

UNIVERSIDAD DE PANAMA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERIA AGRÍCOLA

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DEL  
MANEJO DE DESECHOS EN CUATRO (4) LECHERÍAS (ESTUDIO  
DE CASO) DE LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

BRENDA E. GONZÁLEZ M.

4-732-2340

DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2008

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DEL  
MANEJO DE DESECHOS EN CUATRO (4) LECHERÍAS (ESTUDIO  
DE CASO) DE LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDA PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE INGENIERO EN MANEJO AMBIENTAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O  
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**APROBADO**

<b>PROF. ING. GILBERTO SAMANIEGO MsC.</b>	_____
	<b>DIRECTOR</b>
<b>PROF. ING. GENEROSO ATENCIO MsC.</b>	_____
	<b>MIEMBRO</b>
<b>PROFA. ING. CYNTHIA SÁNCHEZ M.</b>	_____
	<b>MIEMBRO</b>

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2008**

## AGRADECIMIENTO

Doy gracias a DIOS por tenerlo siempre presente en mis pensamientos y protegerme todos los días de mi vida.

A mis PADRES por apoyarme, darme fortaleza para seguir adelante con mis desiciones y sobre todo el amor que representa una familia.

A mis HERMANAS por darme buenos consejos y ayudarme a seguir adelante para no flaquear en el transcurso de mi carrera.

A mis PROFESORES por brindarme sus conocimientos los cuales han sido de mucha ayuda para realizarme como profesional.

Al Departamento de Transferencia de Tecnología de la Cooperativa de Productores de Leche de Panamá, R.L. (COOLECHE, R.L.), por facilitarme entrar a las fincas de los socios de la cooperativa para realizar la recopilación de los datos para mi tesis.

## DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a mi PAPÁ (q.e.p.d.) a él que fue un hombre perseverante en sus metas, que siempre me apoyaba y me daba consejos para que saliera adelante ya que se sentía muy orgulloso de mí.

A mi Mamá que es la persona más maravillosa del mundo, donde toda su vida se ha esforzado para que mis hermanas y yo pudiéramos recibir una buena educación y desarrollarnos profesionalmente.

A mis sobrinos que son la fuente de mi inspiración para esforzarme cada día más como profesional, para que tengan un ejemplo de superación.

A mis amigos y compañeros que siempre estuvieron apoyándome en situaciones fáciles como difíciles de mi carrera.

# **VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DEL MANEJO DE DESECHOS EN CUATRO (4) LECHERÍAS (ESTUDIO DE CASO) DE LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

Brenda González. 2008. Valoración económica de las alternativas del manejo de desechos en cuatro (4) lecherías (estudio de caso) de la provincia de Chiriquí. Tesis Ing. en Manejo Ambiental. Chiriquí, Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

## **RESUMEN**

En este proyecto se realizó una valoración económica de las alternativas del manejo de desechos en cuatro lecherías de la provincia de Chiriquí en donde se encuentran instaladas actualmente, con la finalidad de poder determinar ambientalmente cual es la más eficiente y así ser implementarlas en la lechería de la Facultad de Ciencias Agropecuarias o en otras fincas; en donde los aspectos ambientales de la lecherías presentan deficiencias en el cumplimiento de las normas establecidas actualmente por la Autoridad Nacional del Ambiente.

La metodología utilizada para realizar este estudio consistió en dos etapas:

1. La primera consistió en realizar en cuatro (4) fincas de asociados de COOLECHE, un estudio de caso para obtener datos de las alternativas de manejo de desecho que se tiene implementada dentro de dichas fincas, para hacer un análisis económico.
2. La segunda etapa estuvo compuesta por el análisis de costo-eficiencia y la Relación Beneficio-costos.  
Se realizó el análisis Costo-Eficiencia en donde se compara la eficiencia ambiental de algunas alternativas manejo de desechos con respecto a sus costos. Se usaron indicadores financieros más relevantes R B/C, VAN para comparar la rentabilidad.

Las alternativas identificadas en este trabajo fueron: tinas de separación de sólidos, tinas de producción de bocachi y biodigestores; en todos se realiza aplicación de microorganismos eficientes (EM) para acelerar la descomposición del estiércol e inhibir los malos olores.

En base a los datos obtenidos la relación beneficios costos para las cuatro fincas estudiadas están por debajo de 1 por lo cual no es rentable al igual que el VAN.

Para el análisis de Costo-Eficiencia se consideró utilizar el método de valor actual de costos (VAC) que permite comparar alternativas de igual vida útil, para dicho análisis se tomó en cuenta las fincas que tiene el mismo sistema de manejo de desecho con un periodo de vida útil de 8 años, además tiene la misma utilidad que es de obtener beneficios ambientales. La alternativa de solución evaluada que presentó el menor valor actual de costos, que es la más conveniente desde el punto de vista técnico económico, está implementada en la Finca Morel.

**PALABRAS CLAVES:** Manejo de desechos, Estudio de casos, Costo-Eficiencia, Relación Beneficio-Costos (RB/C), Valor Actual Neto( VAN), Valor Actual de Costos (VAC), Tinajas de separación de Sólidos, Tinajas de producción de Bocachi, Biodigestores, Microorganismos Eficientes.

## INDICE DE CONTENIDO

N°	DESCRIPCIÓN	PÁGINAS
	PÁGINA DEL TITULO	
ii	PÁGINA DE APROBACIÓN	
iii	PÁGINA DE AGRADECIMIENTO	
iv	DEDICATORIA	
v	RESUMEN	
vii	ÍNDICE DE CONTENIDO	
ix	ÍNDICE DE CUADROS	
x	ÍNDICE DE FIGURA	
xi	ÍNDICE DE ANEXO	
	1. INTRODUCCIÓN	1
	1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR	1
	1.2 ANTECEDENTES	2
	1.3 JUSTIFICACIÓN	2
	1.4 OBJETIVOS	3
	1.4.1 GENERALES	3
	1.4.2 ESPECÍFICOS	3
	1.5 HIPÓTESIS	4
	1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	4
	2. REVISIÓN DE LITERATURA	
	2.1. Concepto de Producción Más Limpia	6
	2.2. Beneficios de la Producción Más Limpia	8
	2.3. Alternativas de Producción Más Limpia para Empresas del Sector Lácteo	10
	2.4 Alternativas en la producción de leche cruda	11
	2.4.1 Infraestructura	11
	2.4.2 Valorización de Residuos	
	2.4.2.1 Bobinaza	12
	2.4.2.2 Purines	15
	2.5 Sistemas de tratamiento de los desechos sólidos y líquidos utilizados en lecherías	
	2.5.1 Tratamiento primario	15
	2.5.1.1 Sistema de descontaminación de agua	16
	2.5.1.2 Sedimentación	16
	2.5.1.3 Canales de sedimentación	17
	2.5.1.4 Lagunas de descontaminación	18
	2.6 Microorganismos Efectivos o eficaces	18
	2.7 Biodigestores	19
	2.8 El análisis económico de proyectos	21
	2.8.1 Diferencia entre análisis financiero y análisis económico	22
	2.8.2 Indicadores Financieros	

2.8.2.1 Relación Beneficio / Costo	23
2.8.2.2. Valor Actual Neto	23
2.9 Valoración económica de los recursos ambientales	24
2.10 Análisis Costo-Eficiencia	
2.10.1 Generalidades	25
2.10.2 Enfoque Costo-Eficiencia	25
2.10.3 Método Costo-Eficiencia	26
2.10.3.1 Método de costo mínimo	26
2.10.3.2 Método de costo por beneficio	27
2.10.3.3 El Método de Costo Anual Equivalente	27
2.11 Análisis Económico de la Implementación de las Medidas de Producción Más Limpia	27
2.12 Legislación ambiental en Panamá	28
2.12.1 Contaminación ambiental	28
2.12.2 Aire	28
2.12.3 Agua	29
2.12.4 Suelos	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 MATERIALES	30
3.2 MÉTODOS	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
5. CONCLUSIONES	52
6. RECOMENDACIONES	53
7. REFERENCIAS CITADAS	55
ANEXOS	61

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁGINAS</b>
CUADRO N° I	COSTOS Y BENEFICIOS DE LA FINCA LA HIGA	38
CUADRO N° II	ANÁLISIS ECONÓMICO, FINCA LA HIGA	39
CUADRO N° III	INSUMOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE BOCACHI CON SUS COSTOS	42
CUADRO N° IV	COSTOS Y BENEFICIOS DE LA FINCA LOS FARAONES	43
CUADRO N° V	ANÁLISIS ECONÓMICO, FINCA LOS FARAONES.	44
CUADRO N° VI	COSTOS Y BENEFICIOS DE LA FINCA EL ARCA	46
CUADRO N° VII	ANÁLISIS ECONÓMICO, FINCA EL ARCA	47
CUADRO N° VIII	COSTOS Y BENEFICIOS DE LA FINCA MOREL	49
CUADRO N° IX	ANÁLISIS ECONÓMICO, FINCA MOREL	50
CUADRO N° X	ANÁLISIS DE COSTO-EFICIENCIA	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁGINAS</b>
Figura N° 1	Imagen digital del área de la Finca la Higa propiedad del Sr. Eugenio Núñez	36
Figura N° 2	Imagen digital del área de la Finca los Faraones propiedad del Sr. Rubén Serracín	40
Figura N° 3	Imagen digital del área de la Finca El Arca propiedad del Sr. Abelardo Saira	45
Figura N° 4	Imagen digital del área de la Finca Morel propiedad del Sr. Fulvio Morel	48

## INDICE DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁGINAS
CUADRO N° I	COSTOS DE MATERIALES PARA UN BIODIGESTOR	61
Figura N° 1	Diagrama de las Tinas de Almacenamiento de Sólidos para la fabricación de Bocachi	62
Figura N° 2	Diagrama de las Tinas de Separación de Sólidos	63
Figura N° 3	Área de ordeño de la finca	64
Figura N° 4	Sala de espera del ganado	64
Figura N° 5	Cuadras para rotación del Ganado	65
Figura N° 6	Tinas de Separación de Sólidos combinado con Biodigestor	65
Figura N° 7	Tinas de Separación de Sólidos	66
Figura N° 8	Biodigestor	66
Figuras N° 9	Biogás producido en el Biodigestor	67
Figura N° 10	Utilización del Biogás para cocina	67
Figura N° 11	Personal trabajando en la producción de abono bocachi, patio de secado	68
Figura N° 12	Área de producción de abono Bocachi	68
Figura N° 13	Producto final, abono bocachi	69
Figura N° 14	Abono ensacado	69
Figura N° 15	Producción de Abono Bocachi utilizado para esparcirlo por toda la finca	70
Figura N° 16	Manejo en las tinas de producción	70
Figura N° 17	Recipiente para recoger el Biol en las tinas de producción de Bocachi	71
Figura N° 18	Personal regando el Abono Bocachi en el potrero	71
Figura N° 19	Tuvo que conecta el canal de lavado del área de ordeño con las tinas de separación de sólidos	72
Figura N° 20	Tinas de Separación de Sólidos	72
Figura N° 21	Biodigestor	73
Figura N° 22	Válvula de paso del Biogás que sale del Biodigestor	73
Figura N° 23	Cocina modificada para instalación de tuberías de producción de biogás	74
Figura N° 24	Utilización de Biogás para calentar agua utilizada en el ordeño.	74
Figura N° 25	Sala de Ordeño	75
Figura N° 26	Área de espera del ganado	75
Figura N° 27	Biodigestor	76
Figura N° 28	Estufa con los fogones con material resistente al Biogás	76
Figura N° 29	Utilización del Biogás para cocinar	77

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR**

En este proyecto se realizó una valoración económica de las alternativas del manejo de desechos en cuatro lecherías de la provincia de Chiriquí en donde se encuentran instaladas actualmente, con la finalidad de poder determinar ambientalmente cual es la más eficiente y así ser implementarlas en la lechería de la Facultad de Ciencias Agropecuarias o en otras fincas; en donde estas lecherías los aspectos ambientales presentan una deficiencia en el cumplimiento de las normas establecidas actualmente por la Autoridad Nacional del Ambiente.

Actualmente la mayoría de productores de ganado lechero no cuentan con los tratamientos, infraestructura y uso apropiado de los desechos originados de esta actividad; lo cual ocasiona un problema de contaminación ambiental y la pérdida de dinero.

Se han creado leyes y decretos que norman los diferentes temas ambientales del país, para que los dueños de finca se adecuen y puedan cumplir con las normas establecidas, el problema recae en que estas personas están utilizando tecnologías con metodologías pocos confiables al momento de implementarlas, lo que origina que no puedan cumplir con las normas ambientales.

Es por esto que se desea investigar las diferentes tecnologías que se están utilizando en el sector lechero nacional y poder determinar si están cumpliendo con las normas ambientales exigidas por las leyes, decretos y dichas normas, para poder ser utilizadas en la lechería de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Provincia de Chiriquí u otras fincas.

## **1.2. ANTECEDENTES**

En la actualidad la contaminación de los recursos naturales en especial el agua, ha ido en aumento cada día más en donde se ve afectado todos los seres vivos. La principal causa son las malas prácticas que se desarrollan en las industrias, en el sector agropecuario, en nuestros hogares y en la minería.

Según el Sexto Censo Nacional Agropecuario a nivel nacional existen 3,846 explotaciones proveedoras de alguna industria, lechería o quesería y 271,252 cabezas de ganado que es utilizado para la explotación lechera, en donde la mayoría de estas explotaciones lo realizan productores de bajos ingresos y el tipo de ordeño que utilizan es el manual, la cual ocasiona que exista más probabilidades de contaminación de los recursos naturales.

La lechería de la Facultad de Ciencias Agropecuarias cuenta aproximadamente con 22 vacas la cuales están produciendo 443.12 Kg. estiércol por día. Este estiércol no se le está dando el manejo adecuado; además que para poder limpiar, se necesita gran cantidad de agua lo que implica que se está malgastando este recurso que es de suma importancia.

En Panamá las principales fuentes de contaminación de las aguas de ríos y quebradas son muy diversas, dentro de las que se puede mencionar están las descargas de las aguas negras sin ningún tratamiento previo, la mala disposición de cualquier tipo de desecho y sobre todo las aguas residuales producto de las actividades agropecuarias, en donde vierten éstas en forma directa a cualquier fuente de agua.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Debido al aumento de la contaminación en nuestro país se han creado diferentes leyes y decretos que regular los diferentes temas ambientales en donde se les está exigiendo a todos los productores que deben adecuar sus fincas, de lo contrario se les impondrá altas multas.

El proyecto va dirigido a valorar las alternativas de manejo de desechos que se puedan implementar en la lechería de la Facultad de Ciencias Agropecuarias o en otras fincas y así poder mejorar las malas prácticas ambientales que se están realizando dentro de las lecherías, y poder cumplir con las normas ambientales establecidas en nuestro país.

También tiene la finalidad de que los estudiantes y docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias puedan realizar diferentes investigaciones en el ámbito de la producción más limpia, además que servirá de guía para los productores lecheros de bajos recursos para que puedan utilizar alguna de las alternativas que se desean investigar.

Actualmente el principal problema que presenta la lechería son las aguas residuales; en donde estas son depositadas en una fosa que se encuentra aproximadamente a 50m aguas arriba de un ojo de agua, lo que se deduce que esta agua debe estar contaminada. Esto produce cierta preocupación porque el agua puede estar siendo utilizadas por personas o diferentes animales.

Este proyecto se enfoca precisamente en buscar una solución a esta problemática, generando información valiosa para poder afrontar con claridad y certeza el tratamiento de aguas residuales producto de la actividad lechera; en base a tecnologías que sean de bajos costos pero que sean de alta eficiencia.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 GENERAL**

Valorizar económicamente las alternativas del manejo de desecho en cuatro (4) lecherías (Estudio de caso) de la Provincia de Chiriquí.

### **1.4.2 ESPECÍFICOS**

- Identificar las diferentes alternativas de manejo de desechos en el sector lechero en la provincia de Chiriquí.

- Comparar la eficiencia ambiental con los costos de las diferentes alternativas de manejo de desechos.
- Seleccionar la tecnología de manejo de desecho que represente un beneficio económico y ambiental para la lechería de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

## **1.5 HIPÓTESIS**

- **HIPÓTESIS NULA**

Ho: El manejo de los desechos genera un beneficio económico y ambiental para las empresas lecheras y el entorno.

- **HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

Ha: El manejo de los desechos no representa un beneficio económico para las empresas lecheras.

## **1.6. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Con la elaboración de este estudio se pretende brindar información a los estudiantes y profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, además a los diversos productores que se dedican a la explotación ganadera para que adopten nuevas prácticas que mitiguen la contaminación por medio de la producción más limpia la cual tiene la finalidad de optimizar los procesos y a la reutilización, reciclaje y valorización de los residuos o subproductos.

En el desarrollo del proyecto de investigación se encontró ciertas limitaciones con respecto a la obtención de los datos para la investigación, ya que en algunas fincas los dueños no llevan cuantificado la cantidad de agua que

utilizan, un análisis físico-químico del abono o biol que se obtienen de las alternativas implementadas en dichas fincas y la cuantificación de los gastos que se generan de la actividad separado de los costos generales de la finca.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Concepto de producción más limpia**

La producción limpia es un concepto amplio que comprende términos tales como prevención de la contaminación, minimización de residuos o eco-eficiencia, poniendo énfasis en cómo los bienes y servicios pueden producirse con el menor impacto ambiental teniendo en cuenta las limitantes económicas y tecnológicas. (Lladser LL. María T. 2004)

El concepto de .Producción Más Limpia. está ligado a procesos de producción que responden a una estrategia ambiental preventiva y que integran los procesos y los productos con el objetivo de reducir riesgos al ser humano y al medio ambiente. Desde el punto de vista de los procesos ello significa: producción de la materia prima, reducción del uso de materias tóxicas, reducción de la cantidad de producción de todas las emisiones y desechos antes de que salgan del proceso. Para los productos ello significa: reducción de los impactos a lo largo del ciclo de vida, desde la producción de materia prima hasta su producción. Lo que se busca en el proceso global de Producción Más Limpia es disminuir los costos de producción, mediante procesos previos de tratamiento que permitan disminuir los servicios de salud y limpieza del ambiente; además, mejorar la eficiencia de los procesos y la calidad del producto. (Pitty, Alicia 2001).

Según el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), citado por CoNEP, ANAM.2001, la definición de Producción Más Limpia es la siguiente: *“Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral a los procesos, a los productos y a los servicios para reducir los riesgos relevantes a los seres humanos y al medio ambiente.”*(1)

La Producción Más Limpia dentro de un proceso productivo se refleja en un menor impacto ambiental, menor cantidad de emisiones, eliminación de los desperdicios de materias primas, ahorro de agua y energía, mayor calidad en los productos y menores costos de producción, que dan como resultado una mayor competitividad.

Se debe entenderse que la Producción Más Limpia no es simplemente un sistema de gestión ambiental, sino una estrategia integral, económica y ambiental, que busca elevar la competitividad y el desempeño económico de un proceso a través del mejoramiento ambiental; dado su carácter como elemento armonizador de la relación existente entre el sector productivo y el medio ambiente.

---

(1) CoNEP, ANAM.2001. Producción más Limpia. Panamá. Consejo Nacional de la Empresa Privada Proyecto "Instrumentos de Gestión Ambiental y Participación Empresarial en Producción Limpia". Consultado el día 13 de febrero de 2007 Disponible en: <http://www.conep.org.pa/prodlimpia/templates/quepl.php>

## **2.2. Beneficios de la producción más limpia**

Una Empresa con Producción Más Limpia puede mejorar el posicionamiento de sus productos contribuyendo a su promoción con rótulos que los identifican como productos “verdes”, “amigables con el medio ambiente”, o mediante los llamados sellos verdes o ecológicos.

Algunos de los beneficios que se pueden obtener son los siguientes:

- **Financieros**

Reducción de costos, por optimización del uso de las materias primas.

Ahorro, por mejor uso de los recursos (agua, energía, etc.)

Menores niveles de inversión asociados a tratamiento y/o disposición final de desechos

Aumento de las ganancias

- **Operacionales**

Aumenta la eficiencia de los procesos.

Mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional.

Mejora las relaciones con la comunidad y la autoridad.

Reduce la generación de los desechos.

Efecto positivo en la motivación del personal.

- **Comerciales**

Permite comercializar mejor los productos posicionados y diversificar nuevas líneas de productos.

Mejora la imagen corporativa de la empresa.

Logra el acceso a nuevos mercados.

Aumento de ventas y margen de ganancias.

- Implementación

La generación de los desechos es inherente a cualquier proceso productivo. No obstante, esta generación es considerada una pérdida económica y un mal aprovechamiento de los recursos y materia prima empleados.

Otros beneficios que se pueden mencionar son:

- Valorización de los residuos por la venta
- Reducción de los costos de mantenimiento y limpieza
- Reducción de los costos derivados de problemas de salud ocupacional
- Mayor oportunidad de mejoramiento empresarial y logros de objetivos de

calidad total empresarial que integren la responsabilidad por el medio ambiente con la seguridad industrial y la salud ocupacional

- Mayor participación empresarial en la gestión ambiental
- Mayor posibilidad de acceso a recursos de financiación para reconversión

tecnológica.

Según Pitty, Alicia (2001). Algunas de las estrategias de gestión ambiental preventiva sobre las cuales se apoya los procesos de Producción Más Limpia, contribuyen de manera efectiva a apoyar las políticas de prevención de contaminación como son:

- Reducción del riesgo ambiental, del riesgo a la salud y de accidentes.
- Ahorros en materias primas, agua y energía.
- Aumento de la productividad y la calidad de los productos.

- Mejoras de la estructura de trabajo, racionalizándola y del nivel de tecnológico de las empresas (nuevos equipos, métodos de control, etc.).
- Ahorros en la gestión y tratamiento de residuos y emisiones.
- Al replantear procesos, procedimientos, etapas, materiales, etc. ayuda a superar hábitos rutinarios.
- Mejora la imagen de la empresa frente al mercado, la sociedad, las administraciones, etc.
- Ayuda a satisfacer los crecientes requerimientos ambientales.

### **2.3. Alternativas de producción más limpia para empresas del sector lácteo**

Las empresas del sector lácteo generalmente consumen cantidades significativas de agua y energía, a la vez que descargan grandes volúmenes de aguas residuales y una gran variedad de subproductos. También es necesario considerar los aspectos de riesgos ocupacionales generados por ruido y ergonomía.

Las prácticas de los operarios tienen impactos significativos sobre el desempeño global. De ahí que se insista en las Buenas Prácticas de Operación (BPO) como una de las principales medidas para el logro de una Producción Más Limpia; algunos ejemplos son:

- Mantener las áreas de trabajo ordenadas y despejadas para evitar accidentes.
- Llevar un control de inventarios de insumos (limpiadores, desinfectantes, empaques), para evitar desperdicios.

- Sensibilizar y concienciar a los trabajadores acerca de su responsabilidad en el desempeño global y ambiental de la empresa.
- Llevar un registro de todas las operaciones realizadas a diario.
- Llevar un registro con el consumo de recursos: agua, energía, combustibles y materias primas.
- Implantar un programa de mantenimiento preventivo para reducir al máximo los costos debidos a paradas en la producción y a la compra de repuestos.

## **2.4 Alternativas en la producción de leche cruda**

Para este tipo de empresas se han identificado que las alternativas de Producción Más Limpia, están relacionadas con la infraestructura, donde se realizan las actividades operativas y con el manejo y valoración de los residuos generados durante el desarrollo de la actividad productiva.

### **2.4.1 Infraestructura**

La zona de ordeño debe evitar la contaminación de aguas superficiales y subterráneas y del suelo, facilitar el manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante el ordeño, no eliminar los efluentes líquidos generados en el ordeño sin un manejo o tratamiento adecuado previo, a cursos de agua superficiales y/o subterráneos y poder implementar medidas preventivas para disminuir el riesgo de contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Los patios existentes, instalados dentro de la ronda de protección de cuerpos de agua (a una distancia menor de la establecida: 300 m), deben tomar las medidas preventivas necesarias para evitar el escurrimiento directo hacia cursos de agua;

tales como la canalización de los drenajes hasta los sistemas de tratamiento mediante la construcción de canales en concreto y la construcción de diques de contención (Autoridad Nacional del Ambiente, 2005).

## **2.4.2 Valorización de residuos**

### **2.4.2.1 Bobinaza**

Las alternativas de manejo de la bobinaza a considerar, entre otras, son las siguientes:

- Bokashi

Shitani citado por Madrigueña, G; et al. (2002), señala que una forma eficiente de aprovechar los desechos orgánicos es transformándolos en un abono orgánico conocido como “bokashi”, palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”, la cual se logra mediante un proceso de fermentación acelerada por la utilización de microorganismos benéficos.

*“El bokashi tiene como propósito incorporar inóculos que promuevan una fermentación regulada, para así, suministrar alimentos energéticos a los microorganismos del suelo y crear una biodiversidad benéfica y nutritiva a los cultivos. El uso de E.M es para garantizar una cadena de fermentación muy sana que se asemeja al proceso dado en la naturaleza” (1) (Tabora, P. 1999)*

Según Umaña citado por Soria (2003), en la Universidad la EARTH de Costa Rica se produce bokashi mezclado con aserrín (madera blanca), estiércol de bovino y microorganismos eficientes agregados diariamente.

---

(1) TABORA, P. 1999. La microbiología del Bokashi EM del Banano y el compost, una comparación. Material no editado. Costa Rica: Universidad EARTH. 3 P.

Componentes básicos en la elaboración del abono. La composición del bokashi puede variar considerablemente y se ajusta a las condiciones y materiales existentes en la finca; es decir, no existen ingredientes fijos para la elaboración del abono. Entre los ingredientes más comunes que pueden formar parte del abono orgánico están los siguientes: estiércol de vaca; se les agrega EM, cascarilla de arroz, aserrín, en ocasiones cal agrícola y agua.

- Lombricultura

Según González, G. 1995. La Lombricultura es la ciencia y técnica que trata del cultivo y utilización de la lombriz de tierra. En su proceso la lombricultura recicla los desechos orgánicos, produciendo abono y proteína animal, para la cual utiliza las lombrices de tierra.

Vega citado por Arjona. 2004, menciona que la explotación de lombrices de tierra es una biotecnología que permite transformar los desechos biodegradables agrícolas, agroindustriales y urbanos por medio de la crianza intensiva de lombrices adaptadas al cautiverio en productos de valor comercial como el humus o el abono.

Lombriz roja californiana *Eisenia foetida*.

Martínez citado por Hecker, L. (2001). Indica que el tipo de lombriz que más se utiliza para producción de abono por sus condiciones, es la que se conoce comúnmente como la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*.

Reino: Animal

Tipo: Anélido

Clase: Oligoqueto

Orden: Opisthokonta

Familia: Lumbricidae

Género: Eisenia

Especie: foetida

De acuerdo a González, G. (1995), los factores ambientales que afectan la reproducción, crecimiento y salud de las lombrices de tierra son:

Humedad: Las camas o los lechos deben permanecer húmedos, pero no empantanados.

El pH: Algunos expertos coinciden en que las lombrices sobreviven en suelos con un grado de acidez de 4.5 y 8 sin embargo, al parecer el adecuado es el neutro cuyo estado de acidez es de 7.

Temperatura: El rango óptimo de temperatura para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12°C – 25°C.

Aireación: Las lombrices son capaces de vivir con poca cantidad de oxígeno; aunque de todas maneras, este elemento es muy importante para su normal desarrollo.

*“En este aspecto cabe resaltar que las lombrices comen todo tipo de materia orgánica en descomposición. Sin embargo, cuando esta materia inicia su proceso de descomposición, genera altas temperaturas que podrían matarlas o hacerle suspender el ciclo reproductivo. Por ello, es conveniente, que tales desechos se dejen madurar en su primera etapa, para proporcionárselo a las lombrices como alimento.” (1) (González, G. 1995).*

---

(1) GONZÁLEZ, G. 1995. El cultivo de lombrices rojas Californianas. Panamá: Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 16 P.

Vega citado por Arjona, (2004), señala que el sustrato en la alimentación de las lombrices es la base fundamental de la producción de humus. Los insumos utilizados en la alimentación de las lombrices pueden ser el estiércol entre otros materiales.

#### **2.4.2.2 Purines**

En las fincas donde se produce la leche cruda, los problemas de contaminación se dan por el manejo inadecuado de los llamados purines y las aguas de lavado de patios y salas de ordeño.

Para el caso de las fincas de producción de leche cruda, el manejo de los purines y aguas de lavado pueden darse en un tanque o foso, donde se presentan procesos de tipo físico y biológico y se permite su utilización luego como fertilizante de pasturas.

### **2.5 Sistemas de tratamiento de los desechos sólidos y líquidos utilizados en lecherías**

#### **2.5.1 Tratamiento primario**

El tratamiento primario es la labor de separar del agua, por medio físico, aquellos componentes de grandes dimensiones y no solubles que por su naturaleza o tamaño, crearían problemas en los tratamientos posteriores. En este proceso se retiran los materiales sólidos, generalmente mediante filtración y sedimentación.

Según Valdés, T. (2000) en el pretratamiento lo primero que se hace es eliminar los sólidos, los más grandes se eliminan mediante tratamientos groseros.

El objetivo del tratamiento primario es eliminar la materia en suspensión. Como mínimo el 60%. También se elimina algo de DBO, entre el 30-40% como máximo. Si hay coloides en ocasiones hay que destruirlos mediante adición de coagulantes y floculantes (disminuyendo su potencial superficial).

#### **2.5.1.1 Sistema de descontaminación de agua**

Según Fuentes, A.; Hertentains, L. (2006) Su objetivo es descontaminar las aguas servidas esto se puede realizar utilizando plantas acuáticas (Lirio de agua, lema, salvina y azolla), y estructuras artificiales.

- Separador de Sólidos: Estructura de concreto que permite separar los Sólidos ( estiércol) de lo líquido; son tinas (tres a cuatro) de tamaño de acuerdo al volumen de estiércol que se maneja y es considerado un tratamiento primario.

El material sólido se utiliza para la producción de lombricompost y el líquido va al el biodigestor y/o los potreros...

- El efluente directo a potrero: El líquido que sale del separador de sólido, pueda ser utilizada directamente a los potreros; esto si la topografía de la finca permite su distribución. Recomendamos recoger los desechos sólidos y llevarlos a los potreros a través de tuberías de PVC movibles a cada potrero. Este tubo de PVC debe ser movable cada cierto tiempo y debe ser perforado cada pie para que actúe como un riego por goteo

#### **2.5.1.2 Sedimentación**

Muchas plantas tienen una etapa de sedimentación donde el agua residual se pasa a través de grandes tanques circulares o rectangulares. Estos tanques son comúnmente llamados clarificadores primarios o tanques de sedimentación

primarios. El propósito principal de la etapa primaria es producir generalmente un líquido homogéneo capaz de ser tratado biológicamente y de un lodo que puede ser tratado separadamente. Los tanques primarios de establecimiento se equipan generalmente con raspadores conducidos mecánicamente que conducen continuamente el lodo recogido hacia una tolva en la base del tanque donde mediante una bomba puede llevar a éste hacia otras etapas del tratamiento. (Wikipedia, la enciclopedia libre. 2001)

### **2.5.1.3 Canales de sedimentación**

Botero, (2004) citado por Fuentes, A.; Hertentains, L. (2006) El efluente de los biodigestores aunque es un excelente abono orgánico por su alto contenido de minerales, no siempre es utilizado directamente como fertilizante foliar, por ende, para que la descontaminación sea más efectiva, el agua deberá permanecer retenida por un periodo mínimo de 15 días en canales de sedimentación antes de llegar a lagunas de tratamiento final de las aguas. Las dimensiones recomendables para su establecimiento deberá ser, de 0.40 m de ancho, 0.40 m de una profundidad y el largo dependerá de la cantidad de efluente producido. Según el CIPAV (1998) citado por Fuentes, A.; Hertentains, L. (2006), los canales de sedimentación pueden eliminar el restante 15 ó 20 % de la materia orgánica que queda como sólidos en suspensión en el efluente del biodigestor. Según Ezquivel et al. (2001) citado por Fuentes, A.; Hertentains, L. (2006), resultados obtenidos en Colombia muestran los porcentajes de eficiencia de la descontaminación de las aguas por parte del biodigestor y los canales de sedimentación en un rango de 82 a 97%. Esos autores dicen que los canales de

sedimentación deberán ser cultivados con plantas acuáticas, las cuales contribuyen en la disminución de los contenidos de materia orgánica de 12 a 16%.

#### **2.5.1.4 Lagunas de descontaminación**

Las aguas tratadas provenientes de los canales de sedimentación son depositados en lagunas o reservorios por un periodo de retención de 30 días con el objetivo de disminuir el grado de contaminación de las aguas antes de ser vertidas en los ríos, ya que las aguas provenientes de los canales de sedimentación todavía contienen gran cantidad de residuos orgánicos que pueden causar eutrofización (Ezquivel et al., 2001) citado por Fuentes, A.; Hertentains, L. (2006). Por otro lado, Díaz y Vega (2000) citado por Fuentes, A.; Hertentains, L. (2006) recomiendan que las lagunas deben ser preferiblemente rectangulares y el ancho no debe ser mayor de 18m para facilitar un mejor manejo. Asimismo, se recomienda establecer diferentes especies de planta acuáticas en cada laguna, para disminuir el grado de contaminación de las aguas y lemna en aguas con alta contaminación, salvinia en aguas medianamente contaminadas y azolla en aguas casi limpias o al final del proceso de descontaminación (CIPAV,1998 y Botero, 2004) citado por Fuentes, A.; Hertentains, L. (2006).

#### **2.6 Microorganismos efectivos o eficaces**

Según la Fundación de Asesoría para el Sector Rural (1988), EM es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética,

presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros.

Cuando el EM es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinergista por su acción en comunidad.

Los Microorganismos Eficientes o EM (sigla en Inglés de Effective Microorganisms) son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación, o que se encuentran en los mismos. Contiene principalmente organismos beneficiosos de cuatro géneros principales: Bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación. (Fundación Luis Piedrabuena, 1999.)

Los Microorganismos eficientes son utilizados en el tratamiento de Aguas Servidas, ya que estos transforma y sintetiza la materia orgánica, reduce los valores de DBO y DQO, incrementa los valores de oxígeno disuelto, reduce producción de lodos en sistemas de tratamiento convencionales.

## **2.7 Biodigestores**

Según ANAM; et.al (2006), el concepto de biodigestor es un depósito completamente hermético. En donde se depositan las excretas de los animales, las cuales se fermentan mediante un proceso anaeróbico o sea sin la presencia del aire. Como resultado de este proceso se genera gas metano y un líquido sobrante con excelentes características para utilizarse como un bio fertilizante.

Existen diferentes formas de biodigestores, pero el más utilizado es el de forma cilíndrica el cual tiene una tubería de entrada por donde ingresa la materia orgánica mezclada con agua, y una tubería de salida en la cual existe una descarga de un material con baja carga contaminante, el cual puede ser utilizado en labores de fertilización de pastos o como abono en los cultivos. El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás. Los principales componentes del biogás son el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )

Según Fernández M., Alex, (2006) los biodigestores ofrecen una serie de ventajas medioambientales y económicas:

- Producen biogás, que puede ser usado como combustible para, por ejemplo, cocinar alimentos sin que adquieran un olor o sabor extraño. Al utilizar esta fuente de energía se evita el uso de leña, contribuyendo a la disminución de la deforestación.
- Permiten aprovechar los excrementos, evitan problemas de contaminación de aguas, malos olores o criadero de insectos y controlan los microorganismos capaces de generar enfermedades (patógenos)
- Mejoran la capacidad fertilizante del estiércol. El lodo producido en el proceso genera un efluente rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio o magnesio, que son aprovechados directamente por las plantas. De esta manera, se permite el tratamiento de los desechos orgánicos de las explotaciones agropecuarias y disminuye su carga contaminante

La construcción de biodigestores conlleva también una serie de inconvenientes:

- Su ubicación debe estar próxima a la zona donde se recoge el sustrato de partida y a la zona de consumo, tanto para acumular los desechos orgánicos como para abaratar los costos que supone la canalización del sistema.
- La temperatura debe ser constante y cercana a los 35° C, lo que puede encarecer el proceso de obtención en climas fríos.
- Puede generar como subproducto sulfuro de hidrógeno, un gas tóxico y corrosivo que puede además reducir la capacidad calorífica del biogás, encareciendo el proceso por la necesidad de depurarlo.
- Puede haber posibles riesgos de explosión, en caso de no cumplirse las normas de seguridad para gases combustibles.

## **2.8 El análisis económico de proyectos**

El análisis económico permite evaluar la efectividad de las inversiones que se realicen para el mejoramiento del desempeño ambiental de la Empresa. Dado el carácter económico de la Producción Más Limpia - P+L, las medidas de mejoramiento a implementar en la Empresa deben ser viables desde el punto de vista económico; en otras palabras, el análisis económico es uno de los filtros que determina cuáles de las medidas de Producción Más Limpia - P+L, propuestas se pueden adelantar. (Autoridad Nacional del Ambiente, 2005.)

La evaluación económica permite ponderar cómo satisfacer necesidades con recursos escasos, tomando en cuenta la rentabilidad (evaluación de beneficios y costos), una comparación con la situación de origen o, si es posible, con otras

alternativas de la misma tecnología, y la posibilidad de que los campesinos puedan autofinanciar el costo de la tecnología propuesta (Herrera y otros, 1994). Los criterios de inversión están basados en tres parámetros: tiempo, dinero y tasa de interés, a partir de los cuales se han establecido las metodologías de tiempo de retorno, valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR), respectivamente. Para cada uno de los criterios establecidos se deben considerar dos técnicas de evaluación: incluyendo o excluyendo la tasa de retorno. (Autoridad Nacional del Ambiente, 2005.)

### **2.8.1 Diferencia entre análisis financiero y análisis económico**

El análisis financiero es una técnica de evaluación del comportamiento operativo de una empresa, diagnóstico de la situación actual y predicción de eventos futuros y que, en consecuencia, se orienta hacia la obtención de objetivos previamente definidos. Por lo tanto, el primer paso en un proceso de ésta naturaleza es definir los objetivos para poder formular, a continuación, los interrogantes y criterios que van a ser satisfechos con los resultados del análisis que es el tercer paso a través de diversas técnicas. (Hernández C., José Luis. 2005)

El análisis económico, en contraposición, analiza los mismos aspectos, pero no exclusivamente desde el punto de vista de la conveniencia del empresario individual, sino de la sociedad en su conjunto; es decir, busca estimar, además de la rentabilidad en términos monetarios, la bondad social de la actividad bajo estudio. (Herrera y otros, 1994).

Por ese motivo el análisis económico toma en cuenta otros aspectos, que a menudo son externalidades difíciles de cuantificar como es, por ejemplo,

cuantificar monetariamente los beneficios ambientales o de salud de una alternativa tecnológica. También se ajustan los precios de mercado tomando en cuenta su costo o beneficio social (Herrera y otros, 1994).

## **2.8.2 Indicadores financieros**

### **2.8.2.1 Relación Beneficio / Costo (R B/C)**

Según Herrera et al (1994) citado por Santos C., María G. (2002) la relación Beneficio-Costo de una actividad productiva consiste en evaluar la eficiencia económica de los recursos utilizados y mostrar la cantidad de dinero que retorna por cada unidad monetaria invertida durante un período determinado.

Según SERPLAC stgo. (2005) los métodos costo-beneficio se aplican en aquellos casos en que tanto los costos como los beneficios pueden expresarse en términos monetarios. Existen distintos indicadores que pueden calcularse una vez determinados los costos y los beneficios, entre ellos la razón beneficio costo, el período de recuperación del capital, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). De estos, los más utilizados son el VAN y el TIR.

La relación Beneficio/Costo es una razón que indica el retorno en dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida. Resulta de dividir el ingreso bruto entre el costo total; cuando la relación es igual a 1 el productor no obtiene ganancias y no pierde, relaciones mayores a 1 significan ganancia y menores pérdidas (Herrera et al, 1994).

### **2.8.2.2 Valor Actualizado Neto (VAN)**

El Valor Actual Neto (VAN) también conocido como Valor Presente Neto es un indicador que pretende medir en cuanto se enriquecerá quien realiza un proyecto, medido en términos de riqueza actual. (SERPLAC stgo. 2005)

Si el valor actual de los ingresos es mayor que el valor actual de los egresos relacionados con el proyecto, entonces el proyecto es aceptable. En otras palabras, si una alternativa de inversión tiene un valor actual neto (ingresos menos egresos actualizados) positivo, el patrimonio neto (capital propio) aumenta como consecuencia de emprender la inversión. (AACREA. 2001)

## **2.9 Valoración económica de los recursos ambientales**

Según Kramer et al. 1992 citado por Gregersen et al. 1997. *“El concepto económico del valor de los recursos naturales comienza con la disposición del individuo a pagar (...) todos los consumidores tienen sus propios valores y sus propios gustos y preferencias de acuerdo a los que juzgan las ventajas de un bien o de un servicio respecto a otro. Los economistas opinan que el valor global o social puede ser calculado añadiendo estos valores individuales”.* (1)

La necesidad de desarrollar métodos especiales de valoración para los recursos ambientales se debe a que en general son bienes públicos y por lo tanto no poseen un precio determinado en el mercado, o algunos se brindan en cantidades insuficientes, o no hay claridad en la definición de los derechos de propiedad.(Jardón, 1995).

---

(1) GREGERSEN, H. M. ET AL 1997. Valoración de los bosques: contexto, problemas y directrices. Italia: FAO. 55 P.

## **2.10 Análisis Costo-Eficiencia**

### **2.10.1 Generalidades**

Se usa esta forma de análisis para evaluar la mutua relación existente entre los beneficios, medidos de manera distinta a las unidades monetarias, y los costos de los recursos utilizados para la preservación del medio ambiente. (Jardón, 1995)

El mismo autor argumenta que se puede utilizar este método para estimar el menor costo necesario para alcanzar regulaciones preestablecidas u objetivos de calidad ambiental o en su defecto, para maximizar o minimizar ciertos efectos ambientales físicos con una determinada cantidad de recursos monetarios.

El análisis de Costo –Eficiencia es un poderoso instrumento, pero debe ser aplicado cuidadosamente. La adhesión rígida a un estándar demasiado estricto o inapropiado puede significar un excesivo costo en el control, o incluso la cancelación de un proyecto. Si bien tales medidas drásticas pueden ser necesarias en algunas instancias, en muchos casos puede lograrse un compromiso para permitir al proyecto seguir adelante y, al mismo tiempo, proteger el ambiente. Aplicado sensiblemente, el análisis de costo-eficacia puede ser muy útil en proveer protección ambiental a un costo moderado, mientras se permite que las actividades de desarrollo continúen. (Dixon, J., et. al, 1994).

### **2.10.2 Enfoque Costo-Eficiencia**

Según MIDEPLAN (2008). En el enfoque costo-eficiencia, el objetivo de la evaluación es identificar aquella alternativa de solución que presente el mínimo

costo, para los mismos beneficios. Por ello, para poder aplicar este enfoque es fundamental poder configurar alternativas que entreguen beneficios comparables, de tal forma de poder evaluar cuál de ellas es más conveniente desde el punto de vista técnico-económico.

El mismo autor argumenta que este enfoque se aplica cuando existe dificultad para cuantificar y/o valorar los beneficios del proyecto, especialmente cuando esto conlleva la aplicación de juicios de valor. En estos casos, se reconoce que los beneficios son deseados por la sociedad y por lo tanto, el criterio a aplicar será el de mínimo costo. Por lo tanto, para la evaluación bajo un enfoque costo-eficiencia no se valoran los beneficios, si no sólo sus costos involucrados.

### **2.10.3 Métodos Costo-Eficiencia**

Son los métodos aplicables en aquellos casos en que no es posible expresar los beneficios de un proyecto en términos monetarios, o bien cuando el esfuerzo de hacerlo es demasiado grande como para que se justifique. El objetivo de estos es determinar qué alternativa de proyecto logra los objetivos deseados más eficientemente. Algunos de estos métodos son: a) Costo mínimo b) Costo beneficiario c) Costo anual equivalente. (Erazo L., Álvaro)

#### **2.10.3.1 El Método de costo mínimo**

El método de costo mínimo se aplica para comparar alternativas de proyecto que generan idénticos beneficios. Si los beneficios son iguales, las alternativas se diferenciarán sólo en sus costos, por lo que podremos elegir la que nos permite alcanzar el mejor gasto de recursos. Sin embargo, dado que los costos de las distintas alternativas pueden ocurrir en distintos momentos del tiempo, la

comparación debe realizarse en valor actual (Valor Actual de los Costos o VAC).  
(Erazo L., Álvaro)

### **2.10.3.2 El Método de costo por beneficiario**

Este método es aplicable cuando los beneficios que generan las distintas alternativas a evaluar difieren en el "volumen de beneficio" que generan. En este caso se aplica como criterio de selección el costo por beneficiario o el costo por "unidad de beneficio producida". Para ello, se calculará en cada alternativa el Valor Actual de los Costos y se dividirá por el "volumen de beneficios" a producir, medidos a través de una variable representativa de estos, por lo general, el número de beneficiarios. (Erazo L., Álvaro)

### **2.10.3.3 El método de Costo anual equivalente**

Este método consiste en expresar todos los costos del proyecto en términos de una cuota anual, cuyo valor actualizado es igual al Valor Actual de los Costos.  
(Erazo L., Álvaro)

## **2.11 Análisis económico de la implementación de las medidas de producción más limpia**

El análisis económico permite evaluar la efectividad de las inversiones que se realicen para el mejoramiento del desempeño ambiental de la Empresa. Dado el carácter económico de la Producción Más Limpia - P+L, las medidas de mejoramiento a implementar en la Empresa deben ser viables desde el punto de vista económico; en otras palabras, el análisis económico es uno de los filtros que determina cuáles de las medidas de Producción Más Limpia - P+L, propuestas se pueden adelantar. (Autoridad Nacional del Ambiente, 2005).

## **2.12 Legislación ambiental en Panamá**

Según Sustentable.cl El portal del Medio Ambiente (2004). Las normas ambientales son disposiciones legales que establecen, por acuerdo entre los distintos sectores de la sociedad, cuales serán los niveles de sustancias contaminantes que serán considerados aceptables y seguros para la salud del ser humano y del medio ambiente.

Toda norma ambiental debe señalar los valores de las concentraciones y períodos máximos y mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, o combinación de ellos.

### **2.12.1 Contaminación ambiental**

En las actividades lecheras la alta producción de excretas, orines y otros desechos se han convertido en un problema de manejo y contaminación del medio ambiente.

Los principales problemas de contaminación que se dan son: malos olores, criaderos de moscas, plagas y lo que es más crítico, la contaminación de las fuentes de agua, suelo y aire.

### **2.12.2 Aire**

En las leyes y normativas ambientales referentes al componente aire, que rigen la actividad ganadera en el país tenemos:

- Ley 41 de 1998, Ley General del Ambiente.
- DGNTI – COPANIT 44- 2001, que norma las condiciones de Higiene y

Seguridad en el ambiente laboral.

- Ley 5 de 2005, que dicta las directrices y sanciones sobre Delito Ecológico en el país.

### **2.12.3 Agua**

Las leyes y decretos aplicables para el componente agua son:

- Ley 41 de 1998, Ley General del Ambiente.
- Ley 35 de 1966, Ley sobre uso y concesiones de aguas superficiales y subterráneas.
- DGNTI – COPANIT 35- 2000, que norma la descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas.
- DGNTI – COPANIT 24- 1999, que norma la calidad del agua y reutilización de las aguas residuales tratadas.
- Ley 5 del 2005, que dicta las directrices y sanciones sobre Delito Ecológico en el país.

### **2.12.4 Suelos**

Las leyes y decretos que se aplican para la contaminación de los suelos son:

- DGNTI – COPANIT 47- 2000, que norma el uso y disposición final de lodos.
- Ley 41 de 1998, Ley General del Ambiente.
- Ley 5 del 2005, que dicta las directrices y sanciones sobre Delito Ecológico en el país.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

Para el desarrollo del presente proyecto, se utilizará para los trabajos de campo y oficina los siguientes equipos:

- Trabajo en campo
- Libreta de apunte
- Cuestionario sobre la experiencia de la implementación de las alternativas de Manejo de Desechos
- Calculadora
- GPS
- Trabajo de oficina
- Computadora
- Programas informáticos (Microsoft Office).
- Formulario de costos y beneficios de las fincas lecheras a estudiar.
- Papelería en general (hojas blancas, bolígrafos, lápices, etc.)

#### **3.2 METODOLOGÍA**

Este estudio estuvo dividido en dos etapas:

- La primera consistió en realizar un estudio de casos en cuatro fincas lecheras a estudiar.

- La segunda etapa estuvo compuesta por el análisis de costo-eficiencia y la Relación Beneficio-costos.

Primera etapa: Estudio de Caso en cuatro Finca Lechera. Según la definición de Yin (1994, pág. 13) citado por Yacuzzi, Enrique (2005). Un estudio de caso es “una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes. (...) Una investigación de estudio de caso trata exitosamente con una situación técnicamente distintiva en la cual hay muchas más variables de interés que datos observacionales; y, como resultado, se basa en múltiples fuentes de evidencia, con datos que deben converger en un estilo de triangulación; y, también como resultado, se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos.”

Se realizó en cuatro (4) fincas que pertenecen los asociados de COOLECHE, un estudio de caso para obtener datos de las alternativas de manejo de desecho que se tiene implementada dentro de dichas fincas, para hacer un análisis económico.

Se les realizó una serie de preguntas en forma de cuestionario a los dueños de las fincas, el cual va ser de ayuda para determinar las ventajas y desventajas que pueden presentar la alternativa de manejo de desecho que estén utilizando. También se preguntó sobre los costos que ha presentado la instalación de la alternativa que estén utilizando y si han podido observar los beneficios de está.

Segunda etapa: Analizar cada una económicamente la utilización de los sistemas de manejo de desechos.

Se realizó el análisis Costo-Eficiencia en donde se comparó la eficiencia ambiental de algunas alternativas manejo de desechos con respecto a sus costos. Se usaron indicadores financieros más relevantes R B/C, VAN para comparar la rentabilidad.

## Métodos Costo-Eficiencia

Son los métodos aplicables en aquellos casos en que no es posible expresar los beneficios de un proyecto en términos monetarios, o bien cuando el esfuerzo de hacerlo es demasiado grande como para que se justifique. El objetivo de estos es determinar qué alternativa de proyecto logra los objetivos deseados más eficientemente.

Para este estudio se utilizó el Método de costo mínimo el cual aplica para comparar alternativas de proyecto que generan idénticos beneficios. Si los beneficios son iguales, las alternativas se diferenciarán sólo en sus costos, por lo que podremos elegir la que nos permite alcanzar el mejor gasto de recursos. Sin embargo, dado que los costos de las distintas alternativas pueden ocurrir en distintos momentos del tiempo, la comparación debe realizarse en valor actual (Valor Actual de los Costos o VAC).

### Valor Actual de Costos

El valor actual de costos, VAC, permite compara alternativas de igual vida útil.

Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VAC = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

$I_0$ : inversión inicial

$C_t$ : costos incurridos durante el periodo t

n: horizonte de evaluación

r: tasa social de descuento

Relación Beneficio / Costo de la Producción Más Limpia

La inversión en sistemas de tratamiento sigue representando un costo para la empresa sin mayores beneficios desde el punto de vista productivo, sin embargo la inversión en Producción Limpia conlleva un importante potencial de beneficios económicos a través de una mayor eficiencia en los procesos productivos. Por lo tanto una consecuencia inmediata y cuantificable, por la empresa al implementar medidas de Producción Limpia, se pueden obtener a través de una reducción de los costos de tratamiento de los desechos y consumos de materia prima y/o insumos al lograr una reducción de los desechos y las mermas, y facilitando el cumplimiento de las regulaciones ambientales vigentes.

Cuando se elabora el análisis económico se hace una comparación entre los costos que representa cada medida que se adopte y los beneficios que de ella se deriven.

Para determinar la relación Beneficio / Costo se realizará la sumatoria del beneficio actualizado dividido entre la sumatoria del costo actualizado.

Se utilizará la siguiente fórmula:

$$R B/C = \Sigma BA / \Sigma CA = \text{Unidad monetaria (B/.)}$$

Valor Actual Neto (VAN)

Para estimar el valor actual neto se tomará en cuenta, primero, todos los costos y beneficios asociados a cada una de las alternativas de la producción más limpia. Posteriormente, se totalizará cada uno y se restará el beneficio total menos el costo total, este resultado se multiplicará por un factor de actualización, que corresponde a la tasa de interés preferencial del Banco Nacional. Una vez obtenido el beneficio actualizado y el costo actualizado, se calcula el VAN.

Para el cálculo del Valor Actual Neto se hará por medio de la siguiente formula:

$$VAN = \Sigma BA - \Sigma CA = \text{Unidad monetaria (B/.)}$$

Donde:

VAN= Valor Actual Neto

$\Sigma BA$ = Sumatoria del beneficio total actualizado

$\Sigma CA$ = Sumatoria del Costo total actualizado

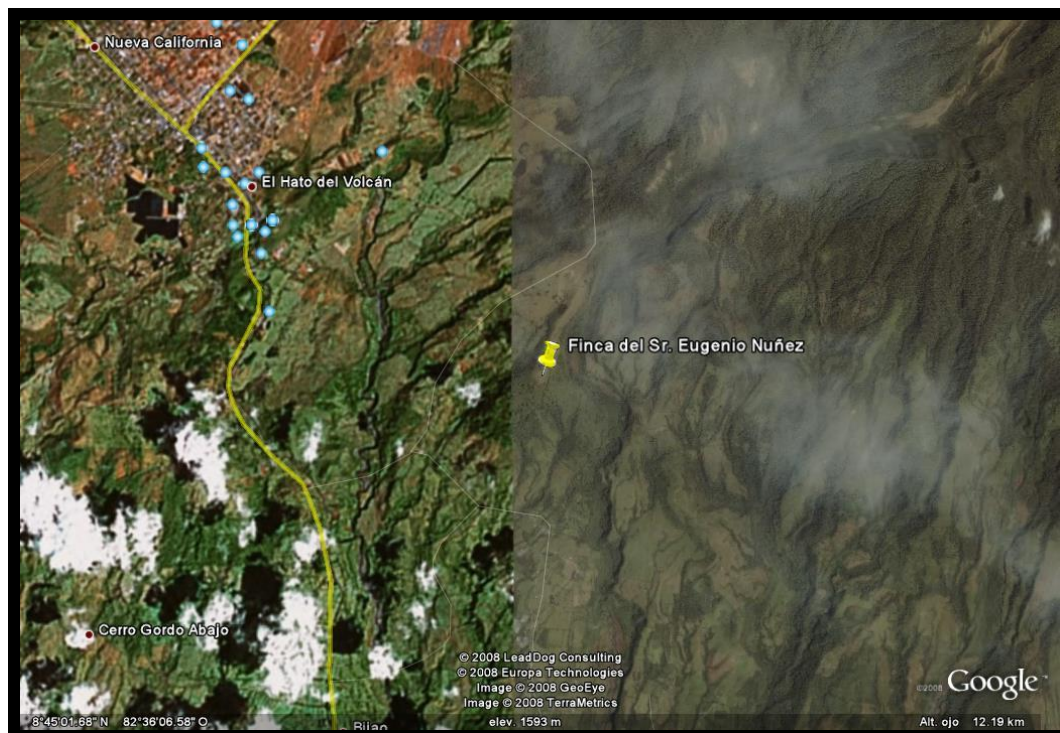
#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las alternativas identificadas en este trabajo fueron: tinas de separación de sólidos, tinas de producción de bocachi y biodigestores; en todos se realiza aplicación de microorganismos eficientes (EM) para acelerar la descomposición del estiércol e inhibir los malos olores.

##### **Caso 1. Finca La Higa**

Finca la Higa propiedad del Sr. Eugenio Núñez, está dedicada a la producción de ganado lechero con una lechería grado A, se encuentra en la comunidad de Los Naranjos, corregimiento de Cordillera, distrito de Boquerón; entre las coordenadas N 8° 45´129” W 82° 36´598” a una altura de 1434 m.s.n.m. con una superficie de 14 has y unas 10 cabezas de ganado bovino.

Figura N° 1. Imagen digital del área de la Finca la Higa propiedad del Sr. Eugenio Núñez



Fuente: Google earth, 2008 LeadDog Consulting

Los animales están en un sistema extensivo, pasan gran parte del día en las cuadras pastoreando, luego pasan al área de ordeño dos (2) veces al día (mañana y tarde). Es en este momento, cuando se produce la acumulación de estiércol en la sala de espera de los animales, cuando se termina el proceso de ordeño y se inicia la limpieza del área, primero se realiza la recolección en seco del estiércol, el sobrante es lavado y conducido a través de canales a las tinas de Separación de Sólidos que constan de tres compartimientos individuales de concreto y un desnivel del 1 % desde su salida de la galera de ordeño. El efluente que sale de la última tina pasa a un biodigestor.

El gas que se produce en el biodigestor es conducido por medio de tuberías hasta la cocina, lo cual utiliza para cocinar ciertos alimentos y calentar el agua necesaria en el momento del ordeño.

Se han instalado tubos en el techo del área de ordeño para la canalización de las aguas pluviales y posterior uso en el lavado de la galera.

El sistema de manejo de desecho fue instalado en febrero de 2006, no ha presentado ningún tipo de problema. En esta finca cuando se recopiló la información se realizaban trabajos por parte de los técnicos de COOLECHE para instalar un calentador de agua, utilizando el gas producido dentro del biodigestor, pero éste no funcionaba adecuadamente debido a que cuando pasaba poca agua sí se calentaba bien, caso contrario con se aumentaba el volumen del agua a pasar por el calentador.

A continuación se presenta un cuadro en donde se explica los costos por año que tiene dicha finca en el manejo del estiércol y los beneficios ambientales que se han logrado por la instalación del sistema de manejo de desecho.

CUADRO N° 1. COSTOS Y BENEFICIOS DE LA FINCA LA HIGA

Costos	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Mano de Obra (B/.)	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00	1080.00
Manejo de desecho (B/.)	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Mantenimiento de Equipo (B/.)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Infraestructura (B/.)	855.00	0	0	0	0	0	0	0
	<b>1962.00</b>	<b>1107.00</b>	<b>1107.00</b>	<b>1107.00</b>	<b>1107.00</b>	<b>1107.00</b>	<b>1107.00</b>	<b>1107.00</b>

Beneficios	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Reducción de Gas (B/.)	39.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6
Reducción de Abono (B/.)	952.00	952.00	952.00	952.00	952.00	952.00	952.00	952.00
	<b>991.60</b>	<b>1015.60</b>	<b>1015.60</b>	<b>1015.60</b>	<b>1015.60</b>	<b>1015.60</b>	<b>1015.60</b>	<b>1015.60</b>

Fuente: González, Brenda. Costos y Beneficios de la finca La Higa

El costo de la mano de obra fue calculada en base a las horas de trabajo que se realiza en la actividad, por lo general son alrededor de 2 horas, el costo de estas horas es de B/. 0.75.

El siguiente cuadro se explica el análisis económico de la finca, los datos fueron calculados en base a la vida útil del biodigestor que es de ocho años, con una tasa de interés del 8 %. El factor de actualización es calculado utilizando la siguiente formula:

$$(1 + i)^t$$

Donde: 1 = constante

i = tasa de interés (0.08)

t = tiempo (vida útil de la infraestructura)

En base a los datos obtenidos la relación beneficios costos esta por debajo de 1 por lo cual no es rentable al igual que el VAN.

CUADRO N° 2. ANÁLISIS ECONÓMICO, FINCA LA HIGA.

Años	Beneficio (B/.)	Factor Actualizado	Beneficio Actualizado (B/.)	Años	Costos (B/.)	Factor Actualizado	Costo Actualizado (B/.)
1	991.6	1.08	918.15	1	1962.00	1.08	1816.67
2	1015.6	1.17	870.71	2	1107.00	1.17	946.15
3	1015.6	1.26	806.22	3	1107.00	1.26	878.57
4	1015.6	1.36	746.50	4	1107.00	1.36	813.97
5	1015.6	1.47	691.20	5	1107.00	1.47	753.06
6	1015.6	1.59	640.00	6	1107.00	1.59	696.23
7	1015.6	1.71	592.59	7	1107.00	1.71	647.37
8	1015.6	1.85	548.70	8	1107.00	1.85	598.38
			<b>5814.06</b>				<b>7150.40</b>
R B/C (B/.)	0.81						
VAN (B/.)	-1336.34						

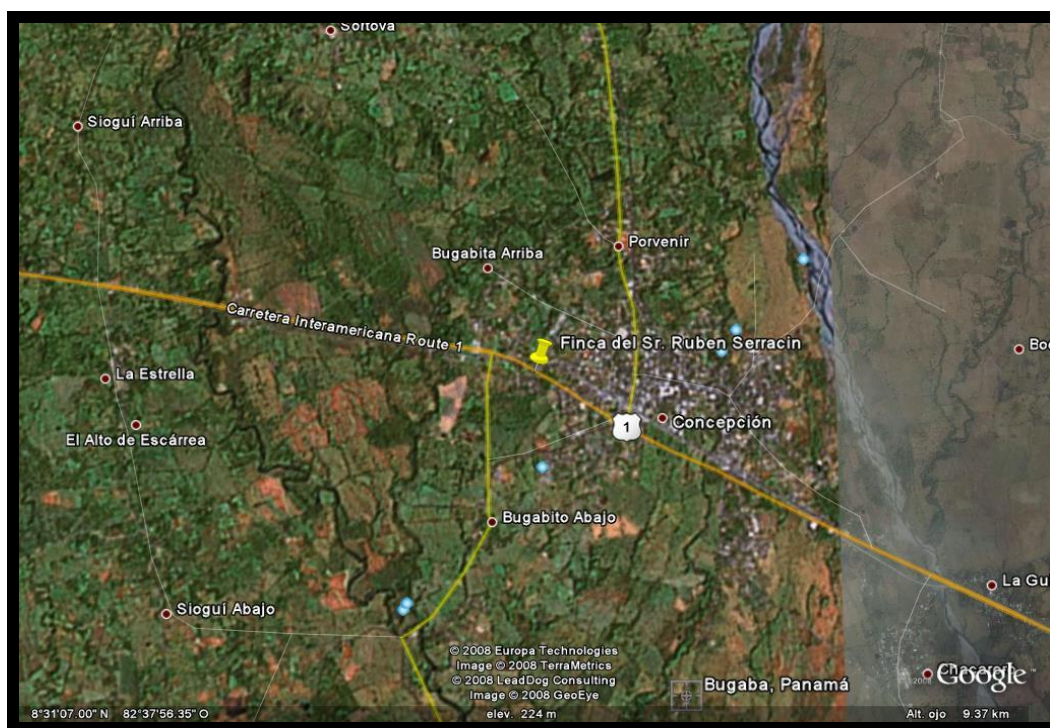
Fuente: González, Brenda. Análisis Económico de la finca La Higa

## Caso 2. Finca Los Faraones

Los Faraones es propiedad del Sr. Rubén Serracín, está dedicada a la producción de ganado lechero grado A se encuentra en el corregimiento de Santa Marta, Distrito de Bugaba entre las coordenadas de N 8° 31'840" W 82° 41'651" a una altura de 290 m.s.n.m con un área de 85 Has y 80 cabezas de ganado vacuno.

En la finca se encuentran dos (2) ríos uno hacia el lado Este y el otro al Oeste a más de 500m de la lechería, también cuenta con un pozo hace más de 38 años que no se seca. Existe una quebrada que se encuentra a menos de 10 m del lado Este donde se esta la lechería.

Figura N° 2. Imagen digital del área de la Finca los Faraones propiedad del Sr. Rubén Serracín



Fuente: Google earth, 2008 LeadDog Consulting

Para Julio de 2006 se instaló el sistema de manejo de desecho, en donde los animales pasan pastoreando en un sistema de rotación en diferentes cuadras la mayor parte del día, en horas de la mañana y tarde son trasladadas al área de ordeño que pasan por lo general dos horas en cada ordeño.

Cuando se encuentran en la sala de ordeño el estiércol que se produce gran parte es recolectado y pasado a las tinajas de producción de abono bocachi o tinajas de almacenamiento, y el sobrante es lavado y conducido por medio de tubos hasta llegar a las tinajas de separación de sólidos. En la última tina el agua es retenida hasta descargarse en el canal de sedimentación, el cuál llega a una

tubería movable, la cuál lleva un orificio cada 20 centímetros para lograr así que el efluente gotee a través de su paso por el potrero.

La materia orgánica que se sedimenta en las tres tinajas de separación es recogida y almacenada en otras tinajas llamadas Tinajas de Almacenamiento.

Todo el desecho orgánico caerá en una especie de cuña inclinada que presiona todo el material contra una puerta de madera, la cuál filtra a través de ella el ácido húmico producto de toda esta presión.

Los pasos que se han utilizado en esta finca para la elaboración del abono bocachi es la siguiente: el estiércol producido en la sala de espera, ordeño y tinajas de separación de sólidos es recolectado en seco y transportado por medio de carretillas hasta llevarlo a las tinajas de producción de bocachi, todo este desecho orgánico es mezclado con aserrín, melaza, cal y roseado con Microorganismos Eficientes (EM).

En las tinajas el estiércol se voltea durante los primeros cinco a seis días a modo de evitar fugas de nitrógeno debido a excesos de temperaturas; lo cuál evitará que las temperaturas excedan los 70 °C. Al llenarse las tinajas, el material permanecerá allí alrededor de cuatro semanas, aplicándoles Microorganismos Eficientes todos los días y colocándoles una capa de aserrín de veinte centímetros, por lo menos una vez por semana.

Pasadas las cuatro semanas todo el material es trasladado al patio de secado para el producto final del almacenamiento. Las tinajas de separación de sólidos y de producción de bocachi deben estar techadas para evitar el agua de lluvia.

En esta finca solo cuenta con las tinajas de separación de sólidos y la de producción de bocachi, la vida útil de estas tinajas es de veinticinco (25) años.

En el siguiente cuadro se explica los costos por año que tiene dicha finca y los beneficios que se han logrado por la instalación del sistema de manejo de desecho

El costo de la mano de obra fue calculada en base a las horas de trabajo que se realiza en la actividad, por lo general son alrededor de 6 horas y  $\frac{1}{2}$ , el costo de estas horas es de B/. 0.75. Para calcular el costo del manejo de desecho se realizó una sumatoria del coste totales por año de los insumos necesarios para la producción de bocachi.

CUADRO N° 3. INSUMOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE BOCACHI CON SUS COSTOS

<b>Insumos</b>	<b>Costo por año (B/.)</b>
Cal	640.00
Aserrín	204.00
Melaza	108.00
EM	191.32
	<b>B/. 1143.32</b>

Fuente: Brenda González M. Insumos con sus costos de la Finca Los Faraones

CUADRO N° 4. COSTOS Y BENEFICIOS DE LA FINCA LOS FARAONES

Costos	Años											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	25	
Mano de Obra (B/.)	3510.00	3510.00	3510.00	3510.00	3510.00	3510.00	3510.00	3510.00	3510.00	3510.00	3510.00	3510.00
Manejo de desecho (B/.)	1143.32	1143.32	1143.32	1143.32	1143.32	1143.32	1143.32	1143.32	1143.32	1143.32	1143.32	1143.32
Mantenimiento de Equipo (B/.)	200.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Infraestructura (B/.)	5000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(B/.)	9853.32	4953.32	4953.32	4953.32	4953.32	4953.32	4953.32	4953.32	4953.32	4953.32	4953.32	4953.32

Beneficios	Años											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	25	
Reducción de Abono (qq/ (B/.)	1400.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00
(B/.)	1400.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00	1680.00

Fuente: González, Brenda. Costos y Beneficios de la finca Los Faraones

A continuación se presenta el cuadro donde se explica el análisis económico de la finca, los datos fueron calculados en base a la vida útil de las tinas de producción de bocachi y las de separación de sólidos que es de veinticinco (25) años; para calcular el factor de actualización se utilizó la tasa de interés del 8 % y la fórmula explicada en el caso anterior. En base a los datos obtenidos la relación beneficios costos está por debajo de 1 por lo cual no es rentable al igual que el VAN.

CUADRO N° 5. ANÁLISIS ECONÓMICO, FINCA LOS FARAONES.

Años	Beneficio (B/.)	Factor Actualizado	Beneficio Actualizado (B/.)	Años	Costos (B/.)	Factor Actualizado	Costo Actualizado (B/.)
1	1400.00	1.08	1296.30	1	9853.32	1.08	9123.44
2	1680.00	1.17	1440.33	2	4953.32	1.17	4233.61
3	1680.00	1.26	1333.64	3	4953.32	1.26	3931.21
4	1680.00	1.36	1234.85	4	4953.32	1.36	3642.15
5	1680.00	1.47	1143.38	5	4953.32	1.47	3369.61
6	1680.00	1.59	1058.68	6	4953.32	1.59	3115.30
7	1680.00	1.71	980.26	7	4953.32	1.71	2896.68
8	1680.00	1.85	907.65	8	4953.32	1.85	2677.47
9	1680.00	2.00	840.42	9	4953.32	2.00	2477.89
10	1680.00	2.16	778.17	10	4953.32	2.16	2294.35
25	1680.00	6.85	245.31	25	4953.32	6.85	723.27
			<b>11258.99</b>				<b>38484.97</b>

R B/C (B/.)	0.29
VAN (B/.)	-27225.98

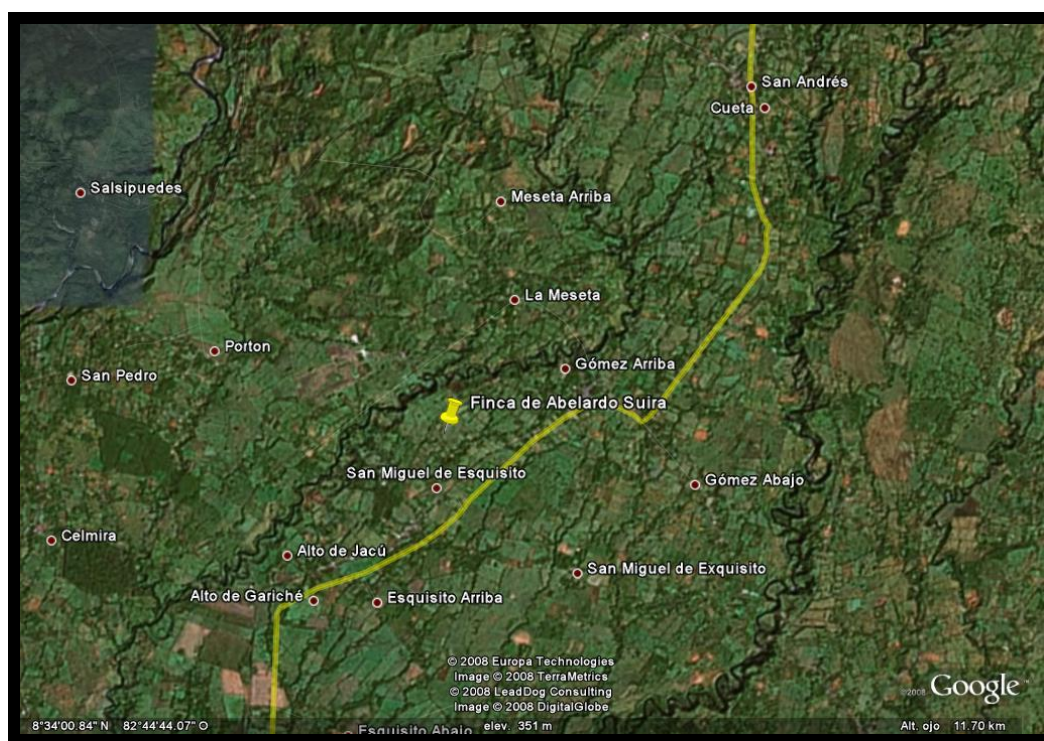
Fuente: González, Brenda. Análisis Económico de la finca Los Faraones

### Caso 3. Finca El Arca

Finca El Arca es propiedad del Sr. Abelardo Suiira Velásquez, cuenta con una lechería grado C con ganado en un sistema extensivo, se encuentra en el

corregimiento de Gómez, Distrito de Bugaba entre las coordenadas N 8° 33'356" W 82° 45'185" a una altura de 317 m.s.n.m., con una superficie de 15 Ha y 12 cabezas de ganado lechero.

Figura N° 3. Imagen digital del área de la Finca El Arca propiedad del Sr. Abelardo Suira



Fuente: Google earth, 2008 LeadDog Consulting

El sistema de manejo de desecho fue instalado en Septiembre de 2006, en donde los animales pasan pastoreando en un sistema de rotación en diferentes cuadras la mayor parte del día, en horas de la mañana y tarde son trasladadas al área de ordeño que pasan por lo general dos horas en cada ordeño.

La acumulación de estiércol que se produce cuando las vacas están en el área de ordeño, es recolectado en seco y depositado en un biodigestor. El gas que se produce dentro del biodigestor es conducido por medio de mangueras hasta la cocina, lo cual utiliza para cocinar ciertos productos y calentar el agua necesaria en el momento del ordeño.

En la finca se encuentran dos (2) quebradas una de estas se encuentra a 100 m del lado sureste donde se encuentra la lechería, la otra aguas arribas de la lechería.

En el siguiente cuadro se explica los costos por año que tiene dicha finca y los beneficios que se han logrado por la instalación del sistema de manejo de desecho. El costo de la mano de obra fue calculada en base a las horas de trabajo que se realiza en la actividad, por lo general son alrededor de 3 horas y el costo de estas horas es de B/. 0.75.

CUADRO N° 6. COSTOS Y BENEFICIOS DE LA FINCA EL ARCA

Años								
Costos	1	2	3	4	5	6	7	8
Mano de Obra (B/.)	1620.00	1620.00	1620.00	1620.00	1620.00	1620.00	1620.00	1620.00
Manejo de desecho (B/.)	6.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Mantenimiento de Equipo (B/.)	0	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Infraestructura (B/.)	350	0	0	0	0	0	0	0
(B/.)	1976.00	1647.00	1647.00	1647.00	1647.00	1647.00	1647.00	1647.00
Años								
Beneficios	1	2	3	4	5	6	7	8
Reducción de Gas (B/.)	19.25	46.75	46.75	46.75	46.75	46.75	46.75	46.75

Fuente: González, Brenda. Costos y Beneficios de la finca El Arca

A continuación se presenta el cuadro donde se explica el análisis económico de la finca, los datos fueron calculados en base a la vida útil del biodigestor que es de ocho (8) años y el factor de actualización en base a la fórmula explicada en el caso de las fincas anteriores, con una tasa de interés del 8 %. En base a los datos obtenidos la relación beneficios costos está por debajo de 1 por lo cual no es rentable al igual que el VAN.

CUADRO N° 7. ANÁLISIS ECONÓMICO, FINCA EL ARCA

Años	Beneficio (B/.)	Factor Actualizado	Beneficio Actualizado (B/.)	Años	Costos (B/.)	Factor Actualizado	Costo Actualizado (B/.)
1	19.25	1.08	17.82	1	1976.00	1.08	1829.63
2	46.75	1.17	40.08	2	1647.00	1.17	1407.69
3	46.75	1.26	37.11	3	1647.00	1.26	1307.14
4	46.75	1.36	34.36	4	1647.00	1.36	1211.03
5	46.75	1.47	31.82	5	1647.00	1.47	1120.41
6	46.75	1.59	29.46	6	1647.00	1.59	1035.85
7	46.75	1.71	27.28	7	1647.00	1.71	963.16
8	46.75	1.85	25.26	8	1647.00	1.85	890.27
			<b>243.19</b>				<b>9765.18</b>

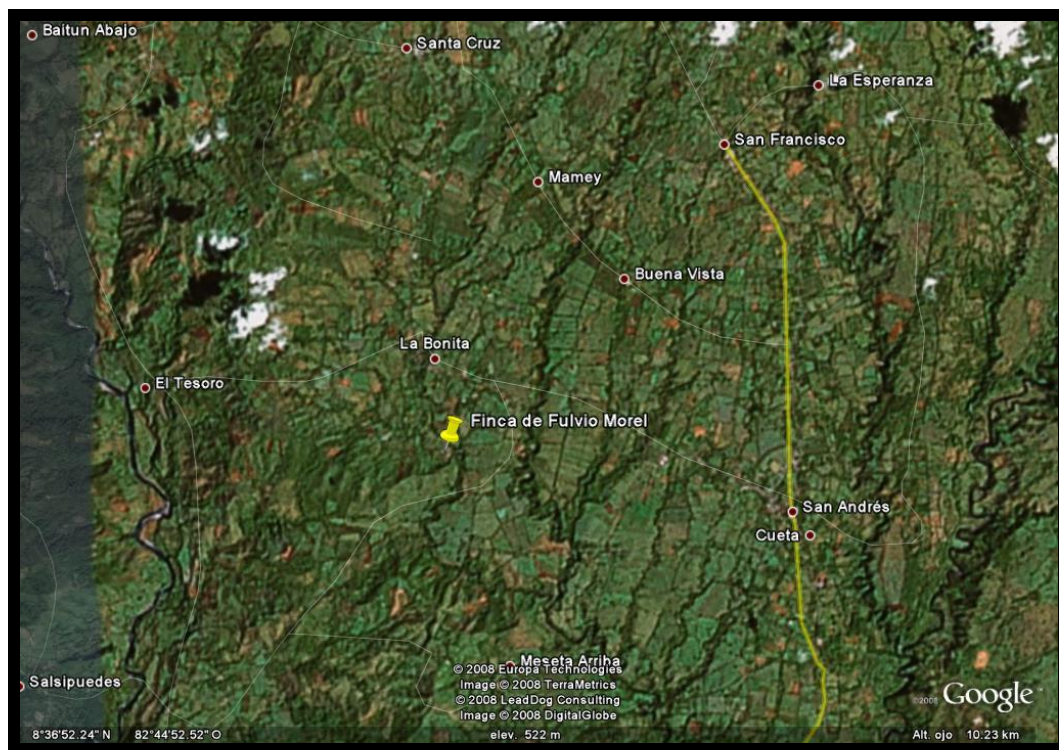
R B/C (B/.)	0.02
VAN (B/.)	-9521.99

Fuente: González, Brenda. Análisis Económico de la finca El Arca

#### Caso 4. Finca Morel

La finca Morel es propiedad del Sr. Fulvio Morel, tiene ganadería lechera grado A se encuentra en el corregimiento de San Andrés, Distrito de Bugaba entre las coordenadas de N 8° 36'280" W 82° 43'734" a una altura de 512 m.s.n.m., con 32 cabezas de ganado para un área de 11.5 Has.

Figura N° 4. Imagen digital del área de la Finca Morel propiedad del Sr. Fulvio Morel



Fuente: Google earth, 2008 LeadDog Consulting

El sistema de manejo de desecho fue instalado en Julio de 2006, en donde los animales pasan pastoreando en un sistema de rotación en diferentes cuadras la mayor parte del día, en horas de la mañana y tarde son trasladadas al área de ordeño que pasan por lo general cuarenta y cinco (45) minutos en cada ordeño. Cuando los animales se encuentran en el área de ordeño el estiércol producido es lavado y conducido a través de canales a un separador de sólido, el efluente que sale de la última tina pasa a un biodigestor. Se colocó una llave de paso con dos tuberías: una para el Biodigestor y otra para que el efluente sobrante vaya a potrero; para esto se tiene que calcular el volumen de efluente que vaya a entrar

al Biodigestor; la cuál estará en función de la cantidad de agua utilizada para limpiar la galera de ordeño, controlando a través del tiempo que permanezca la llave abierta, que no entren excedentes al Biodigestor.

Se instaló un sistema alternativo que desvíe las aguas de lluvia ya que el exceso de agua es un enemigo de todo el sistema.

El gas que se produce en el biodigestor es conducido por medio de tuberías hasta la cocina, lo cual utiliza para cocinar ciertos alimentos.

En el siguiente cuadro se explica los costos por año que tiene dicha finca y los beneficios que se han logrado por la instalación del sistema de manejo de desecho. El costo de la mano de obra fue calculada en base a las horas de trabajo que se realiza en la actividad, por lo general son alrededor de 1 hora, el costo de esta hora es de B/. 0.90.

**CUADRO N° 8. COSTOS Y BENEFICIOS DE LA FINCA MOREL**

<b>Costos</b>	<b>Años</b>							
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Mano de Obra (B/.)	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00	324.00
Manejo de desecho (B/.)	10.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Mantenimiento de Equipo (B/.)	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Infraestructura (B/.)	318.00	0	0	0	0	0	0	0
(B/.)	<b>654.00</b>	<b>351.00</b>	<b>351.00</b>	<b>351.00</b>	<b>351.00</b>	<b>351.00</b>	<b>351.00</b>	<b>351.00</b>
<b>Beneficios</b>	<b>Años</b>							
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Reducción de Gas (B/.)	63.5	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5	237.5

Fuente: González, Brenda. Costos y Beneficios de la Finca Morel

A continuación se presenta el cuadro donde se explica el análisis económico de la finca, los datos fueron calculados en base a la vida útil del biodigestor que es de ocho años, para el cálculo del factor de actualización se utilizó una tasa de interés del 8 %. En base a los datos obtenidos la relación beneficios costos esta por debajo de 1 por lo cual no es rentable al igual que el VAN.

CUADRO N° 9 ANÁLISIS ECONÓMICO, FINCA MOREL

Años	Beneficio (B/.)	Factor Actualizado	Beneficio Actualizado (B/.)	Años	Costos (B/.)	Factor Actualizado	Costo Actualizado (B/.)
1	63.5	1.08	58.80	1	654.00	1.08	605.56
2	237.5	1.17	203.62	2	351.00	1.17	300.00
3	237.5	1.26	188.54	3	351.00	1.26	278.57
4	237.5	1.36	174.57	4	351.00	1.36	258.09
5	237.5	1.47	161.64	5	351.00	1.47	238.78
6	237.5	1.59	149.67	6	351.00	1.59	220.75
7	237.5	1.71	138.58	7	351.00	1.71	205.26
8	237.5	1.85	128.31	8	351.00	1.85	189.73
			<b>1203.72</b>				<b>2296.74</b>
R B/C (B/.)	0.52						
VAN (B/.)	-1093.02						

Fuente: González, Brenda. Análisis Económico de la finca Morel

Para el análisis de Costo-Eficiencia se consideró utilizar el método de valor actual de costos (VAC) que permite compara alternativas de igual vida útil, para dicho análisis se tomó en cuenta las fincas que tiene el mismo sistema de manejo de desecho con un periodo de vida útil de 8 años, además tiene las misma utilidad que es de obtener beneficios ambientales.

En el cuadro siguiente se describen las fincas que se utilizaron y la formula para realizar los cálculos del VAC:

$$VAC = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

$I_0$ : inversión inicial

$C_t$ : costos incurridos durante el periodo t

n: horizonte de evaluación

r: tasa social de descuento

CUADRO N° 10. ANÁLISIS DE COSTO-EFICIENCIA

<b>Fincas</b>	<b>VAC</b>
La Higa	B/. 8005.40
El Arca	B/. 10115.18
Morel	B/. 2614.74

Fuente: González, Brenda. Análisis de Costo-Eficiencia

En el cuadro anterior se puede observar que la alternativa de solución evaluada que presentó el menor valor actual de costos, que es la más conveniente desde el punto de vista técnico económico, está implementada en la Finca Morel.

## **5. CONCLUSIONES**

En base a las hipótesis planeadas en el estudio se pudo determinar que las alternativas de manejo de desecho no representan un beneficio económico para las empresas lecheras estudiadas.

Los resultados obtenidos de las diferentes fincas demostraron que la relación beneficio-costos de la evolución económico de las alternativas de Producción Más Limpia no son rentables debido a que se tiene más gastos que ganancias, tomando en cuenta los costos evitados que tiene cada finca y esto datos representan los beneficios obtenidos. Además, el costo de la mano de obra es lo que representa un costo elevado para las diferentes alternativas estudiada.

El beneficio ambiental de proteger y mantener las quebradas limpias son un beneficio social que no se puede valorar en forma directa.

Con respecto a los objetivos planteados de seleccionar una alternativa económica para la Facultad de Ciencias Agropecuarias depende de la necesidad de docencia, ya que estas alternativas de Producción Más Limpia no son rentables por el costo de la mano de obra.

## 6. RECOMENDACIONES

Que el estado considere aplicar incentivos fiscales ambientales ya que los beneficios son sociales y se necesita que se protejan los recursos (suelo y agua), pero los beneficios son intangibles por lo tanto no tienen precio directo en el mercado.

Para obtener buenos resultados y ver que son rentables estos métodos se debe obtener datos de toda la finca en relación a la reducción del gasto de agua, a un análisis físico-químico del biol y abono bocachi y otros beneficios que se consiguen por medio de estos métodos.

Con la implementación de los biodigestores dentro de las fincas se le debe dar otra utilización, no solo la de producción de gas; se puede utilizar para un calentador de agua, para generar luz eléctrica, entre otros.

Para poder reducir el costo de la mano de obra en estos sistemas se debe implementar nuevas técnicas más eficientes y de bajos costos cuando se tiene que recolectar la materia orgánica flotante en las tinas de separación de sólidos.

En las fincas que tiene instalado biodigestores y su utilidad es para calentar el agua que se utiliza en la Lechería, se debe instalar una estufa cerca de la misma de tal manera que el agua calentada pase a un recipiente que la conserve caliente y ponerle un grifo así poder usarla cuando es necesario.

Se recomienda que otros estudiantes de años siguientes realicen el mismo estudio para realizar una comparación de datos y ver si los métodos utilizados representa un beneficio, para ser implementados en más fincas en la Provincia.

## 7. REFERENCIA CITADA

ARJONA, A. 2004. Determinación del contenido Nutricional de fuentes utilizadas en la preparación de Bioabonos. Trabajo de graduación para optar por el título de ingeniero agrícola con orientación en manejo de cuencas hidrográficas. Panamá: Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 80 P.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE; ET AL 2006. Manual de uso y mantenimiento de unidad biodigestora. Implementación de un sistema de generación de biogás y abono biológico mediante el tratamiento de residuos producidos en una granja agroindustrial (porcina) localizada en la provincia de Veraguas, República de Panamá. 23 P.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE. 2005. Producción Más Limpia Para el Sector Lácteo. Panamá: Programa Ambiental Nacional ANAM – PAN – BID. 198 P.

BENEGAS, A. 1978. Fundamentos de análisis económico. Primera edición. México: Editorial Diana S.A. 258 P.

DIXON, J.; ET AL. 1994. Análisis económico de impactos ambientales. Segunda edición. Costa Rica: Earthscan Publications Ltd. y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 249 P.

FUENTES, A.; HERTENTAINS, L. 2006. Capacitación e implementación de tecnologías competitivas e integrales en sistemas lecheros de fincas

agropecuarias. Panamá: Cooperativa de Productores de Leche de Panamá, R.L. (COOLECHE, R.L.). 15 P.

GONZÁLEZ, G. 1995. El cultivo de lombrices rojas Californianas. Panamá: Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 16 P.

GREGERSEN, H. M. ET AL 1997. Valoración de los bosques: contexto, problemas y directrices. Italia: FAO. 55 P.

HECKER, L. 2001. Utilización de la lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*) para manejo de desechos de caballeriza. Trabajo de graduación presentado como requisito para optar al título de ingeniero agrónomo con el grado de licenciatura. Costa Rica: Universidad la EARTH. 38 P.

HERRERA, F.; VELASCO, C.; HETTY, D.; RADULOVICH, R. 1994. Fundamentos de análisis económico: Guía para investigación y extensión rural. Serie técnica nº 232. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 68 P.

JARDÓN, J. 1995. Energía y Medio ambiente: Una perspectiva económico-social. México: Editorial Plaza y Valdés. 258 P.

MADRIGUEÑA, G; ET AL. 2002. Manejo de desechos orgánicos de la planta empacadora de matas de Costa Rica S.A. Trabajo de graduación presentado como requisito para optar al título de ingeniero agrónomo con el grado de licenciatura. Costa Rica: Universidad la EARTH. 84 P.

SAMUDIO, V.; SÁNCHEZ, S. 2006. Las tinajas de separación de Sólidos: otra alternativa para el tratamiento de los desechos orgánicos y las aguas residuales

en la explotación lechera. Manejo de desechos y agua servidas, en fincas lecheras. Edición N° 15. Panamá: COOLECHE. Págs11-12.

SEXTO CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. Características de la actividad pecuaria. Volumen III. 22 al 29 de abril de 2001. República de Panamá: Contraloría General de la República de Panamá. Dirección de Estadística y Censo.

SORIA, C. 2003. Determinación del potencial de mineralización de nitrógeno de bokashi, compost y lombricompost producidos en la EARTH. Trabajo de graduación presentado como requisito para optar al título de ingeniero agrónomo con el grado de licenciatura. Costa Rica: Universidad la EARTH. 50 P.

TABORA, P. 1999. La microbiología del Bokashi EM del Banano y el compost, una comparación. Material no editado. Costa Rica: Universidad EARTH. 3 P.

Documentos de la Web:

AACREA. 2001. Manual del Usuario. Evaluar 1.0 (en línea). Argentina: Convenio AACREA - Banco RIO. Consultado el día 5 de marzo de 2007. Disponible en: [http://www.aacrea.org.ar/soft/pdf/manual\\_evaluar.pdf](http://www.aacrea.org.ar/soft/pdf/manual_evaluar.pdf)

CoNEP, ANAM.2001. Producción más Limpia (en línea). Panamá. Consejo Nacional de la Empresa Privada Proyecto "Instrumentos de Gestión Ambiental y Participación Empresarial en Producción Limpia". Consultado el día 13 de febrero de 2007 Disponible en: <http://www.conep.org.pa/prodlimpia/templates/quepl.php>

FERNÁNDEZ M., ALEX. 2006. Biodigestores, la energía del estiércol. Un sistema ecológico y económico que recicla residuos orgánicos produciendo energía y abono natural (en línea). España: consumer.es EROSKI. Consultado el día 5 de marzo de 2007. Disponible en: [http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2006/05/22/152178.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2006/05/22/152178.php)

FUNDACIÓN DE ASESORÍA PARA EL SECTOR RURAL. 1988. EM Microorganismo Eficaces (en línea). Colombia: Organización El Minuto de Dios. Consultado el día 26 de enero de 2007. Disponible en: <http://www.fundases.com/p/em01.html>

FUNDACIÓN LUIS PIEDRABUENA. 1999. Microorganismos Eficientes (en línea). Argentina: Copyright 2003, Fundación Piedrabuena. Consultado el día 26 de enero de 2007 Disponible en: <http://em.iespana.es/>

HERNÁNDEZ C., JOSÉ LUIS. 2005. Análisis financiero Perú: Universidad Privada Abraham (en línea). Perú. Consultado el día 5 de marzo de 2007. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales5/fin/anfinancier.htm>

LLADSER LL. MARÍA T. 2004. Producción Limpia (en línea). Chile: Induambiental. Consultado el día 13 de febrero de 2007. Disponible en <http://www.induambiental.cl/1615/propertyvalue-37263.html>

MIDEPLAN. 2008. Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos (en línea). Chile: Ministerio de Planificación División de Planificación, Estudios e Inversión Departamento de Inversiones. Consultado el día 30 de

Septiembre de 2008. Disponible en:

<http://sni.mideplan.cl/links/files/sebi2008/herramientas/1311.pdf>

PITTY, ALICIA 2001. Incentivos económicos ambientales para el desarrollo de la producción más limpia y la adecuación de las empresas hacia procesos productivos menos contaminantes (en línea). Panamá. Consultado el día 13 de febrero de 2007. Disponible en:

<Http://www.redpml.cu/biblioteca%20virtual/temas%20generales/2001->

<12%20incentivos%20economicos-produccion%20mas%20limpia-panama.pdf>

SANTOS C., MARÍA G. 2002. Análisis de la relación Beneficio/Costo de la implementación de obras de conservación de suelo: Ocho estudios de caso en la comunidad de La Ciénega, San Antonio de Oriente, Honduras. Trabajo especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura (en línea). Honduras: ZAMORANO. Consultado el día 5 de marzo de 2007. Disponible en: <http://www.fao-sict.un.hn/ensayos/unload/830.pdf>

SERPLAC STGO. 2005. Preguntas Frecuentes de Inversión (en línea). Chile: Secretaria Regional Ministerial de Planificación y Coordinación de la Región Metropolitana de Santiago. Consultado el día 5 de marzo de 2007. Disponible en: <http://www.serplacrm.cl/faq/inversion.php>

SUSTENTABLE.CL EL PORTAL DEL MEDIO AMBIENTE. 2004. Normas Ambientales (en línea). Chile. Consultado el día 26 de enero de 2007. Disponible en: <http://www.sustentable.cl/portada/Descontaminacion/4256.asp>

VALDÉS, T. 2000. Tratamiento de aguas residuales (en línea). Asturia: Foro medioambiental de Asturia XXI. Consultado el día 27 de enero de 2007.

Disponible en: [http://www.terra.es/personal/forma\\_xxi/cono12.htm](http://www.terra.es/personal/forma_xxi/cono12.htm)

WIKIPEDIA, LA ENCICLOPEDIA LIBRE. 2001. Tratamiento de aguas residuales (en línea). Edición en español. Editorial Wikimedia Foundation, Inc. Consultado el día 26 de enero de 2007. Disponible en:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales)

YACUZZI, ENRIQUE. 2005 El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación (en línea). Universidad del CEMA. Consultado el día 16 de junio de 2008. Disponible en:

<http://www.cema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/296.pdf>

## ANEXO

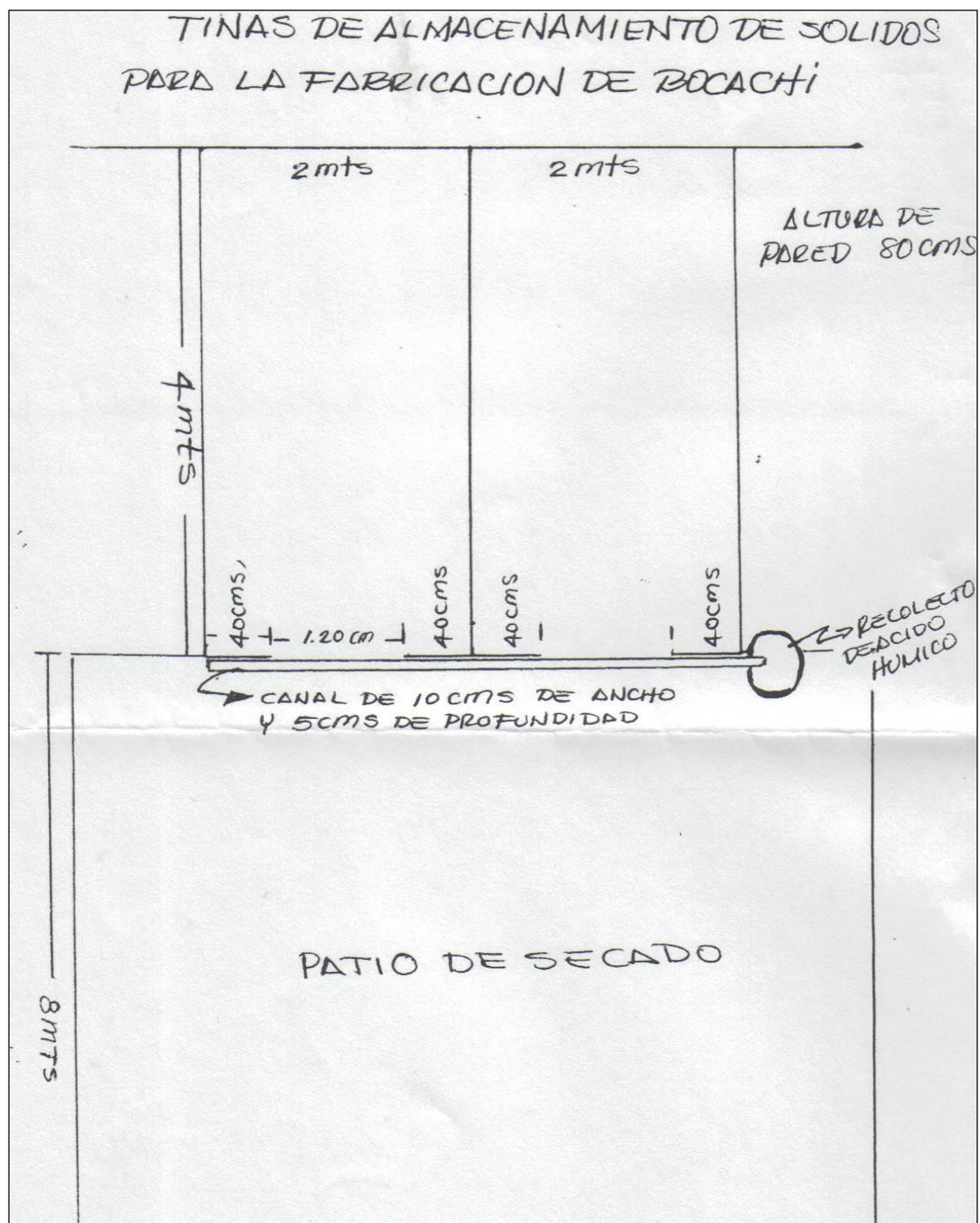
Cuadro N° I. COSTOS DE MATERIALES PARA UN BIODIGESTOR

Materiales	Unidad	Unidades Totales	Costo Unitario	Costo Total
Plásticos para biodigestor de 11 mtrs c/u, calibre 8 y 5 mtrs de circunferencia	28	420	6.50	2730
Tubos de PVC de ¾"	3	3	2.3738	7.12
Empaques plásticos (arandelas)	Se saca de los baldes de 5 galones			
Adapter macho ¾"	3	45	0.1728	7.77
Adapter hembra ¾"	1	15	0.18	2.70
T de ¾"	1	15	0.35	5.25
Codos 90° PVC ¾"	1	15	0.24	3.60
Llaves de paso ¾"	1	15	3.13	46.95
Mangueras ¾"	10.5 pies	157	0.65	102.37
Abrazaderas ½"	2	30	0.22	6.60
Baldes de 5 gal.	8	120	2.00	240
Pegamento (1/4 pinta)	1	15	1.98	29.70
Tapón liso de ¾"	1	15	0.17	2.55
Brillo	1	15	0.25	3.75
<b>SUBTOTAL</b>				<b>3188.05</b>
<b>IMPUESTO 5 %</b>				<b>159.40</b>
<b>TOTAL</b>				<b>3347.45</b>

Fuente: Ing. Arturo G. Fuentes C. MSc. Cooperativa de S/M de Productores de Leche de Panamá

OBSERVACIÓN: Esto no incluye costo de mano de obra de instalación, construcción de la fosa y esta depende del tipo de terreno, ya que en zona muy húmeda hace necesario que la fosa sea de concreto, además de los materiales de instalación de la línea de gas.

Figura N° 1. Diagrama de las Tinajas de Almacenamiento de Sólidos para la fabricación de Bocachi



Fuente: Cooperativa de S/M de Productores de Leche de Panamá, Transferencia de Tecnología

Figura N° 2. Diagrama de las Tinajas de Separación de Sólidos

Fuente: Cooperativa de S/M de Productores de Leche de Panamá, Transferencia de Tecnología

## IMÁGENES DE LA FINCA LA HIGA

Figura N° 3 Área de ordeno de la finca



Figura N° 4 Sala de espera del ganado

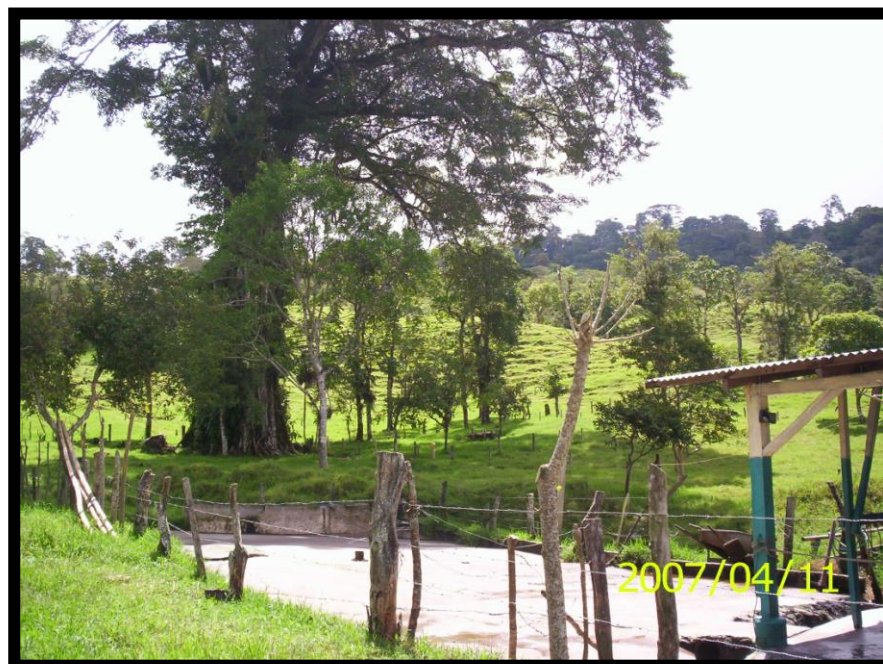


Figura N° 5 Cuadras para rotación del Ganado



Figura N° 6 Tinas de Separación de Sólidos combinado con Biodigestor



Figura N° 7 Tinas de Separación de Sólidos



Figura N° 8 Biodigestor



Figuras N° 9 Biogás producido en el Biodigestor

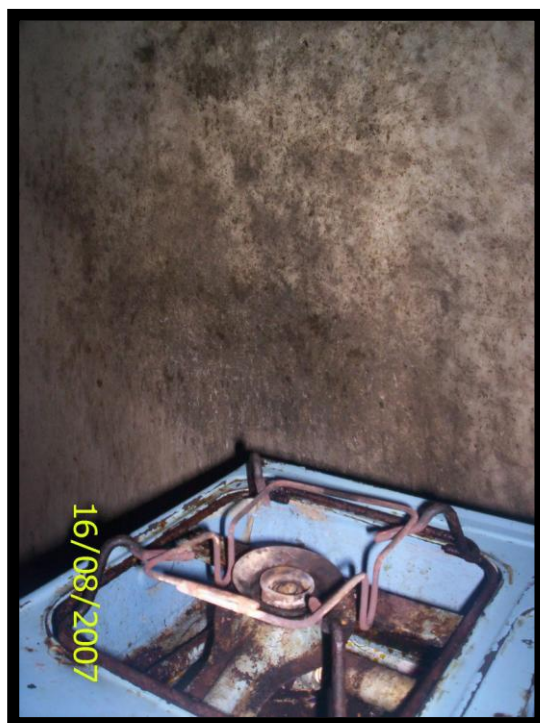


Figura N° 10 Utilización del Biogás para cocinar.



## IMÁGENES DE LA FINCA LOS FARAONES

Figura N° 11 Personal trabajando en la producción de abono bocachi, patio de secado



Figura N° 12 Área de producción de abono Bocachi



Figura N° 13 Producto final, abono bocachi



Figura N° 14 Abono ensacado



Figura N° 15 Producción de Abono Bocachi utilizado para esparcirlo por toda la finca



Figura N° 16 Manejo en las tinas de producción



Figura N° 17 Recipiente para recoger el Biol en las tinas de producción de Bocachi



Figura N° 18 Personal regando el Abono Bocachi en el potrero



Figura N° 19 Tuvo que conecta el canal de lavado del área de ordeño con las tinas de separación de sólidos



Figura N° 20 Tinas de Separación de Sólidos



## IMÁGENES DE LA FINCA EL ARCA

Figura N° 21 Biodigestor



Figura N° 22 Válvula de paso del Biogás que sale del Biodigestor



Figura N° 23 Cocina modificada para instalación de tuberías de producción de biogás



Figura N° 24 Utilización de Biogás para calentar agua utilizada en el ordeño.



## IMÁGENES DE LA FINCA MOREL

Figura N° 25. Sala de Ordeño

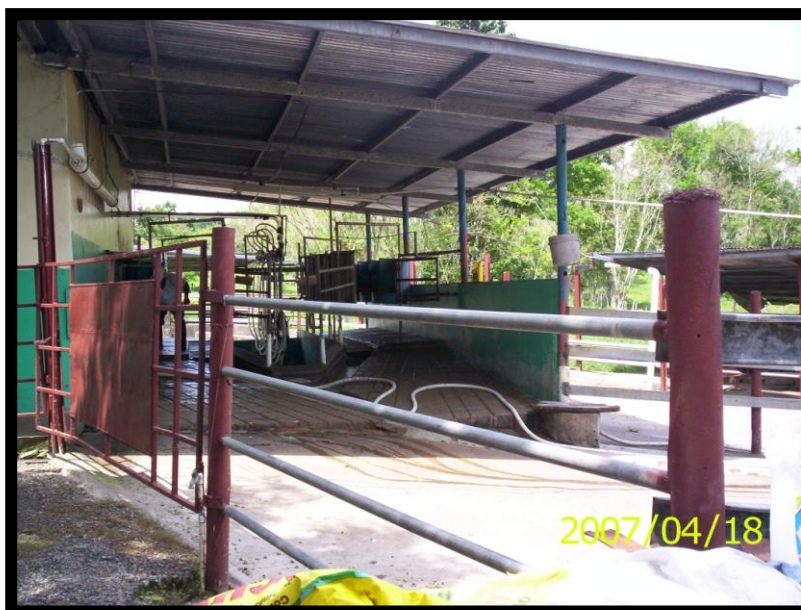


Figura N° 26 Área de espera del ganado



Figura N° 27 Biodigestor



Figura N° 28 Estufa con los fogones con material resistente al biogás



Figura N° 29 Utilización del Biogás para cocinar

