ACTIVIDAD
PORCÍCOLA Y EL RECICLAJE DE LA MATERIA ORGANICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE BIOGAS, A TRAVÉS DE LA IMPLANTACIÓN DE 200
BIODIGESTORES PLÁSTICOS TUBULARES DE FLUJO CONTINUO EN LA
ZONA RURAL MEDIA DEL MUNICIPIO DE TULUÁ VALLE**



PAULA ANDREA VIDAL ARBOLEDA

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
ESPECIALIZACION EN GESTION DE PROYECTOS
SANTIAGO DE CALI, 2012**

**REDUCCIÓN DE LOS EFECTOS CONTAMINANTES DE LA ACTIVIDAD
PORCÍCOLA Y EL RECICLAJE DE LA MATERIA ORGANICA PARA LA
PRODUCCIÓN DE BIOGAS, A TRAVÉS DE LA IMPLANTACIÓN DE 200
BIODIGESTORES PLÁSTICOS TUBULARES DE FLUJO CONTINUO EN LA
ZONA RURAL MEDIA DEL MUNICIPIO DE TULUÁ VALLE**

PAULA ANDREA VIDAL ARBOLEDA

**Trabajo de Grado elaborado como
requisito para optar el Título de
Especialista en Gestión de Proyectos.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTION DE PROYECTOS
SANTIAGO DE CALI, D. C. 2012**

NOTAS DE ACEPTACION

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

DEDICATORIA

A MIS PADRES QUE HAN HECHO DE MI VIDA UNA OPORTUNIDAD PARA APRENDER, PARA SER FELIZ Y HACER FELIZ A OTROS.

A MI ESPOSO POR SU INCONDICIONAL APOYO.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1. Producción promedio de excretas y orina de acuerdo al estado del cerdo	27
Tabla No. 2. Cálculo para el dimensionamiento para un biodigestor	28
Tabla No.3. Caracterización de los predios con producción porcícola en los corregimientos de la zona rural media del municipio de Tuluá.	29
Tabla No.4. Caracterización de los residuos (excretas) a tratar en los productores del Corregimiento de Piedritas (Tuluá Valle) y del tamaño del Biodigestor.	29
Tabla No. 5. Beneficios Económicos de los Biodigestores. (Para un Biodigestor de 7.2 m ³ a 20 años)	

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 1 Partes de un Biodigestor Tubular de Flujo Continuo	19
Figura No. 2 Biodigestor Tubular de Flujo Continuo	19
Figura No. 3 Ubicación de Tuluá en el Valle del Cauca	21
Figura No. 4 Tuluá y su territorio rural	22

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo No.1. Formato de la encuesta para la caracterización de la actividad porcícola en cada una de las fincas	41

AGRADECIMIENTOS

Al Director del curso de Trabajo de Grado William Ortegón y a la Directora del trabajo de grado de especialización, doctora: Oliva Mendoza, quienes con sus orientaciones, conocimiento y motivación me impulsaron a culminar los estudios y proyectar lo aprendido en un trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION

CAPITULOS

	Pág.
1. ASPECTOS GENERALES	13
1.1 DELIMITACION DEL TEMA	13
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.3 OBJETIVOS	14
1.4 JUSTIFICACION	15
1.5 MARCO DE REFERENCIA	16
1.5.1 Marco Teórico	16
1.5.2 Marco Conceptual	20
1.5.3 Marco Geográfico	21
1.6 ASPECTOS METODOLOGICOS	23
1.6.1 Tipo de Estudio	23
1.6.2 Desarrollo Metodológico	23
1.6.3 Recopilación de la Información	25
1.6.4 Información Primaria	25
1.6.5 Información Secundaria	25
1.6.6 Análisis de la Información	25
2. DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACION A UNA FUENTE HIDRICA CAUSADA POR LA PRODUCCION PORCICOLA	26

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES COMO ALTERNATIVAS DE DESCONTAMINACION	32
4. PROGRAMAS DE IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE DESCONTAMINACION, PRESUPUESTOS, Y CRONOGRAMA DE TRABAJO	33
4.1 Impactos del proyecto	33
4.2 Población Objeto	34
4.3 Beneficios Ambientales	34
4.4 Beneficios Económicos	35
4.5 Materiales	36
4.6 Indicadores de Gestión	37
CONCLUSIONES	38
BIBLIOGRAFIA	39
ANEXOS	40

INTRODUCCION

Este trabajo se ha realizado como requisito para optar al título de Especialista en Gestión de Proyectos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Como objetivo central, este trabajo pretende contribuir a la prevención de la contaminación de fuentes hídricas en la zona rural media del municipio de Tuluá (Valle del Cauca), a través de la implantación de tecnologías sencillas como es el biodigestor plástico tubular de flujo continuo, como recurso dentro de la fincas de producción porcícola para descontaminar y reutilizar al máximo la materia orgánica producida en dicha actividad pecuaria.

El proyecto se desarrolla en tres fases que se denominan Diagnóstico, Implementación, y operación y seguimiento. Este trabajo de grado abordó la fase de diagnóstico para plantear la programación para las fases de implantación, operación y seguimiento de los sistemas. La implementación de los sistemas requiere inversión en materiales y mano de obra calificada, estos costos se describirán con respecto al beneficio que estos sistemas ofrecen la sostenibilidad del proyecto y su futura ejecución.

La ingente materia orgánica que se produce en la explotación agropecuaria (caficultura, porcicultura, ganadería entre otras) se desperdicia arrojándose al suelo y a fuentes hídricas, generando graves problemas de contaminación y enfermedades a la población humana. Gracias a la inquietud investigadora en el estudio de tecnologías adaptadas al trópico para mejorar la calidad de vida y del ambiente, se ha considerado la instalación de sistemas de Producción-Descontaminación como son los “**Biodigestores Plásticos Tubulares de Flujo Continuo**”, que reintegran al sistema productivo agropecuario elementos que se creían no útiles, mejorando la calidad de los suelos, obteniendo mejores cosechas,

una concentración mayor de minerales, disminución de leña como combustible para preparar alimentos, menores costos ambientales y de producción, mayor rentabilidad a largo plazo y menor erosión de los suelos.

Inicialmente se trabajó en la identificación de los productores con actividad porcícola de mayor impacto ambiental en la zona rural media del municipio de Tuluá (Valle del Cauca), una vez identificados se contactaron para caracterizarlos e indagar su disposición a participar del proyecto con el aporte en contrapartida correspondiente a servicios no calificados de mano de obra para la construcción del sistema de descontaminación y producción de biogás en cada una de las fincas (Biodigestor plástico tubular de flujo continuo).

En la segunda y tercera fase del proyecto se construyó el programa de implantación de los sistemas para 200 fincas de la zona rural media del municipio de Tuluá.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 DELIMITACION DEL TEMA

MATERIA ORGANICA RESULTANTE DE LA ACTIVIDAD PECUARIA, PORCICULTURA, SU AFECTACION AL MEDIO AMBIENTE Y SU POTENCIAL COMO GENERADOR DE ENERGÍA ALTERNATIVA.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tradicionalmente el sector agropecuario se ha visto marginado de tecnologías alternativas limpias y sostenibles de bajos costos, desperdiciando cantidades considerables de materia orgánica resultante de actividades de agrícolas y pecuarias, las cuales se depositan al aire libre para ser utilizados como fertilizantes, o simplemente como desperdicio. Estos procedimientos traen como consecuencia la proliferación de insectos, roedores, malos olores, pérdida de su valor como fertilizante y contaminación del agua tanto superficial como subterránea, ya que en muchos casos es común que sean vertidas a algún río, quebrada o canal de drenaje, viéndose afectados principalmente la población infantil por enfermedades gastrointestinales.

La utilización de productos químicos como pesticidas, insecticidas, y fertilizantes, y el aumento de la dosificación de estos productos aplicados a los suelos para una mayor producción, traen como consecuencia el rompimiento del equilibrio de los ecosistemas que aceleran la erosión del suelo y la pérdida de sus minerales, contaminan las aguas subterráneas y superficiales, exterminan innumerables especies de organismos vivos del suelo vitales para el equilibrio y la salud de los

cultivos, aumentan la dependencia a este tipo de modelo que es además insostenible. Sumada a esta problemática, se tiene la tala y quema del bosque en las zonas altas o fronteras agrícolas con el propósito de convertirlas en tierras aptas para la agricultura, sembrar pasto para ganadería y obtener leña como fuente de energía para la preparación de sus alimentos; logrando que en pocos años estas tierras produzcan menos, se genere erosión, afectando gradualmente la regulación de los ciclos del agua.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL: Reducir los efectos contaminantes de la actividad porcícola a la vez que reciclar al máximo la materia orgánica para la producción de biogás, a través de la implantación de 200 Biodigestores Plásticos Tubulares de Flujo Continuo.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Contribuir a la reducción de carga orgánica contaminante en las descargas que se realizan en la actividad porcícola a las a las fuentes hídricas.
- ✓ Mejorar la calidad nutricional y estructura del suelo con la utilización de biofertilizantes.
- ✓ Incrementar la producción agrícola sostenible
- ✓ Mejorar la eficiencia energética con el biogás, reduciendo el consumo de leña, energía eléctrica y gas propano a los campesinos beneficiarios del proyecto.

1.4 JUSTIFICACION

La más simple acción humana contra la naturaleza causa un desequilibrio en el ecosistema. Es por esto, que es importante la implantación de sistemas de descontaminación-Producción a través de tecnologías alternativas limpias y sostenibles de bajo costo, sencilla instalación y fácil manejo, que permitan desintegrar la carga contaminante generada en la actividad porcícola, logrando evitar la contaminación de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas, previniendo daño ecológico y obteniendo una producción de materiales útiles los cuales se pueden reintegrar al proceso productivo como son el bioabono y el biogás (metano), logrando para el productor un ahorro en la compra de fertilizantes puesto que se están produciendo en la propia finca, ahorro en un 85% en el consumo de leña como combustible para preparar alimentos, de igual forma evitando enfermedades respiratorias y la tala de los pocos relictos boscosos que se encuentran en la zona objeto del proyecto.

En la actualidad es necesario la búsqueda de este tipo de tecnologías dentro de las cuales se encuentran los “Biodigestores Plásticos Tubulares de Flujo Continuo”, los cuales aprovechan eficientemente los recursos que se tienen en el trópico como son la energía solar; el nitrógeno atmosférico; las lluvias; el forraje y pan coger que se utilizan en la alimentación de especies animales como rumiantes, porcinos entre otros, de los cuales se obtiene alimentos y productos (carne, leche, piel, etc.) para el sustento del campesino; y la materia orgánica (excretas y residuos de cosechas) que se genera en el proceso productivo agropecuario, rica en nutrientes que se reintegran al suelo en forma de biofertilizante resultante de un proceso anaerobio del biodigestor, formándose así el ciclo de los recursos naturales y logrando una sostenibilidad en el ecosistema.

La investigación ha mostrado que las técnicas agrícolas sostenibles producen alimentos más puros y frescos con una concentración mayor de minerales, cosechas iguales o mayores que los métodos vigentes, costos menores de producción, gastos fiscales menores para mantener los ingresos, costos ambientales menores, mayor rentabilidad a largo plazo y menor erosión. Un uso mucho menor de sustancias químicas da lugar también a menos problemas de salud. “El cambio a una agricultura sostenible es no sólo viable, sino además imprescindible, pero debe hacerse urgentemente, antes de que la agricultura química y la ingeniería genética alteren los ecosistemas naturales hasta un punto tal que la agricultura ecológica sea imposible”¹.

1.5 MARCOS DE REFERENCIA

1.5.1 Marco Teórico

“El vertimiento de residuos afecta la calidad de las aguas y puede volverlas inservibles para diferentes usos, como el consumo humano, las actividades agropecuarias y el riego. Los aportes de materia orgánica pueden empobrecer los ecosistemas acuáticos, puesto que disminuyen las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua. Los metales pesados y algunos agroquímicos se acumulan en los tejidos de los peces hasta alcanzar concentraciones peligrosas que ocasionan toxicidad y pueden causar daños graves a la salud humana. La contaminación de las aguas, además incrementa los costos de tratamiento de las aguas de abastecimiento para los usuarios”²

¹ *American Journal of Alternative Agriculture*, 1, 1987:153. U. S. National Research Council: 'Alternative Agriculture', 1989. Texas Department of Agriculture: 'Texas Agriculture: Growing a Sustainable Economy', 1990. World Resources Institute: 'Paying the Farm Bill: U. S. Agricultural Policy and the Transition to Sustainable Agriculture', 1991.

² Folleto de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC. Tasa Reformativa. <http://www.cvc.gov.co>.

“La contaminación de las aguas puede medirse a través de métodos analíticos como: sólidos suspendidos totales (SST) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) o de otros indicadores como el conteo de microorganismos, de insectos acuáticos, etc.

La DEMANDA BIOQUIMICA DEL OXIGENO (DBO5) permite estimar la cantidad de oxígeno que demandan las bacterias para degradar la materia orgánica presente en el agua.

El parámetro de SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) permite valorar la cantidad de sólidos en suspensión en el agua.”²

Un **digestor** de desechos orgánicos o **biodigestor** es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales-no se incluyen cítricos ya que acidifican-, etcétera) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

Este sistema también puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidropresión y postratamiento (filtro y piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor.

El fenómeno de biodigestión ocurre porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos presentes en el material fecal que, al actuar sobre los desechos orgánicos de origen vegetal y animal, producen una mezcla de gases con alto contenido de metano (CH₄) llamada biogás, que es utilizado como combustible. Como resultado de este proceso se generan residuos con un alto

grado de concentración de nutrientes y materia orgánica (ideales como fertilizantes) que pueden ser aplicados frescos, pues el tratamiento anaerobio elimina los malos olores y la proliferación de moscas.

Una de las características más importantes de la biodigestión es que disminuye el potencial contaminante de los excrementos de origen animal y humano, disminuyendo la demanda química de Oxígeno DQO y la Demanda Biológica de Oxígeno DBO hasta en un 90% (dependiendo de las condiciones de diseño y operación).

Se deben controlar ciertas condiciones, como son: el pH, la presión y temperatura a fin de que se pueda obtener un óptimo rendimiento.

El biodigestor es un sistema sencillo de implementar con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales.

Los Biodigestores de flujo continuo La carga del material a fermentar y la descarga del efluente se realiza de manera continua o por pequeños baches (ej. una vez al día, cada 12 horas) durante el proceso, que se extiende indefinidamente a través del tiempo; por lo general requieren de menos mano de obra, pero de una mezcla mas fluida o movilizadada de manera mecánica y de un deposito de gas (si este no se utiliza en su totalidad de manera continua). Los biodigestores continuos sirven para purificar el agua contaminada por diferentes fosas. Un biodigestor de este tipo es como el que se muestra en la figura No. 1 y 2.

Figura No. 1 Partes de un Biodigestor Tubular de Flujo Continuo

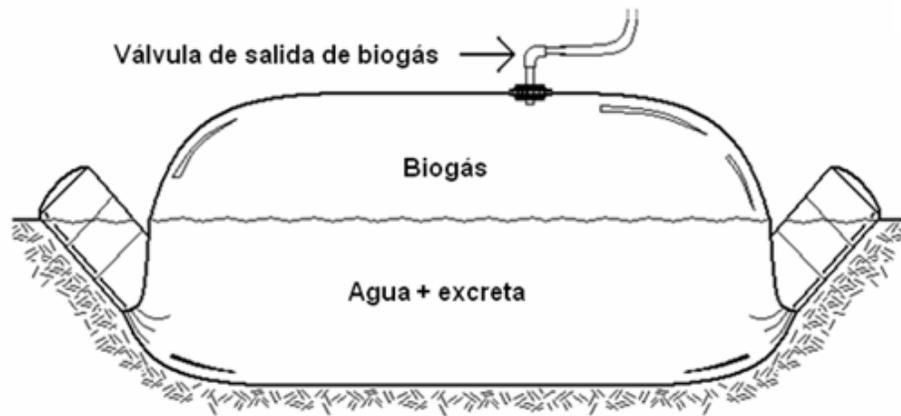
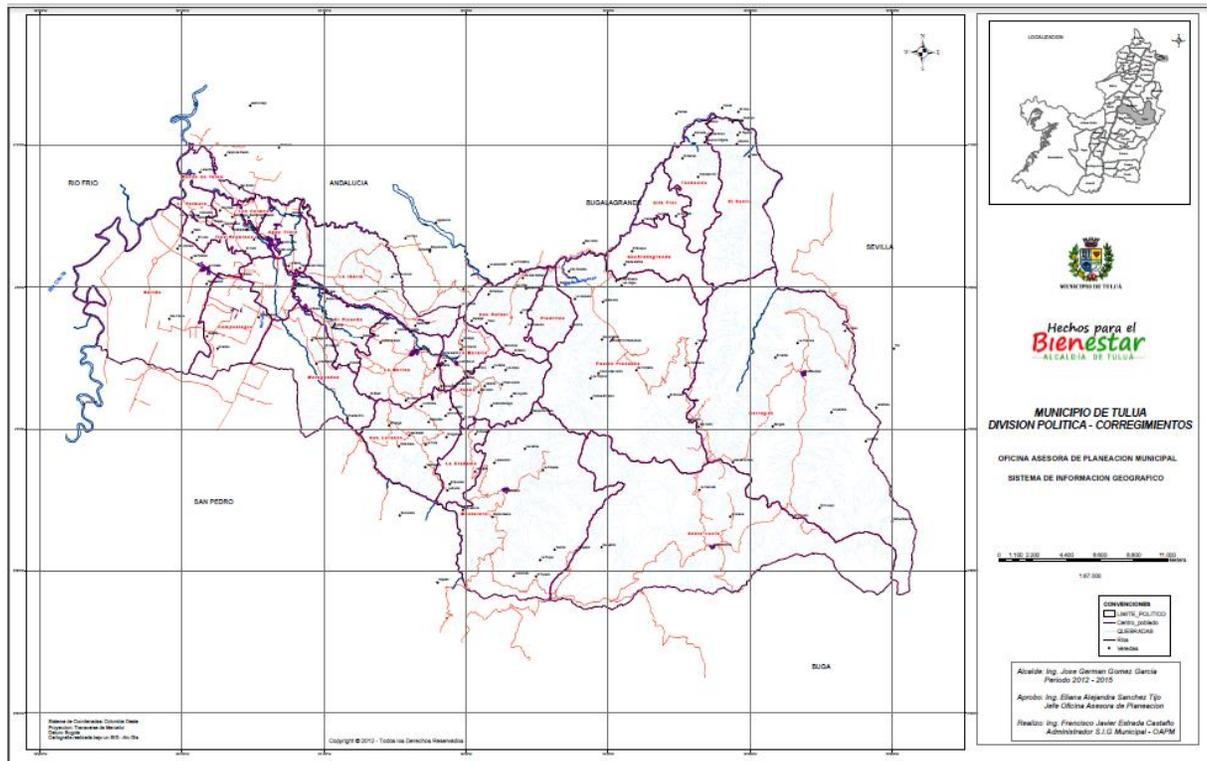


Figura No. 2 Biodigestor Tubular de Flujo Continuo



1.5.2 Marco Conceptual

ANAEROBIO:	Organismos que trabajan sin presencia de oxígeno
BIOABONO:	Es un abono que es naturalmente biológico sin fertilizantes químicos ni nada de eso 100% abono natural. EL bioabono es un fertilizante orgánico - mineral que contiene sales solubles con elementos nutrientes. (N,P,K,Ca, Mg S + menores), bacterias, y hongos benéficos para la producción vegetal.
BIODIGESTOR:	Un digestor de desechos orgánicos o contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales-no se incluyen cítricos ya que acidifican-, etcétera) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.
BIOGÁS:	El biogás es un gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, etc.) y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico).
CARGA ORGANICA:	Producto de la concentración de DBO y DQO por el caudal.
CIPAV:	Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria.
COLIFORMES	Especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos. Coliforme significa con forma de coli, refiriéndose a la bacteria principal del grupo, la Escherichia coli.
DBO:	Medida de la Demanda biológica de oxígeno
DQO:	Medida de la Demanda Química de oxígeno
EUTROFICACION:	Enriquecimiento anormal en nutrientes de un ecosistema acuático, lo que genera desequilibrio el mismo.
FORRAJE	Pasto o alimento herbáceo que consume el ganado.
METANO	Es el hidrocarburo alcano más sencillo, cuya fórmula química es CH ₄ . En la naturaleza se produce como producto final de la putrefacción anaeróbica de la materia orgánica.
PANCOGER	Cultivos que satisfacen parte de las necesidades alimenticias de una población determinada. En la zona cafetera son cultivos de pancoger: el maíz, el frijol, la yuca y el plátano.
PORCICOLA	Subsector pecuario relativo a la cría o producción de cerdos.
RELICTO BOSCOZO	Remanente de un bosque, porción que ha quedado de él.
SEDAMA:	Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente
SST:	Medida de los Sólidos suspendidos totales presentes en el agua residual.
VERTIMIENTO	Descarga a un cuerpo de agua residual a un cuerpo de agua



Tuluá tiene 912.000 Km² y esta situado a 04° 05' 24.11321" Latitud N 76° 13' 25.93530" Longitud W.

La implantación de los sistemas esta contemplada para 200 fincas distribuidas en 10 corregimientos de la zona rural media del municipio de Tuluá, estas fincas están ubicadas entre los 1150 a 1600 m.s.n.m. Los corregimientos en mención son: El Picacho (1240 m.s.n.m.), La Iberia (1300 m.s.n.m.), La Marina (1200 m.s.n.m.), La Moralia (1400 m.s.n.m.), Piedritas (1500 m.s.n.m.), Quebradagrande (1300 m.s.n.m.), San Lorenzo (1460 m.s.n.m.), San Rafael (m.s.n.m.), Venus (1510 m.s.n.m.), Monteloro (1600 m.s.n.m.)

1.6 ASPECTOS METODOLOGICOS

1.6.1 Tipo de Estudio

El tipo de estudio en este proyecto es la *investigación acción participante*, siendo la comunidad la que cumple un papel fundamental enriqueciendo el proceso de desarrollo del proyecto, se trabajarán talleres de sensibilización para el reconocimiento de las necesidades y problemas en cuanto a la contaminación de las microcuencas y la tala de los relictos boscosos, una vez se haya reconocido los problemas se realizarán talleres teóricos prácticos acerca de la implementación de Biodigestores Plásticos Tubulares de Flujo Continuo.

1.6.2 Desarrollo Metodológico

La metodología a seguir para la elaboración del presente proyecto se dividirá en tres (3) fases:

- ✓ En la primera fase se realizará la priorización de las fincas donde se instalarán los sistemas, para lo cual es necesario indagar y conocer las características de la producción porcícola en los corregimientos involucrados en el proyecto este se logrará a través de la recolección de información primaria y secundaria. Para la selección de los sitios de instalación de los sistemas se tendrá en cuenta variables como cantidad mínima cerdos, lote apropiado, valoración de los impactos ambientales, condiciones socioeconómicas de la familia y disponibilidad del productor a proporcionar la contrapartida en el proyecto representada en mano de obra no calificada.
- ✓ En la segunda fase se realizarán los talleres de capacitación, sensibilización y jornadas comunitarias para la instalación de los Biodigestores Plásticos Tubulares de Flujo Continuo. Se utilizará la metodología de Aprender-haciendo. El profesional destinará el tiempo para tomar pequeños grupos de beneficiarios de personas las cuales se reunirán

en una finca donde observarán la construcción del sistema, las personas participarán en los cálculos de diseño, en la preparación del terreno y en la construcción del sistema.

- ✓ La tercera fase corresponde a la operación de los sistemas y al seguimiento. En esta fase una vez construidos los sistemas se hace un monitoreo por mes para medir la producción del biogás, el afluente y el efluente del biodigestor para medir el porcentaje de remoción de carga orgánica o descontaminación, esta fase además de servir para que el productor entienda como funciona el sistema, le servirá para que le pueda hacer seguimiento al mismo. Estos sistemas tienen una vida útil de 5 años y lo que se busca con estos talleres teórico prácticos es que el productor esté capacitado para que en el futuro pueda reparar el sistema, construir nuevos sistemas y hacerle el monitoreo a la operación. Estas actividades se explicarán mas adelante con detalle.

Por ser un proyecto de implantación de sistemas implica infraestructura que solo se logra con la inversión de recursos económicos y financieros, recursos que pueden provenir de fuentes públicas interesadas en promover la producción agropecuaria sostenible o de recursos privados para beneficiar la productividad de la actividad. Este trabajo de grado llegará hasta la fase de diagnóstico y dejará planteada la programación, el presupuesto y la explicación de la metodología para las actividades de implantación, operación y seguimiento de los sistemas.

1.6.3 Recopilación de la Información

La recolección de la información se hizo a través de dos fuentes, primaria y secundaria.

1.6.4 Información Primaria

- Entrevistas a productores porcícola de las fincas de la zona rural media del municipio de Tuluá. (Ver anexo 1)
- Visitas técnicas de inspección a fincas.

1.6.5 Información Secundaria

- Secretaría de asistencia agropecuaria y medio ambiente-SEDAMA de la Alcaldía de Tuluá: Revisión bibliográfica del municipio, base de datos sobre información predial de los corregimientos, tipo de producción pecuaria por predio, numero de cerdos por finca, densidad de población, entre otros.
- Manual Biodigestor Plástico de Flujo Continuo, Generador de Gas y Bioabono a Partir de Aguas Servidas del Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria CIPAV: Características técnicas para el diseño (cálculo del afluente a los biodigestores por cantidad de cerdos), implementación y operación de Biodigestores.
- Guía Ambiental para el subsector Porcícola. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.2002. (Cálculo del dimensionamiento de los biodigestores)

1.6.6 Análisis de la Información

Con el fin de facilitar el análisis cuantitativo de la información se elaboró una matriz de datos de los productores porcícola existentes en los 10 corregimientos. Esta información se tabula generando una base de datos de la cual con unos criterios y una metodología de selección se priorizan los predios beneficiarios del proyecto. Estos datos se encuentran tabulados en la Tabla No. 4.

2. DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACION A UNA FUENTE HIDRICA CAUSADA POR LA PRODUCCION PORCICOLA EN LA ZONA RURAL MEDIA DEL MUNICIPIO DE TULUA

La zona rural media del municipio de Tuluá ha sido identificada por la SEDAMA como una zona con producción porcícola grande y altamente impactante en lo ambiental pues allí existen muchas fuentes hídricas. Con el propósito de estimar el potencial contaminante de las fincas de producción porcina de la zona rural media del municipio de Tuluá (Corregimientos de El Picacho, La Iberia, La Marina, La Moralia, Piedritas, Quebradagrande, San Lorenzo, San Rafael, Venus, Monteloro), se recurrió a la información existente en la Secretaría de asistencia agropecuaria y medio ambiente-SEDAMA de la Alcaldía de Tuluá donde se obtuvo información de las fincas con producción porcina, además del número de animales en cada Finca. Con base en esta información la Guía Ambiental para el subsector Porcícola del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se estimaron las cargas orgánicas generadas por las fincas con producción porcina en los 10 corregimientos como también los volúmenes de aguas residuales generadas por la actividad. Los resultados indican que existen 741 fincas con producción porcina. La existencia total de cerdos en dichos corregimientos se estimó en 37.050 los cuales generan diariamente 214,77 t de excretas, 521,24 m³/d de aguas residuales altamente contaminadas y una carga orgánica de 24.498,25 kg/d medida como DQO. Esta carga orgánica es similar a la que se produciría con las descargas de aguas residuales de 244.982,53 personas (casi la población de todo el municipio de Tuluá). Con los resultados obtenidos de las cargas orgánicas generadas, agrupadas por corregimientos, se pueden realizar estudios para correlacionarlos con posibles afectaciones al medio ambiente y a la salud pública: calidad del agua subterránea, contaminación de suelos, morbilidad por enfermedades diarreicas, etc.

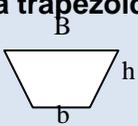
Una vez identificados los predios con producción porcícola se procedió a caracterizar la actividad para lo cual se tuvo en cuenta la información tabulada de la encuesta (Ver Anexo 1), de igual forma a caracterizar las cargas orgánicas generadas en el proceso de lavado de las criaderos de cerdos, para lo que se tuvo en cuenta la Guía Ambiental sobre producción porcina del Ministerio de Ambiente.

Tabla No. 1. Producción promedio de excretas y orina de acuerdo al estado del cerdo

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

Fuente: Guía Ambiental para el subsector porcícola del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Tabla No. 2. Cálculo para el dimensionamiento para un biodigestor

BASE DE CALCULO:		
Para una finca con 217 animales		
1. Cálculo de la cantidad de agua requerida en la granja:		
a. Gasto de agua en operaciones de limpieza	10	lts/animal/día
b. Número de animales	217	Animales
c. Total gasto de agua	2170	lts/granja/día
2. Cantidad de estiércol producido en la granja		
a. Estiércol producido en la granja	651	Kg
b. Total porcinaza en la granja	2821	Kg/día
3. Tiempo hidráulico		
a. Tiempo de retención para clima templado	12	Días
b. Total volumen a tratar	2821	Kg/día
4. Cálculo de la fosa para el biodigestor (Fosa trapezoidal, el área del trapecio equivale a $Area=(B+b)*h/2$		
		
a. Volumen	34	m ³
b. Base superior	2.5	mts
c. Base inferior	2	mts
d. Altura (h)	1.5	mts
e. Longitud total del biodigestor	10	mts

Fuente: Guía Ambiental para el subsector porcícola del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Tabla No. 3. Caracterización de los predios con producción porcícola en los corregimientos de la zona rural media del municipio de Tuluá.

CORREGIMIENTO	ALTURA m.s.n.m.	NUMERO DE HABITANTES	NUMERO DE VIVIENDAS	NUMERO DE PREDIOS CON PRODUCCIÓN PORCICOLA
EL PICACHO	1240	708	232	83
LA IBERIA	1300	460	136	39
LA MARINA	1200	2806	724	201
LA MORALIA	1400	658	170	56
PIEDRITAS	1500	120	30	20
QUEBRADAGRANDE	1300	452	113	52
SAN LORENZO	1460	820	188	84
SAN RAFAEL	1150	800	214	94
VENUS	1510	200	52	27
MONTELORO	1600	980	262	85

Fuente: DANE, y Datos tabulados de la Encuesta (Anexo1)

Tabla No. 4. Caracterización de los residuos (excretas) a tratar en los productores del Corregimiento de Piedritas (Tuluá Valle) y del tamaño del Biodigestor

BENEFICIARIO	NOMBRE DEL PREDIO	RESIDUOS A TRATAR Kg/día/excretas	LONGITUD DEL BIODIGESTOR EN Metros Lineales
OFELIA IDARRAGA	Las Brisas	103.01	10
LUIS EDUARDO GARCIA	La Selva	94.74	10
GUILLERMO JARAMILLO	Potosí	164.25	15
JORGE DE JESUS GALLEGO	El consuelo	70.07	5
RAFAEL ANTONIO AMAYA	La Primavera	27.65	5
FRANCISCO IVAN GALVIZ	Pueblo Hondo	18.18	7
ABELARDO MARULANDA	El Castillo	15.58	5
DIEGO ELIAS BERNAL	Coconuco	42.19	7
JUAN IGNACIO GALLO	La Unión	77.12	7
DIEGO USECHE	El Retiro	142.89	15
AURELIO GALLO	Las Camelias	342.94	27
GABRIEL ARROYAVE	El Tesorito	135.66	10
JUAN CAMILO TORO	El Oasis	473.34	10
CAMILO MARTINEZ	Porcilandia	125.35	5
RUBEN DARIO ARIZA	Montecristo	142.18	10
JOSE ALONSO RIOS	El Porvenir	98.22	10
RODRIGO ARIZA	Candilejas	38.1	5
LUIS CARLOS VELEZ	El Placer	76.83	7
JOSE HECTOR BAUTISTA	El Guayabo	91.76	23
MARIA MERCEDES QUINTERO	La Gloria	135.42	8

En la zona rural media del municipio de Tuluá la principal fuente de abastecimiento del agua es proporcionada por las aguas superficiales por la gran presencia de quebradas en la zona, la mayoría de estas fincas no poseen sistemas de tratamiento de los efluentes de las actividades de la finca y las que poseen pozos sépticos se encuentran en mal estado y no les hacen mantenimiento o solo son para tratar las aguas de la vivienda, tomando en consideración lo anterior es un hecho que las fincas porcícolas pueden representar una importante fuente de contaminación del agua y suelo porque las excretas de los cerdos se descargan sin ningún tratamiento.

Las granjas porcícolas producen subproductos que al ser dispuestos sin control alguno ocasionan perjuicios al ambiente:

- **Contaminación del aire.** Las emisiones de amoníaco, sulfuros de hidrógeno, metano y dióxido de carbono producen molestias por los olores desagradables, siendo además precursores de trastornos respiratorios en el hombre y animales, entre otros problemas como es la contribución de la destrucción de la capa de ozono por la producción de óxido nitroso N₂O como parte de los gases emitidos durante la degradación microbiana (Pacheco *et al.*, 1997).
- **Contaminación del suelo.** El vertido de un volumen de estiércol excesivo puede ocasionar la acumulación de nutrientes en el suelo y producir su alteración en pH, la infiltración al subsuelo de nitratos, contaminación microbiológica, entre otros. Otro problema relacionado es la acumulación de metales pesados en la capa superficial del suelo, particularmente por la presencia de sales de hierro y cobre (Kato, 1995).
- **Contaminación del agua.** La contaminación del agua superficial por las excretas se manifiesta por la presencia de amonio y sulfatos, entre otros. El

exceso de nutrientes favorece el crecimiento de las algas desencadenando con ello el agotamiento del O₂ disuelto, favoreciendo la proliferación de larvas de insectos nocivos, y en casos severos se provoca la eutroficación de los cuerpos de agua. Por su parte el amonio es tóxico para los peces y los invertebrados acuáticos (Pacheco *et al.*, 1997). De igual forma, se produce la contaminación de acuíferos por la actividad porcícola, debido a la presencia de sólidos suspendidos, coliformes y nitrógeno entre otros, sobre todo en suelos permeables afectando en muchos casos el agua subterránea de la cual se abastecen algunas fincas.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES COMO ALTERNATIVAS DE DESCONTAMINACION

- ✓ De las 2121 granjas de la zona rural media del municipio de Tuluá, 741 poseen actividad porcina que equivalen al 34,96% del total de las fincas.
- ✓ Las aguas residuales de desechos porcinos (purines) contienen una serie de elementos que le confieren un gran valor como fertilizante si se aplica adecuadamente al suelo (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Fe y Mn, entre otros), pero que si no se manejan adecuadamente, pueden impactar negativamente al medio ambiente, especialmente las fuentes hídricas.
- ✓ El biodigestor es una tecnología sencilla que no requiere de inversiones millonarias
- ✓ La producción de gas proveniente de los residuos no alcanza para que la finca se autoabastezca toda su energía, pero sí para favorecer el medio ambiente. “Una característica importante que tiene la biodigestión es que nos da la alternativa de tratar los residuos, estabilizarlos y generar un abono orgánico, a la vez que permite producir metano, sustituyendo el gas propano-butano derivado del petróleo o el gas natural extraído de los pozos de petróleo o el consumo de leña que además de ser perjudicial para la salud por las partículas de ceniza que se alojan en los pulmones, sino por la afectación de la tala en los relictos boscosos.

4. PROGRAMAS DE ACCIÓN, PRESUPUESTOS, VENTAS Y UTILIDADES, EVALUACIÓN Y CONTROL

4.1 IMPACTOS DEL PROYECTO

Ambientales:

- Descontaminación de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas.
- Conservación del suelo y del agua.
- El uso de fertilizantes no químicos, que no dañen el equilibrio del suelo y permitan altos niveles de rendimiento.
- Disminución de la presión del hombre a los pocos relictos boscosos que se encuentran en la región. Según el *Anuario de Productos Forestales de la FAO*, Una persona en Colombia y solo para la cocción de alimentos, consume en promedio 0.43 m³ por año de leña y teniendo en cuenta que se instalarán 200 Biodigestores para 200 familias en 10 corregimientos de la zona rural del municipio de Tuluá (Valle del Cauca) donde habitan 8004 personas distribuidas en 2121 familias, lo que indica que se tiene un promedio por familia de 3,8 personas, la anterior proyección nos muestra que con la instalación de estos sistemas 800 personas aproximadamente dejarían de consumir leña que equivale a 344 m³ de madera al año , que finalmente y en 5 años que tiene de vida útil el biodigestor es equivalente a dejar de talar 441 árboles de 50 cm de DAP y de 5 mts de altura comercial que tienen en promedio 0.78 m³ de madera cada uno.
- Mejorar la calidad de vida y asumir nuevos conceptos que conlleven a una cultura ambiental inspirada en el desarrollo sostenible.
- Mejorar la estructura del suelo por la aplicación del efluente.
- Disminución de impactos ambientales a bajo coste y de fácil manejo mediante la Adopción de Tecnologías Alternativas Sostenibles y Limpias.

Sociales:

- Disminución de costo de producción por evitar pagos de tasas retributivas por contaminación.
- Obtención de gas metano como energía para preparar alimentos, calefacción e iluminación, ahorrando la compra de gas propano y el consumo de energía eléctrica. La implementación del sistema para una familia implica en promedio el ahorro de 40 lb de gas propano por mes, que en los 5 años de vida útil del sistema corresponde a \$2.800.000.00.
- Obtención de abonos orgánicos el cual disminuye la compra de fertilizantes.
- Disminución de enfermedades respiratorias en especial a las mujeres, debido a la inhalación del humo de leña.

4.2 POBLACIÓN OBJETO

El presente proyecto se desarrollara en el Departamento del Valle del Cauca.

Población directa: 200 núcleos familiares de la zona rural montañosa del Valle del Cauca.

Población indirecta: habitantes del Departamento del Valle del Cauca.

4.3 BENEFICIOS AMBIENTALES

- ✓ Buenas prácticas de lavado y aseo (disminución en el consumo del agua).
- ✓ Disminución de la carga contaminante de los efluentes.
- ✓ Aprovechamiento del estiércol sólido.
- ✓ Disminución de olores ofensivos.
- ✓ Disminución de moscas domesticas.
- ✓ Disminución de la carga contaminante del efluente aproximadamente en un 96.5% en DBO₅, 97.2 en DQO y SST en un 97.0%.

4.4 BENEFICIOS ECONÓMICOS

La tabla No. 5 muestra los Beneficios Económicos Totales de la aplicación de un Biodigestor tubular plástico de 7,2 m³. Los valores directos se calcularon en base al valor comercial que tienen el biogás y el efluente para reemplazar otros insumos. Los Beneficios Económicos Totales para un Biodigestor se estiman para un período de 20 años. Es importante recalcar que cada 5 años el sistema debe ser reemplazado completamente. El costo de instalación de un biodigestor de polietileno en Colombia (incluyendo materiales y mano de obra) es de \$ 754.000.00

Tabla No. 5. Beneficios Económicos de los Biodigestores. (Para un Biodigestor de 7.2 m³ a 20 años)

BENEFICIOS	AÑOS					
	0	1	5	10	15	20
Valor del Biogás	\$ 564.000,00	\$ 569.640,00	\$ 592.200,00	\$ 598.122,00	\$ 621.810,00	\$ 628.028,10
Valor del efluente	\$ 468.000,00	\$ 472.680,00	\$ 491.400,00	\$ 496.314,00	\$ 515.970,00	\$ 521.129,70
Beneficios totales	\$ 1.032.000,00	\$ 1.042.320,00	\$ 1.083.600,00	\$ 1.094.436,00	\$ 1.137.780,00	\$ 1.149.157,80
COSTOS						
Implementación	\$ 700.000,00	\$ 707.000,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Manejo	\$ 54.000,00	\$ 54.540,00	\$ 56.700,00	\$ 57.267,00	\$ 59.535,00	\$ 60.130,35
Costos totales	\$ 754.000,00	\$ 761.540,00	\$ 791.700,00	\$ 799.617,00	\$ 831.285,00	\$ 839.597,85
Beneficios netos por año	\$ 278.000,00	\$ 280.780,00	\$ 291.900,00	\$ 294.819,00	\$ 306.495,00	\$ 309.559,95

4.5 MATERIALES (Para los 200 sistemas)

Material	Unidad	Cantidad
Ladrillos	Unidad	52.800
Tubular plástico de 10 metros de largo por 1,25 metros de diámetro, Reservorio de 5 metros de largo por 1,25 metros de diámetro y (Arandelas de 19 cm. de diámetro el par)	Unidad	200
Arena media	m3	200
Tubos Gres de 8 Pulgadas	Unidad	200
Sacos de cemento	Unidad	250
Adaptador macho de una pulgada	Unidad	350
Adaptador hembra con rosca de PVC una pulgada.	Unidad	200
Adaptador hembra lisa PVC de una pulgada.	Unidad	200
Codos de una pulgada de PVC	Unidad	200
Tee de una pulgada de PVC	Unidad	200
Tee de una pulgada galvanizado	Unidad	200
Reductor copa de una pulgada a media pulgada(1/2) Galvanizado	Unidad	200
Niples galvanizados de ½ (dos de 5cm de largo)	Unidad	200
Niples galvanizados de ½ (dos de 70 cm de largo)	Unidad	200
Niples galvanizados de ½ (dos de 4,5 cm de largo)	Unidad	200
Codos galvanizados de ½ pulgada	Unidad	200
Llaves de paso bola de una pulgada	Unidad	200
Llaves de paso bola de ½ pulgada	Unidad	200
Tejas de zinc	M2	4.000
Rollo Malla para encerrar pollos de 1,80 metros de alto por 36 metros de largo	Unidad	100
Grapas cajas	Unidad	200
Puntilla de tres pulgadas	Kg	200
Limpiador de pvc	Onza	50
Pegante pvc	Onza	50
Tubería de pvc de una pulgada	Unidad	200
Alambre dulce	Kg	200
Cámaras de aire de rueda de carro (neumático usados).	Unidad	400

4.6 INDICADORES DE GESTIÓN

AVTIVIDADES	INDICADORES VERIFICABLES	RESULTADOS (METAS)	OBSERVACIONES
1) Contacto con las comunidades y líderes, para difundir el proyecto y convocar a los talleres de capacitación.	Número de familias contactadas	200	Visitas domiciliarias
2) Capacitar y sensibilizar a través de talleres teóricos vivenciales la importancia de implantar Biodigestores Plásticos Tubulares de Flujo Continuo.	Número de familias capacitadas.	200	Talleres teóricos y videos.
3) Realización de talleres prácticos a través de jornadas comunitarias donde se construyen los tanques y las zanja.	Números de jornadas	200	➤ Jornadas ➤ Entrega de materiales para la construcción del Biodigestor.
4) Realización de talleres practico donde se Instala el plástico tubular.	Número de Biodigestores.	200	Instalación de Biodigestores.
5) Realizar seguimientos a los sistemas implantados para aclarar algún tipo de duda que se presente en el transcurso del proyecto.	Número de monitoreos.	600	Visitas domiciliarias.

CONCLUSIONES

- La zona rural media del municipio de Tuluá posee alta vocación pecuaria porcícola con actividades de alto impacto ambiental al agua, suelo y aire.
- Con el desarrollo de todas las fases del proyecto se pretende que mediante la capacitación e instrucción de los poricultores, se logre el aprovechamiento de los residuos orgánicos que se originen en la actividad porcina por medio de la metodología Aprender-Haciendo que consiste en la participación de los asistentes en la construcción de los sistemas de tratamiento.
- Esta experiencia permitió adquirir un conocimiento en el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos a través de una tecnología sustentable apropiada y limpia llamada Biodigestor Tubular Plástico de Flujo Continuo, que contribuye a preservar, y prevenir los recursos naturales y el ambiente.
- El sistema a implementar en el proyecto es un sistema integrado de Descontaminación-Producción tiene siempre al óptimo aprovechamiento de los recursos, es decir, en él convergen una serie de tecnologías que permiten un mejor aprovechamiento del agua, el suelo, la energía y la materia orgánica.
- Una vez se implementen los sistemas es indispensable mantener un sistema de seguimiento para observar anomalías que se estén presentando, ya sea por manejo inadecuado de las aguas residuales en entran al sistema o por rompimiento del plástico causado por factores externos (gatos, perros, aves, entre otros).

- Para la selección de los productores donde se vaya a implementar el sistema se tendrán que tener en cuenta tamaño de la producción (al menos 5 cerdas de cría y un macho reproductor), grado de impacto ambiental, y disponibilidad del propietario de administrar el sistema.

BIBLIOGRAFIA

American Journal of Alternative Agriculture, 1, 1987:153. U. S. National Research Council: 'Alternative Agriculture', 1989. Texas Department of Agriculture: 'Texas Agriculture: Growing a Sustainable Economy', 1990. World Resources Institute: 'Paying the Farm Bill: U. S. Agricultural Policy and the Transition to Sustainable Agriculture', 1991.

D López Pérez, Antonio Carlos. Valorización del estiércol de cerdo a través de la producción de biogás». Colombia: Asociación Colombiana de Porcicultores-Fondo Nacional de la Porcicultura

Drucker A., Escalante R., Gómez V. y Magaña S. (2003), "La industria porcina en Yucatán", Problemas del Desarrollo: Revista Latinoamericana de Economía, Vol. 34, núm. 135, X-XI, pp. 105-124.

FAO, Anuario de los productos forestales, FAO/FONP,1994.

Folleto de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC. Tasa Retributiva. <http://www.cvc.gov.co>.

Guía Ambiental para el Subsector Porcícola. Ministerio del Medio Ambiente. Sociedad de Agricultores de Colombia. Asociación Colombiana de Porcicultores. Bogotá, 2002.

Kato, Luis M. (1995). "La producción porcícola en México: Contribución al desarrollo de una visión integral". Universidad Autónoma Metropolitana. México. Pp. 21-41.

Pacheco A. J. Sauri, Ma. Rosa R. Cabrera, Armando S. (1997). "Impacto de la Porcicultura en el Medio Ambiente". Ingeniería, Revista Académica de la Facultad de Ingeniería. Yucatán, México. Vol. 1 No. 3 Pp.53-58.

ANEXOS

Anexo No.1

FORMATO DE ENCUESTA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD PORCÍCOLA	
DATOS DEL PRODUCTOR	
Corregimiento:	
Nombre del predio:	
Nombre del productor o propietario:	
Número de integrantes de la familia:	
Ingresos mensuales de la familia, incluyendo otras actividades de la finca:	
Tipo de combustible utilizado para cocinar en la finca: Leña___ Gas propano___ Energía eléctrica___ Otra, Cuál? _____	
DATOS DE LA PRODUCCIÓN	
Número de cerdos totales:	
Hembras vacías:	Macho reproductor:
Hembras gestantes:	Lechón lactante
Hembras lactantes:	Precebo
Levante:	Finalización:
CONSIDERACIONES IMPORTANTES	
Esta dispuesto a implementar y operar el sistema en su finca? SI___ NO___	
Está dispuesto a realizar el aporte en mano de obra no calificada para la implementación del sistema? SI___ NO___	
Dónde vierte las aguas residuales de la actividad porcícola? Fuente de agua directamente___ Suelo___ Tiene sistema de tratamiento. Cuál? _____	

