

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

**Beneficios ecológicos y económicos en la implementación de tecnología
innovadora para un desarrollo agro-sostenible y de diversificación de
una finca en Las Mesas, Paraíso, Cartago**

Informe de Proyecto de Graduación para optar al Grado Académico de Licenciado en
Economía Agrícola con Énfasis en Agroambiente

Rodrigo Gómez Solano A01794

Karolina Martínez Umaña 982150

San José, Costa Rica
Noviembre 2008

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE ECONOMIA AGRICOLA Y AGRONEGOCIOS

Beneficios ecológicos y económicos en la implementación de tecnología innovadora para un desarrollo agro-sostenible y de diversificación de una finca en Las Mesas, Paraíso, Cartago

Proyecto de graduación presentado a la escuela de Economía Agrícola y Agronegocios, como requisito para optar por el grado de Licenciado en Economía Agrícola, con énfasis en Agroambiente.

Miembros del tribunal

MSc. Eliecer Ureña Prado
Director de la escuela



Ph.D. Olman Quirós Madrigal
Director del proyecto



MAE. Carlos Díaz Gutiérrez
Lector interno

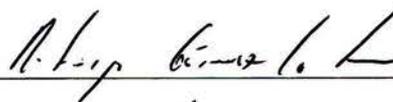


MAT. Silvia Arce Quesada
Lector interno

MAE. Manuel García Barquero
Lector Interno



Bach. Rodrigo Gómez Solano
Sustentante



Bach. Karolina Martínez Umaña
Sustentante



AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a los ingenieros Javier Bonilla e Irene Cañas, del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), por su ayuda y aportes en la investigación de producción de biodigestores y diferentes alternativas como lo son la producción de electricidad y abono.

En la Universidad de Costa Rica a los profesores Carlos Díaz Gutiérrez, Silvia Arce, Olman Quirós, Manuel García, Oscar Acuña y Gilberto Cabalceta, por su asesoría y apoyo para la elaboración de este documento.

Al Dr. Ricardo Barquero Castro, Médico Veterinario de la finca, a la Ing. Forestal Nazareth Bogarín Bermúdez y a Carlos José Ramírez Umaña, estudiante de Geología de la Universidad de Costa Rica, por su aporte y colaboración en el desarrollo del proyecto.

A nuestros padres, familiares y amigos por sus consejos y apoyo incondicional y finalmente al personal docente y administrativo de la escuela, quienes nos guiaron en nuestra formación profesional.

DEDICATORIA

A mi madre Flor, fuente de mis valores quien con su apoyo y consejos me ha ayudado a ser quien soy.

A mi Hermana Estela y mi sobrino Sebastián, por su compañía y apoyo incondicional.

A Rodrigo, por ayudarme y estar conmigo a lo largo del proyecto y aún después...

Karolina Martínez Umaña

Para las personas más importantes de mi vida, que sin su apoyo no lo hubiera logrado, ellos son mis padres Wilfrido y Margarita, que gracias a su esfuerzo y cariño incondicional, concluí esta etapa tan importante de mi vida

Y a Karolina por su ayuda y paciencia.

Rodrigo Gómez Solano

ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Referencias nacionales	1
1.2 El problema y su importancia	3
1.3 Objetivos del proyecto	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
II MARCO CONCEPTUAL	7
2.1 Desarrollo sostenible	7
2.2 Sistema	7
2.3 Sistemas de producción sostenible	7
2.4 Subsistemas e interacciones	8
2.5 Alianzas público privadas	8
2.6 Diversificación agropecuaria	9
2.7 Ganadería	10
2.8 Reforestación	10
2.9 Acuicultura	11
2.10 Indicador	11
2.11 Innovación	11
2.12 Tecnología	12
2.13 Innovación tecnológica	12
2.14 Principio de ventaja comparativa	14
2.15 Principio de ventaja competitiva	14
2.16 Principio de sustitución	14
2.17 Principio de análisis de costos	15
2.18 Principio de la producción conservacionista	15
III SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE GANADO DE LECHE TRADICIONAL	16
3.1 Ganadería tradicional	18
3.2 Eficiencia de la producción de leche	21
3.3 Ganadería y producción de metano	22
3.4 La temperatura y la humedad en el desempeño del ganado lechero	24
3.5 Alimentación del ganado de leche en una explotación al pastoreo	25
3.6 Descripción del mercado de la leche	26
3.7 Inversiones necesarias en la finca Agropecuaria Los Juncos S.A. para mejorar su modelo extensivo de producción	27

3.8	Balance de personal	27
3.9	Otros costos	27
3.10	Ingresos	27
IV	METODOLOGÍA	28
4.1	Tipo de investigación	28
4.2	Descripción de la investigación	28
4.3	Métodos necesarios de recolección de información	28
4.4	Fuentes de información	38
4.5	Alcances	38
4.6	Limitaciones	39
V	SISTEMA DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA INNOVADORA PARA UN DESARROLLO AGRO-SOSTENIBLE Y DE DIVERSIFICACIÓN DE UNA FINCA EN LAS MESAS, PARAISO, CARTAGO	40
5.1	Subsistema de desarrollo sostenible en ganado de leche	40
5.1.1	Estabulación de ganado de leche	40
5.1.1.1	Tipos de estabulación	41
5.1.1.2	Aspectos importantes en un estabulado	43
5.1.1.3	Manejo de desechos sólidos (biodigestor)	43
5.1.2	El biodigestor	45
5.1.2.1	Tipos de biodigestor	46
5.1.2.2	Tamaño del biodigestor	47
5.1.2.3	Ventajas en a utilización del biodigestor	48
5.1.2.4	Productos obtenidos a partir de la biodigestión	48
5.1.3	Beneficios ambientales del biodigestor	51
5.1.4	Principales aspectos legales a tomar en cuenta	52
5.2	Subsistema de acuicultura (Tilapia)	54
5.2.1	El estado actual de la acuicultura en Costa Rica	56
5.2.2	La producción nacional de tilapia	57
5.2.3	Situación económica nacional	58
5.2.4	Situación económica internacional	58
5.2.5	Reseña histórica de la especie	59
5.2.6	Hábitos alimenticios	60
5.2.7	Temperamento	61
5.2.8	Necesidades	61
5.2.9	Tipos de alimento	62
5.2.10	La alimentación	63
5.2.11	Oxígeno	66
5.2.12	Temperatura	67
5.2.13	Salinidad	67
5.2.14	Ph	67

5.2.15	Alcalinidad y dureza	68
5.2.16	Turbidez	68
5.2.17	Altitud	69
5.2.18	Enfermedades y parásitos	69
5.2.19	Medios de cultivo de tilapia	70
5.2.20	Tipos de cultivo	74
5.2.21	Reproducción	76
5.2.22	Sexado	76
5.2.23	Crianza de alevines	77
5.2.24	Comercialización	77
5.3	Subsistema de reforestación	78
5.3.1	Especies forestales aptas para reforestación	80
5.3.2	Especies maderables	89
5.4	Descripción del mercado de los productos obtenidos en la finca al implementar el sistema integrado de producción	94
5.4.1	Análisis financiero	94
5.4.2	Inversiones necesarias en la finca Agropecuaria Los Juncos S.A. para cambiar del sistema extensivo al sistema integrado de producción	95
5.4.3	Balance de personal	95
5.4.4	Otros costos	95
5.4.5	Ingresos	95
5.5	Aspectos legales	96
VI	EL POTENCIAL Y LA IMPORTANCIA SOBRE LA PROTECCIÓN DEL RECURSO HIDRICO	97
6.1	Internalización del agua	99
6.2	Requisitos para el derecho de uso del agua en Costa Rica	100
6.3	Documentos de evaluación ambiental	102
VII	ANÁLISIS COMPARATIVO DE AMBOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	107
7.1	Análisis comparativo basado en el principio de sostenibilidad	107
7.1.1	Indicadores ecológicos	107
7.1.1.1	Recurso suelo	107
7.1.1.2	Recurso hídrico	112
7.1.1.3	Estrategias para la ganadería	116
7.1.2	Indicadores sociales	120
7.1.2.1	Cantidad de mano de obra empleada	120
7.1.2.2	Niveles de escolaridad de los empleados	120
7.1.3	Indicadores económicos	121
7.1.3.1	Ingresos del inversionista	121
7.1.3.2	Costos de mano de obra	121
7.1.3.3	Costo evitado de fertilizante químico	122

7.1.3.4 Promedio de producción de animales	122
7.1.3.5 Instalaciones	123
7.1.4 Discusión de los indicadores	124
7.2 Análisis financiero comparativo para ambos sistemas	127
7.2.1 Discusión y resultados	127
7.2.2 Análisis de sensibilidad	129
VIII ALIANZAS ENTRE ENTIDADES PÚBLICAS Y PRIVADAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA PRODUCCIÓN	131
IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
X BIBLIOGRAFÍA	138
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

V SISTEMA DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA INNOVADORA PARA UN DESARROLLO AGRO-SOSTENIBLE Y DE DIVERSIFICACIÓN DE UNA FINCA EN LAS MESAS, PARAISO, CARTAGO

Cuadro 5.1	Tamaño del biodigestor	47
Cuadro 5.2	Composición del biogás	49
Cuadro 5.3	Contenidos totales de elementos del efluente	51
Cuadro 5.4	Producción acuícola según especie	56
Cuadro 5.5	Hectáreas de producción según especie	58
Cuadro 5.6	Tamaño del alimento balanceado a suministrarse de acuerdo al estadio del pez	66

VI EL POTENCIAL Y LA IMPORTANCIA SOBRE LA PROTECCIÓN DEL RECURSO HIDRICO

Cuadro 6.1	Captación depuración y distribución de agua	103
Cuadro 6.2	Estimación del valor del agua como un promedio ponderado entre los distintos distintos sectores	104
Cuadro 6.3	Decreto: canon ambientalmente ajustado para el aprovechamiento de aguas en Costa Rica	105

VII ANÁLISIS COMPARATIVO DE AMBOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Cuadro 7.1	Estimación de la erosión mediante la USLE en la cuenca del Río Birris	109
Cuadro 7.2	Niveles de materia orgánica en suelos de Costa Rica	111
Cuadro 7.3	Área protegida alrededor de nacientes	115
Cuadro 7.4	Análisis de indicadores financieros por escenario	128

ÍNDICE DE FIGURAS**II MARCO CONCEPTUAL**

Figura 2.1	Dimensiones de la sostenibilidad	8
------------	----------------------------------	---

III SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE GANADO DE LECHE TRADICIONAL

Figura 3.1	Eficiencia de la producción de leche, en función de la especie de pasto y los días de rebrote	22
------------	---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS**VII ANÁLISIS COMPARATIVO DE AMBOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**

Grafico 7.1	Indicadores ambientales sistema extensivo e integrado de producción	126
-------------	---	-----

RESUMEN

En este proyecto se diagnosticó el sistema de producción tradicional o extensivo para la producción de leche en la finca agropecuaria Los Juncos S.A., el cual consistió en describir el manejo del sistema tradicional utilizado para la producción de leche, con el fin de poder identificar las debilidades de este tipo de explotación desde el punto de vista productivo y de manejo de los desechos, razón que generó el cambio hacia un manejo de desarrollo sostenible.

Al plantear este cambio, se analizaron dos tipos de tecnologías innovadoras, que produjeran un incremento productivo y un adecuado manejo de desechos, para reducir, de alguna manera, los costos y a la vez favorecer la producción de la finca, optando por la ganadería semiestabulada y las técnicas del biodigestión, como una alternativa para el desarrollo sostenible de la producción.

Para ambos subsistemas se analizó aspectos agroambientales de desarrollo sostenible y sus dimensiones ecológicas, económicas y sociales, se elaboró un cuadro de variables para cada sistema, el cual permitió identificar los efectos que produce la ejecución y operación de la actividad ganadera así como las medidas de compensación que se tomaron en la finca para reducirlos.

Para describir las dimensiones básicas que crean la sostenibilidad de dichos sistemas, se tomaron en cuenta factores como la protección de nacientes, la contaminación por materia orgánica, la contaminación por plaguicidas, el uso del agua como fuente propia para riego, la calidad y los riesgos de contaminación de aguas.

Para demostrar el potencial y la importancia de la protección del agua, se realizaron aforos para medir la cantidad por metro cúbico por minuto, para cada uno de los subsistemas y se compararon con los estándares del valor de aguas y avenamiento del gobierno.

Se determinó los beneficios de las alianzas entre entidades públicas y privadas; para el desarrollo sostenible de producción de las actividades sujetas a este proyecto.

Finalmente se realizó un análisis comparativo en el que se determinó la rentabilidad de cada uno de los sistemas, mediante un análisis económico, utilizando indicadores financieros como:

- a. Tasa interna de retorno TIR,
- b. El Valor actual neto VAN,
- c. Análisis de sensibilidad.

I INTRODUCCIÓN

1.1 Referencias Nacionales

Costa Rica con sus 51100 kilómetros cuadrados de extensión bajo su clima tropical húmedo y dos frentes costeros el Pacífico y el Caribe; limita al norte con Nicaragua y al sur con Panamá, con una población estimada de 4 millones de personas, de la cual el 60 % se asienta en la meseta central.

La superficie territorial representa un 0,034% de la tierra, de la cual se habita aproximadamente el 5% de la biodiversidad del planeta, con dos estaciones establecidas, la seca y la lluviosa.

De la totalidad del territorio se estima que poco más de medio millón de hectáreas se dedican a la agricultura y el doble (1 millón) a la ganadería, con una concentración de 1,7 cabezas por hectárea y solamente un 37,10 % se encuentra cubierto por bosques.

En lo que refiere al consumo energético un 93,3 % de la población se encuentra con servicio eléctrico, utilizándose para satisfacer la demanda diferentes fuentes energéticas, donde, un 81% de la energía proviene del agua, 7,7 es térmica, 10,1 geotérmica y eólica equivale al 1,1%, según datos del año 1997.¹

Hoy en día se han dado constantes aumentos en los costos productivos debido a factores como la competencia en la producción, el desarrollo del país dentro del contexto mundial actual y la necesidad de optar por procesos tecnológicos, esto sitúa al país ante la necesidad de valorar la creación de capacidades productivas y, sobre todo, de innovación en tecnologías en el marco empresarial y nacional; sin embargo la innovación en tecnología no es el único factor que determina la competitividad, aunque se considera hoy al cambio tecnológico como la figura innovadora más sobresaliente. Es

¹Consumo energético,

[http://www.aguabolivia.org/situacionaguaX/IIIEncAguas/contenido/trabajos_azul/TC-185.htm] 30 de

Enero de 2007.

por esto que los procesos de innovación tecnológica se orientan como la respuesta a las necesidades económicas y sociales.²

Actualmente las explotaciones agropecuarias nacionales de pequeña y mediana escala, se han visto afectadas directamente con niveles de utilidades menores y con la necesidad de colaborar con el medio ambiente, mediante tecnologías de producción sostenibles que involucran un adecuado manejo de los desechos producidos en las diferentes actividades.

Una alternativa de innovación tecnológica que tiene grandes beneficios económicos y ambientales es el biogás, debido a que ha logrado disminuir en un 86% la demanda bioquímica de oxígeno, cumpliendo así con lo establecido por la normativa ambiental nacional; además disminuye el riesgo de contaminación por las aguas vertidas a los ríos o pozos, ya que son utilizadas como abono. También elimina malos olores y moscas, reduce los microorganismos no deseados como las bacterias fecales que hay en el estiércol y algo muy importante es que contribuye a reducir el efecto de calentamiento global al evitar la emisión de gases al aire.³

Últimas investigaciones han determinado usos muy importantes con el gas orgánico como lo son; la producción de electricidad a partir de una nueva fuente renovable no convencional, producido a partir de la descomposición de materia orgánica (estiércol de bovino) y el efluente conocido como fertilizante orgánico o biofertilizante.⁴

Además de la aplicación de nuevas tecnologías, existen alternativas para transformar una finca dedicada a un solo tipo de explotación agropecuaria, por una finca con varias actividades de este tipo, en busca de mayores beneficios económicos; sin dejar de lado su actividad principal, de manera que la diversificación sea un proceso de tipo gradual y de pequeña escala.

El cambio hacia una nueva tecnología tiene costos elevados para los productores nacionales; sin embargo actualmente en América Latina, existe la tendencia de formalizar alianzas entre instituciones de interés público y los productores privados, en

² Innovación tecnológica. [www.monografias.com/trabajos15/innovacion-tecno/innovacion-tecno.shtml.] 09 de noviembre del 2006.

³ Alianzas estratégicas en Costa Rica. [www.grupoice.com] 19 de Junio 2006.

⁴Idem

busca de un crecimiento económico y competitivo que beneficien a ambos sectores. La actividad lechera nacional no ha sido la excepción ya que se ha visto beneficiada por este tipo de alianzas.

La finca, donde se ejecutó el proyecto, es propiedad de Agropecuaria Los Juncos S.A. y se encuentra ubicada en la localidad de Las Mesas, Santiago de Paraíso de Cartago. Finca que anteriormente se encontraba dedicada a la producción de leche de forma extensiva, pero al verse directamente afectada por los constantes aumentos en los costos de producción, es que decidió optar por tecnologías agrícolas sostenibles y actividades de diversificación.

Actualmente se encuentra en proceso de transformación, pasando de una lechería tradicional extensiva a desarrollar un subsistema de estabulado en leche con su respectivo manejo de desechos, considerando este punto como una innovación tecnológica. Como actividades de diversificación desarrolla dos subsistemas productivos, los cuales son la construcción de un estanque, para realizar prácticas de acuicultura y la reforestación de la finca para protección de las nacientes de agua y la siembra de especies maderables nativas de la zona en las cercas de los potreros para el ganado.

1.2 El problema y su importancia

Debido a la tendencia que existió en años anteriores sobre la deforestación y el uso de estas tierras para explotaciones agropecuarias, como es el caso del pastoreo, muchas nacientes de agua han quedado desprotegidas. Actualmente el recurso agua esta escaseando, de ahí la iniciativa de instituciones públicas como el caso del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), que por medio de alianzas con empresarios agrícolas, fomentan un manejo agrícola sostenible, incentivando al productor a reforestar estas áreas y diversificar por medio de otro tipo de explotaciones o actividades, que puedan ser complementarias y que puedan generar un ingreso extra al productor.

Además la situación económica del país ha provocado para el sector agropecuario un encarecimiento de los productos e insumos necesarios, como es el caso de los

fertilizantes, concentrados, plaguicidas, y servicios básicos. Así, también las recientes exigencias internacionales y las nuevas legislaciones ambientales para explotaciones agropecuarias, han incentivado a las instituciones públicas a investigar y apoyar al productor en alternativas para mitigar, sobre todo, impactos negativos (externalidades) y buscar tecnologías que van de la mano con naturaleza.

Otro aspecto importante a mencionar es la tendencia mundial a la globalización y como consecuencia la apertura de mercados, que trae consigo una mayor competitividad que se puede convertir en una desventaja para ciertas actividades agropecuarias en el país.

Lo anterior puede traer como consecuencia, las reducciones en las utilidades, desmoralizar a los productores, el cierre de operaciones, hasta la migración del campo hacia la ciudad. Para prevenir este fenómeno se busca establecer un conjunto ordenado de componentes con límites definidos, en donde se lleven a cabo procesos que permitan obtener productos, a partir de la complementariedad de subsistemas productivos para lograr establecer un sistema de producción integrado. De ahí la iniciativa de buscar nuevas actividades o explotaciones, analizando ventajas competitivas importantes en la zona que beneficien al productor y que pueden ser introducidas de forma complementaria y gradual sin realizar inversiones costosas.

En este estudio, se desarrollaron tres diferentes subsistemas productivos que son:

- a. Subsistema de desarrollo sostenible en ganado de leche,
- b. Subsistema de acuicultura (tilapia),
- c. Subsistema de reforestación.

Al relacionar cada uno de los subsistemas anteriores, se establece un sistema integrado que relacione al ganado de leche con la reforestación y a ambas con la producción de tilapia.

Para lograr el nexo de este sistema integrado, se relacionó cada uno de los subsistemas de la siguiente manera:

Con el subsistema de desarrollo sostenible en ganado de leche, se pretende maximizar el uso del terreno de la finca, dando espacio a la diversificación. La técnica del ganado estabulado, genera gran cantidad de desecho sólido (boñiga), de ahí la iniciativa de

complementar con alguna tecnología para el manejo de dicho desecho, es por este motivo que la finca construyó un biodigestor, para el manejo del mismo. Esta nueva tecnología tiene como beneficio la generación de gas que por su cantidad, es aprovechado por un motor para la generación de energía eléctrica y al mismo tiempo de fertilizante. Este subsistema se complementa con los otros subsistemas como se detalla a continuación:

- a. Subsistema de acuicultura (tilapia), se complementa debido a que el estanque para el cultivo requiera ser fertilizado, para estimular el desarrollo de vegetación acuática la boñiga producida por el ganado es utilizada como tal.
- b. Subsistema de reforestación, se complementa debido a que las especies tanto maderables como ornamentales para la protección de las nacientes requieren ser fertilizadas, para lo cual será utilizado el biofertilizante producido por el biodigestor.

En el subsistema de acuicultura (tilapia), la construcción del estanque se desarrolló en potreros utilizados anteriormente por el ganado, con cierta cercanía a nacientes de agua, y con la facilidad de acceso para la época de cosecha. Dicho subsistema no genera residuos de los cuales se pueden beneficiar los otros subsistemas, sin embargo, necesita de los otros para su desarrollo, por lo cual es importante dentro del sistema integrado de producción.

Finalmente el subsistema de reforestación consiste en la siembra de árboles de especies maderables a la orilla del camino interno de la finca y de especies ornamentales para maximizar el uso y proteger las nacientes de agua y desagües, así como mejorar el proceso de infiltración del agua en el suelo, además de servir de alimento para especies de fauna, principalmente aves. Este subsistema influye sobre los otros subsistemas como se detalla a continuación:

- a. El subsistema de desarrollo sostenible en ganado de leche, se beneficia al utilizar el agua protegida por el subsistema de reforestación para efectuar la limpieza de los galrones del estabulado y para abastecer los bebederos para la hidratación del ganado, además los árboles sirven de sombra para épocas de fuerte verano.
- b. El subsistema de acuicultura (tilapia), depende directamente del recurso hídrico, ya que éste es indispensable en este tipo de explotación.

Este trabajo busca orientar a los productores nacionales en cuanto a las tendencias mundiales sobre el desarrollo sostenible y además demostrar los beneficios que origina dicho desarrollo; por lo tanto la principal interrogante es:

¿cuáles son, en realidad, los beneficios que tiene un manejo agropecuario sostenible, basado en la diversificación de actividades agropecuarias en una agroempresa?

1.3 Objetivos del proyecto

1.3.1 Objetivo general

Evaluar los beneficios ecológicos y económicos en la implementación de tecnología innovadora para un desarrollo agrícola sostenible integrado, así como la diversificación de actividades agropecuarias en la finca Agropecuaria Los Juncos S.A., según las ventajas comparativas.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar el sistema de producción convencional extensivo para la producción de leche, en la finca Agropecuaria Los Juncos S.A.
2. Plantear una propuesta de innovación tecnológica de desarrollo sostenible para el cambio del sistema de producción en ganado de leche.
3. Identificar los indicadores económicos, ecológicos y sociales para el sistema agropecuario sostenible de ganado de leche, acuicultura y reforestación.
4. Demostrar el potencial y la importancia de protección del recurso hídrico para los tres subsistemas.
5. Realizar un análisis comparativo entre un sistema de producción agropecuario convencional extensivo y un sistema de producción agropecuario, con innovación tecnológica en ganado de leche y diversificación de actividades como la acuicultura y la reforestación para este estudio.
6. Determinar los beneficios de las alianzas entre entidades públicas y privadas, para el desarrollo sostenible de producción de las actividades sujetas a este estudio.

II MARCO CONCEPTUAL

2.1 Desarrollo sostenible

Es un proceso de cambio que permite la satisfacción de las necesidades humanas sin comprometer la base esencial del desarrollo: el ambiente.

Los objetivos de esta forma de desarrollo son obtener:

- a) un equilibrio económico;
- b) un sistema social justo y participativo;
- c) una base tecnológica reorientada y eficiente;
- d) uso óptimo y conservacionista del ambiente.⁵

2.2 Sistema

Es un conjunto ordenado de componentes, con un límite definido y en donde se llevan a cabo procesos. Es por medio de estos procesos que permiten obtener productos a partir de la utilización de diversos insumos. Los productos (outputs) obtenidos son diferentes a los insumos (inputs) utilizados.

2.3 Sistema de producción sostenible

Su objetivo es conjuntar el *ambiente* con la *socioeconomía* para el desarrollo sostenible.

En general se puede observar que involucra 3 dimensiones

- Ecológica: el ecosistema mantiene sus principales características fundamentales que aseguran su mantenimiento a largo plazo
- Económica: el manejo sostenible de los recursos naturales produce una rentabilidad tal que hace atractiva su continuación.
- Social: los beneficios y costes se distribuyen equitativamente entre los distintos grupos y generaciones y se obtiene un grado de satisfacción de las necesidades que hace posible su continuación.⁶

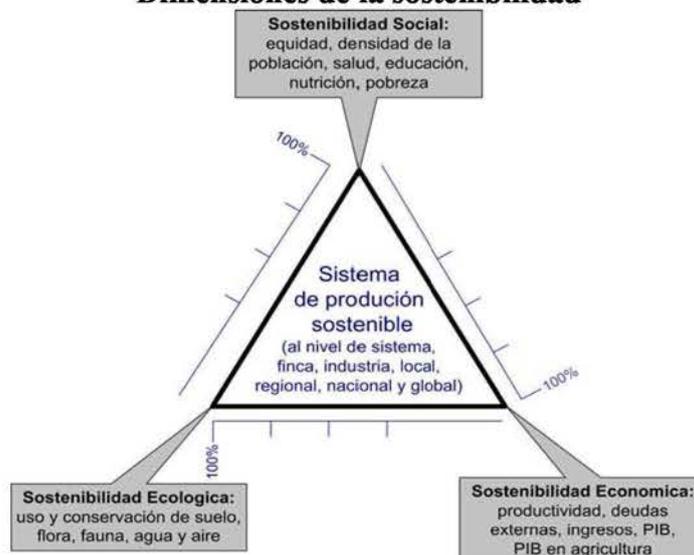
El logro de un sistema de producción sostenible implica un equilibrio entre ellas, ante la dificultad de su maximización simultánea.⁷

⁵ Quirós, O. (2000) Sostenibilidad de formas de producción agropecuarias en empresas familiares agrícolas en Costa Rica.

⁶ Müller S. (1996) ¿Cómo medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de agricultura y los recursos naturales.

⁷ Müller S.(1996) ¿Cómo medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de agricultura y los recursos naturales.

Figura 2.1
Dimensiones de la sostenibilidad



Fuente: Dimensiones de la sostenibilidad (Quirós, 2000)

2.4 Subsistemas e interacciones

El primer paso para diseñar un sistema consiste en dividir el sistema en un pequeño número de componentes. Cada uno de los componentes principales de un sistema se llama subsistema. Cada subsistema abarca aspectos del sistema que comparten alguna propiedad en común.

Cada subsistema posee un área bien definida con el resto del sistema. Ésta especifica la forma de todas las interacciones y el flujo de información entre los límites de subsistemas, pero no especifica cómo está implementado internamente el subsistema. Cada subsistema se puede diseñar, entonces, independientemente, sin afectar a los demás.⁸

2.5 Alianzas público privadas

Una alianza es aquella que constituye una mejor estrategia para abordar un proyecto u objetivo específico que lo que podría alcanzar uno de los socios trabajando solo. El fin de formalizar alianzas es para vincular a competidores y colaboradores, compartir los recursos financieros y físicos, unir las capacidades humanas de distintos sectores a fin

⁸ Sistemas. [www.ilustrados.com/publicaciones]. 02 de Noviembre de 2006

de crear sinergias y con ello, obtener resultados trascendentales en el campo de la investigación.⁹

2.6 Diversificación agropecuaria

Un proceso de diversificación consiste en la introducción planificada y sistemática de nuevos rubros agrícolas, pecuarios o forestales en el sistema de producción existente, con los siguientes propósitos:

- Generar nuevas fuentes de ingresos en diferentes épocas del año, con el fin de aumentar y estabilizar la rentabilidad de la finca, a través de la venta de diferentes productos, los cuales pueden ser transformados para agregarles valor, mejorando o creando un flujo de capital para hacer frente a las necesidades rutinarias, de emergencia e inversión.
- Producir alimentos para la crianza de animales, de tal manera que éstos compitan lo menos posible por alimentos con la familia.
- Optimizar el aprovechamiento de los recursos internos de la finca y obtener materias primas e insumos para la producción de otros rubros.
- Mejorar y ampliar la producción de rubros alimenticios destinados al consumo de la familia en diferentes épocas del año, a fin de garantizar una dieta más completa y saludable.
- Crear opciones para optimizar el uso de la tierra, más acordes con sus capacidades y limitaciones, desde un punto de vista económico, social y ambiental.
- Reducir la dependencia externa de la finca y los riesgos.
- Aprovechar las oportunidades del mercado.

⁹ Vieira, F. Harcwich, F.(2002). Enfocándose en alianzas publico privadas para la investigación agroindustrial: Marco metodológico.

- Generar fuentes de trabajo durante todo el año mediante el desarrollo de las nuevas opciones productivas y, de esta manera, disminuir la migración a las ciudades.¹⁰

Algunos rubros que los agricultores ya manejan, pero que no proporcionan niveles aceptables de rentabilidad, pueden ser mejorados, incrementando la eficiencia del sistema productivo.

2.7 Ganadería

Es la cría de animales que tiene como objeto obtener un aprovechamiento de los mismos. Es importante diferenciarla de la cría de animales de compañía o de la de especies amenazadas, por ejemplo, que no se corresponden con el concepto tradicional de ganadería. Se habla de ganadería, normalmente, cuando los animales se desarrollan en un estado de domesticación, siendo su aprovechamiento, principalmente, el de la carne, la leche, el cuero, los huevos, entre otros productos. La acuicultura puede identificarse como un tipo de ganadería acuática. Además de la actividad, también se denomina ganadería al conjunto de instalaciones de una explotación ganadera, o al conjunto de reses de un propietario o instalación.¹¹

2.8 Reforestación

La reforestación es el proceso de replantar árboles con el fin de obtener productos, ofrecer servicios o recuperar áreas degradadas. Se pretende que el tiempo utilizado y la forma de hacer estas labores tengan un costo adecuado. En esta investigación se indican la descripción botánica, la distribución, los usos y las especies de árboles que se deben plantar, de acuerdo con los intereses perseguidos.¹²

¹⁰ Diversificación agropecuaria, [www.centa.gob.sv/publicacionespecial/doc/Diversificacion.pdf]. 07 de noviembre de 2006.

¹¹ Ganadería extensiva de leche en Costa Rica. [www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Siavosh6.htm]. 19 de Noviembre de 2006.

¹² Reforestación, [www.grupoice.com/esp/ele/manejo_cuencas/biblio/desple/des_refo.html]. 07 de noviembre de 2006.

2.9 Acuicultura

Es un tipo de ganadería con características muy particulares: consiste en criar animales acuáticos en cautividad. Aunque se remonta varios siglos en el tiempo, hasta las últimas décadas del siglo XX no se había practicado de forma tan intensiva. La explicación es el agotamiento de algunas de las zonas de pesca tradicionales, así como un menor costo económico.

Se utilizan grandes instalaciones de piscinas o estanques, en los que el agua debe mantener unas condiciones óptimas de calidad. Se seleccionan los mejores ejemplares que son los que facilitan los huevos para criar los peces en los estanques. La alimentación y el cuidado son controlados muy de cerca mediante métodos científicos, hasta que los ejemplares tienen un tamaño adecuado para su cosecha.¹³

2.10 Indicador

Es elaborado para ayudar al analista a simplificar, cuantificar, analizar y comunicar información. Ayuda a entender los análisis de fenómenos complejos y los coloca dentro del contexto de varios segmentos de la sociedad, reduciendo el nivel de incertidumbre, permitiendo a la sociedad una mejor definición de prioridades.¹⁴

2.11 Innovación

Consiste en producir algo novedoso, alguna idea, método, instrumento, modo de pensar en negocios, servicios, entrar al mercado formar u organizar, solucionar problemas, realizar adaptaciones y modificaciones de bienes y servicios destinados a cubrir necesidades o generar nuevas.¹⁵

¹³ Diversificación agropecuaria, [www.centa.gob.sv/publicacionespecial/doc/Diversificacion.pdf]. 07 de noviembre de 2006.

¹⁴ Naciones Unidas, 1998. Indicadores de desarrollo sostenible : marco y metodologías.

¹⁵ Sánchez, A (1993). El plan de negocios del emprendedor.

2.12 Tecnología

Puede definirse como el medio para transformar ideas en procesos o servicios, que permita además mejorar o desarrollar procesos. Sin embargo, y aunque su raíz etimológica la reduce a [la ciencia](#) de las artes industriales, no consiste únicamente en [métodos](#), maquinas, [procedimientos](#), instrumental, [métodos](#) de [programación](#), [materiales](#) y equipos que pueden comprarse e intercambiarse, sino que es también un [estado](#) de espíritu, la expresión de un talento creador y la capacidad de sistematizar los conocimientos para su aprovechamiento por el conjunto de la [sociedad](#).¹⁶

2.13 Innovación tecnológica

Existen varios autores que han definido la innovación tecnológica como:

- "Una idea transformada en algo vendido o usado"
- "Es el proceso en el cual a partir de una idea invención o reconocimiento de necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio hasta que se ha aceptado comercialmente"
- "El conjunto de actividades inscritas en un determinado periodo de tiempo y lugar que conducen a la introducción con éxito en el mercado, por primera vez, de una idea en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización".
- "Un cambio que requiere un considerable grado de imaginación y constituye una rotura relativamente profunda con la forma establecida de hacer las cosas y con ello crea fundamentalmente nueva capacidad"
- La innovación tecnológica es el acto frecuentemente repetido de aplicar cambios técnicos nuevos a la empresa, para lograr beneficios mayores, crecimientos, sostenibilidad y competitividad.
- El proceso de innovación tecnológica se define como el conjunto de las etapas técnicas, industriales y comerciales que conducen al lanzamiento con [éxito](#) en el mercado de productos manufacturados, o la utilización comercial de nuevos procesos técnicos. Según esta definición, las [funciones](#) que configuran el proceso de innovación son múltiples y constituyen una [fuerza](#) motriz que impulsa la empresa hacia [objetivos](#) a

¹⁶ Sánchez, A. (1993). El plan de negocios del emprendedor.

largo plazo, conduciendo en el marco macroeconómico a la renovación de las [estructuras](#) industriales y a la aparición de nuevos sectores de actividad económica.¹⁷

Las innovaciones tecnológicas pueden clasificarse atendiendo a su originalidad en:

- **Radicales:** se refieren a aplicaciones fundamentalmente nuevas de una tecnología, o combinación original de tecnologías conocidas que dan lugar a productos o procesos completamente nuevos.
- **Incrementales:** son aquellas que se refieren a mejoras que se realizan dentro de la [estructura](#) existente y que no modifican sustancialmente la capacidad competitiva de la empresa a largo plazo.

La innovación tecnológica puede ser de:

- **Producto:** se considera como la capacidad de mejora del propio producto o el [desarrollo](#) de nuevos productos mediante la incorporación de los nuevos [avances tecnológicos](#) que le sean de aplicación o a través de una adaptación tecnológica de los procesos existentes. Esta mejora puede ser directa o indirecta. Es directa si añade nuevas cualidades funcionales al producto para hacerlo más útil y es indirecta, si esta relacionada con la reducción del coste del producto a través de cambios o mejoras en los procesos u otras actividades empresariales con el fin de hacerlas más eficientes.
- **Proceso:** consiste en la introducción de nuevos procesos de producción o la modificación de los existentes mediante la incorporación de [nuevas tecnologías](#). Su objeto fundamental es la reducción de costes, pues además de tener una repercusión específica en las características de los productos, constituye una respuesta de la empresa a la creciente [presión](#) competitiva en los [mercados](#).

La innovación es el elemento clave que explica la competitividad. Porter (1990), afirmó: "La competitividad de una [nación](#) depende de la capacidad de su [industria](#) para innovar y mejorar. La empresa consigue ventaja competitiva mediante innovaciones". También Francois Chénais enfatizó que: "La actividad innovadora constituye efectivamente, con

¹⁷ Innovación tecnológica. [www.monografias.com/trabajos15/innovacion-tecno/innovacion-tecno.shtml]. 09 de noviembre del 2006.

el capital humano, uno de los principales factores que determinan la ventaja competitiva de las economías industriales avanzadas".¹⁸

Estas definiciones dejan claro que la innovación acaba con la introducción con éxito en el mercado del producto. La estrecha conexión entre el concepto actual de competitividad y de innovación es evidente: decir que los nuevos productos deben tener éxito es lo mismo que decir que han de ser competitivos.

2.14 Principio de ventaja comparativa

Principio económico según el cual los diversos cultivos y ganado deben producirse, con distintos requerimientos en aquellas zonas o explotaciones donde los recursos físicos y de otro orden son económicamente más aptos para su producción, permaneciendo lo demás igual. En aquellas zonas cuya dotación de recursos las hace más aptas para su producción. Así, incluso aquellas explotaciones agrícolas peor dotadas pueden tener ciertas ventajas comparativas para un producto o productos.¹⁹

2.15 Principio de ventaja competitiva

Una compañía tiene ventaja competitiva cuando cuenta con una mejor posición que los rivales para asegurar a los clientes y defenderse contra las fuerzas competitivas. Existiendo muchas fuentes de ventajas competitivas como: la elaboración del producto con la más alta calidad, proporcionar un servicio superior a los clientes, lograr menores costos en los rivales, tener una mejor ubicación geográfica, diseñar un producto que tenga un mejor rendimiento que las marcas de la competencia.²⁰

2.16 Principio sustitución

Puesto que son muchas las posibilidades técnicas de producción, se debe elegir el método más económico y ecológicamente óptimo, medido en cualquier término

¹⁸ Innovación tecnológica. [www.monografias.com/trabajos15/innovacion-tecno/innovacion-tecno.shtml]. 09 de noviembre del 2006.

¹⁹ Dillon J, Hardaker, B. (1994). La investigación sobre la administración rural para el pequeño agricultor.

²⁰ Ventaja comparativa. [www.monografias.com/trabajos13/esven/esven.shtml#estr#estr]. 09 de noviembre de 2006.

(indicadores: horas de trabajo, ingreso, etc.) que se adapte a las condiciones del productor.²¹

2.17 Principio de análisis de costos

Principio económico que consiste en la división de costos, costos fijos y costos variables. Cada agroempresario debe ejercer cierto control sobre los costos de producción de su agroempresa, dado que poco o nada puede influir en los precios que recibe por sus productos o en el valor que debe darles ya que ello lo determinan factores de mercado nacional e internacional.²²

2.18 Principio de la producción conservacionista

Establece la utilización de la tierra para fines de producción, buscando aumentar la productividad para satisfacer las necesidades de la población, evitando, reduciendo y/o controlando los procesos por los cuales ella se degrada, a través del uso de tecnologías que sean capaces de cumplir con estos requisitos y adaptadas a los sistemas de producción locales.²³

²¹ Dillon J, Hardaker, B. (1994). La investigación sobre la administración rural para el pequeño agricultor.

²² Idem.

²³ Ministerio de Agricultura y Ganadería/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Proyecto MAG/FAO. San José, Costa Rica. 1996.

III SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE GANADERIA DE LECHE TRADICIONAL

La actividad lechera en el país se remonta a la colonia hispánica, periodo en que se introdujeron ejemplares provenientes de la Península Ibérica. Esas razas se adaptaron muy bien a las condiciones climáticas de nuestro país, sin embargo su producción era reducida en comparación con las razas especializadas en producción de leche. Por lo anterior, es que ya en el siglo XX se importaron ejemplares de algunas razas especializadas del norte europeo, siendo las que arrojaron los mejores resultados: Jersey, Holstein, Guernsey y Pardo Suizo.

A mediados del siglo XX (en 1947 se fundo Dos Pinos) la actividad se organiza en cooperativas, hecho que marcaría la diferencia de la producción láctea en comparación con otras actividades nacionales que han mostrado menor competitividad.

En 1953, en la localidad de Monteverde de Puntarenas, se establece la empresa Productores de Monteverde, de reconocida calidad especialmente en sus quesos.

En diciembre de 1965 un grupo de visionarios productores de leche fundaron la Cámara Nacional de Productores de Leche.

El volumen de la producción lechera creció a ritmo de 5.6% anual entre 1967 y 1980, incremento obtenido gracias a nuevas áreas de explotación, mayor diversificación de productos y gran inversión industrial en infraestructura y tecnología. Periodo que coincide con la creación de Coopecoronado, Productores de Leche de Altura (Pasaría a ser BORDEN), y la Dos Pinos construye una planta procesadora de leche en polvo.

Al igual que el resto de la economía nacional, durante el periodo de 1980 – 1983, la actividad sufrió las consecuencias de la crisis nacional, como resultado se redujo drásticamente la producción. Razón por la que se crea el Plan Nacional de Fomento Lechero, tendiente a incentivar la producción de leche.

Posteriormente, el sector ha crecido sostenidamente, al punto, que el país logro ser exportador neto de productos lácteos.

A mediados de la década de 1990 con la crisis de la enfermedad del cólera, la Cooperativa de Servicios Múltiples de Santa Rosa de Alfaro Ruiz R.L. (COOPEBRISAS), empezó a procesar y pasteurizar los productos lácteos de sus asociados.

En el año 2002 ingresa al país la transnacional Parmalat, mediante un convenio con Coopeleche, dejando el país con más pena que gloria. A finales de ese mismo año, la empresa de capital mexicano Sigma Alimentos adquiere Industrias Lácteas Tecnificadas S.A. (INLATEC) fabricante de los productos “DEL PRADO” y maquiladora de la marca “SABEMAS”.²⁴

En Costa Rica la producción de leche, es una actividad de gran relevancia tanto por su aporte nutricional como por la estructura socioeconómica que involucra productores, peones de las fincas, transportistas, empleados de plantas industriales y vendedores de los diferentes productos. Por su importancia esta actividad ha sido pionera en el desarrollo industrial de nuestro país y en tal sentido ha sido también apoyada por políticas gubernamentales a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), así como por la excelente organización dirigida por la Cámara Nacional de Productores de Leche.²⁵

En el 2003, la actividad lechera reflejó un crecimiento promedio del 3,5% en volumen de producción. La actividad primaria representó el 10% del valor agregado agropecuario y casi el 50% del valor agregado pecuario. Asimismo, el sector genera cerca de 200 mil empleos directos e indirectos, que representan cerca del 12% de la fuerza laboral del país. Sin embargo este crecimiento del sector ha tenido un efecto inverso sobre el ambiente.

En la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Brasil en el año de 1992, inició la promoción de una conferencia sobre la degradación de los recursos naturales. En esta conferencia, surgió el documento llamado la Agenda 21 y ésta representa “un conjunto de estrategias y programas detallados para

²⁴ Antecedentes. Cámara Nacional de Productores de Leche. 12 de Abril del 2007.

²⁵ Castro, A. (2002). Ganadería de leche. Enfoque empresarial.

detener y revertir los efectos de la degradación ambiental y para promover un desarrollo sostenible en todos los países”²⁶

Como una respuesta a los aspectos mencionados anteriormente, se ha planteado y puesto en práctica a nivel piloto, el enfoque denominado “Agricultura Conservacionista”, cuyos principios fomentan el *aumento de la productividad, aumento de la cobertura vegetal, aumentar la infiltración del agua en el perfil del suelo, manejo adecuado de la escorrentía, manejo adecuado de la fertilidad del suelo y manutención de la materia orgánica, evitar y reducir la contaminación*²⁷

Otro aspecto de gran importancia para el país es haber alcanzado la autosuficiencia en producción de leche, convirtiéndose así en uno de los tres únicos países latinoamericanos en este rubro, se ha logrado en los últimos años exportaciones cercanas a los \$22 millones, debido a esto es que se considera a este sector, como uno de actividad floreciente y con un futuro promisorio. Sin embargo, actualmente se vive una era caracterizada por el cambio de economías cerradas hacia economías abiertas y competitivas, en las que el esfuerzo exportador cobra prioridad y se debe de tener una producción lechera moderna, equitativa y sostenible, que pueda contribuir, de manera más significativa, a la estrategia general de desarrollo.

3.1 Ganadería tradicional.

Se entiende por ganadería tradicional o ganadería al pastoreo, a una explotación caracterizada por el pastoreo del ganado en amplias áreas. Antiguamente se desarrolló la técnica del pastoreo extensivo, en el que había que recorrer toda la finca para que el ganado tuviera suficiente comida a lo largo del año. Debido a que la ganadería extensiva implicaba un trabajo laborioso y no muy rentable a largo plazo, se empezó a imponer la ganadería intensiva, basada cada vez más en el uso de forrajes, centrada en la finca y la rotación de pequeños potreros, ya que estos pequeños potreros permitían una mejor alimentación del hato. Siempre es importante considerar como prioritario una estrategia

²⁶ Hünemeyer, A; De Camino, R; Müller. Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica. Indicadores para la agricultura de los recursos naturales.

²⁷ Ministerio de Agricultura y Ganadería/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Proyecto MAG/FAO. San José, Costa Rica. 1996.

de mejoramiento respecto a la alimentación del hato, y la posibilidad inmediata de racionalizar la utilización de los pastos de alto calidad en los potreros.

La explotación racional del pasto se logra con unos adecuados números de días para su recuperación normal, esto le da una mayor resistencia al verano y una rápida absorción de los elementos nutritivos, algo que no sucede cuando el pastoreo es libre. También es importante conocer algunas características de los pastos adaptados al trópico tales como el hábito de crecimiento, adaptabilidad del pasto a las tierras de la finca, características nutricionales, resistencia al pastoreo, agresividad del pasto hacia otras plantas indeseables en el potrero, formas de propagación, etc. Para alimentar al hato, se debe administrar forraje de buena calidad, el cual se obtiene de potreros bien establecidos desde su origen.

Además es necesario un programa de fertilización de acuerdo con las sugerencias técnicas necesarias originadas del análisis del suelo, evitar pastoreo excesivo y realizar prácticas agronómicas según consejos de los técnicos.²⁸

Los métodos de pastoreo son muy variados dependiendo de la zona de ubicación de la finca y el dinero disponible por el productor. Generalmente el animal, aunque tenga hambre, no pastorea más de diez horas. Los picos de consumo son al amanecer y atardecer (una hora antes que se ponga el sol y una hora después), aunque esto es variable; por ejemplo, cuando hay calor intenso, no comen durante el día y lo compensan con pastoreos nocturnos; si la noche también es calurosa, las caídas en el consumo pueden ser de hasta un 25%.²⁹

Cuando hay temporal, muchas veces el hato no sale a la pastura y permanece guarecida bajo los árboles. En una pastura de máxima calidad y oferta, el tiempo que el animal destina a pastorear es el mismo que tarda en llenarse. El problema surge cuando éste no le alcanza y se queda con hambre. Existen distintas formas de pastoreo como:

²⁸Ganadería extensiva de leche en Costa Rica. [www.fao.org/wairdocs/lead/x6366s/x6366s10.htm]. 19 de noviembre de 2006.

²⁹ Arronis, V.(2003). Recomendaciones sobre Sistemas Intensivos de Producción de Carne: Estabulación, Semiabulación y Suplementación Estratégica en Pastoreo.

El pastoreo continuo

Consiste en mantener de forma indefinida a un número de animales en áreas de gran tamaño hasta que consuman la totalidad del pasto disponible. Este método se utiliza mucho en las explotaciones de ganado extensivas del trópico, donde la disponibilidad de tierra es más económica y abundante. Los costos son muy bajos en relación con la utilización de instalaciones. El pasto no tiene el tiempo adecuado para ser un forraje de alta calidad, debido al tiempo prolongado de su uso. Es decir los otros potreros de la finca se utilizan cuando ha pasado la época de altos nutrientes de los pastos.

El pastoreo alterno

Se caracteriza por ofrecer a los animales los potreros que mejor condiciones presenten, al margen de si le corresponde o no en la rotación. Este sistema se aplica en las zonas o fincas que poseen variabilidad de suelos y/o climas, que determinan que el (los) potrero (s) se recupere (n) en menor tiempo posible que otros. Es el método más común en las regiones de clima estacional, precisamente por las variaciones de clima y con un predominio de sistemas semi-intensivos de producción de pastos, con carga animal intermedia y con potreros de tamaños desiguales.

El pastoreo diferido

Consiste en seleccionar al final de las lluvias, la superficie de uno o más potreros, cerrándolos para ser utilizados en época seca. Este sistema es un poco ortodoxo debido que la calidad de pasto es muy baja.

El pastoreo controlado

Se efectúa con el fin de restringir el tiempo de consumo del pasto por el animal. Se utiliza cuando se quieren proteger potreros durante épocas críticas de crecimiento.

El pastoreo rotativo

Es aquel donde se divide el área de pastos en potreros relativamente pequeños, con el fin de rotar animales en ciclos pequeños de tiempo con la finalidad de no deteriorar el pasto a medida que los animales lo consumen.

Este sistema se aplica en finca con tecnología, cuyo objetivo sea la mayor producción de leche por hectárea de pasto producido. El mismo está condicionado a la disponibilidad de pasto de buena calidad. Los suelos y la humedad de los diferentes potreros deben ser uniformes para que la cantidad y la calidad de pasto sean homogéneas. Esta condición se basa en las zonas de alta humedad o en fincas con sistemas de riego. También cuando se dispone de poco espacio de terrenos y se requiere sacar el mayor provecho del pasto utilizado. El sistema de pastoreo rotativo mejorado es una alternativa para aumentar la producción ya que comparado con el sistema de manejo tradicional se puede incrementar la utilización efectiva del pastizal e incrementar la carga animal (UA./Ha/año.)³⁰

Debido principalmente a factores que afectan directamente a la producción nacional de leche como lo son: el clima, la geografía y los desechos generados en la actividad, es que se investigan nuevas alternativas que minimicen los efectos sobre los niveles de producción de leche y de contaminación ambiental (debido al metano generado por las vacas en su excremento).

3.2 Eficiencia de la producción de leche

La eficiencia de la producción de leche depende principalmente de la alimentación (pastos) del ganado. Se utilizan dos tipos de pastos para pastoreo: el kikuyo y la estrella africana, su eficiencia y aporte en la producción de leche depende del período de recuperación de cada pasto tal y como se menciona a continuación:

En el caso del kikuyo, la mayor eficiencia (18.3 g CH₄/kg leche) se presenta cuando la pastura tiene 28 días de rebrote. Mientras que en la estrella africana (19.1 g CH₄/kg leche) se estima con una edad de rebrote de 21 días. En el kikuyo, los niveles de eficiencia son menores, a los 14 días y con niveles similares a los 35 días de rebrote³¹.

Ello se explica porque cuando los ciclos de pastoreo son cortos, la proporción de material leñoso, especialmente tallos, es alta, lo cual disminuye la calidad del forraje en

³⁰ Sistemas de pastoreo.

[http://www.engormix.com/sistema_rotativo_mejorado_pastoreo_s_articulos_922_GDL.htm]. Noviembre 2007.

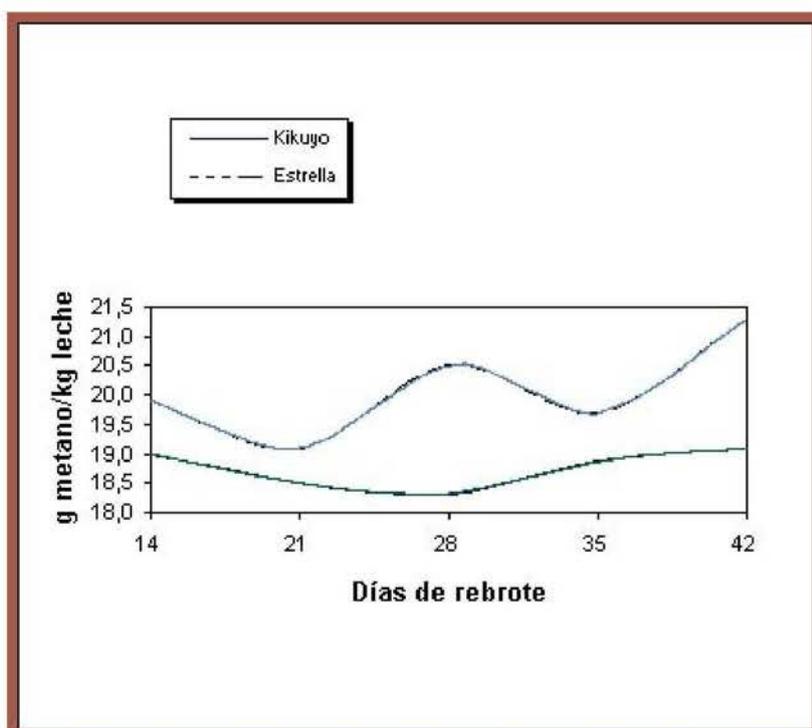
³¹ Sánchez, J; [Soto, H](#), (1977). Calidad nutricional de los forrajes de una zona con niveles medios de producción de leche, en el trópico húmedo del norte de Costa Rica.

oferta. El forraje disponible a los 35 días y posterior a esta edad de rebrote, pierde calidad nutritiva como consecuencia del aumento de lignina en el material vegetativo, lo cual es una característica que presentan las gramíneas con el incremento de la edad de rebrote. Una situación similar se presenta en estrella africana.

De acuerdo con la calidad nutritiva de la pastura, y el nivel de emisión de metano, se demuestra que se debería pastorear la estrella africana y el kikuyo a los 21 y 28 días de rebrote, respectivamente, para obtener la mejor eficiencia de emisión de CH_4 .³²(Figura 2).

Figura 3.1

Eficiencia de la producción de leche, en función de la especie de pasto y los días de rebrote, Costa Rica.



Fuente: FAO, 1998

3.3 Ganadería y producción de metano (CH_4)

Los bovinos disponen de un sistema digestivo que tiene la capacidad de aprovechar y convertir material fibroso con altos contenidos de celulosa, en alimentos de alta calidad

³² Que es ganadería extensiva de leche en Costa Rica.

[www.fao.org/wairdocs/lead/x6366s/x6366s10.htm]. 19 de noviembre de 2006.

nutritiva: carne y leche. Sin embargo, por sus características innatas, este mismo sistema digestivo también produce metano, un potente gas con efecto invernadero y que contribuye con el calentamiento global, superado sólo por el CO₂.

Según investigaciones realizadas, la actividad ganadera produce alrededor del 20 por ciento de la emisión mundial total de metano. Los sistemas de producción ganadera de Costa Rica contribuyen con más del 90 por ciento de la emisión total de metano en el país (MINAE, 1996).

El ganado bovino emite metano debido a que en el proceso digestivo, que ocurre bajo condiciones anaeróbicas, participan diferentes tipos de bacterias. Estas degradan la celulosa ingerida a glucosa, que fermentan después a ácido acético y reducen el dióxido de carbono, formando metano en el proceso. La emisión de metano representa energía alimenticia que se pierde en forma de gas, en vez de ser aprovechada y transformada en leche o carne.

Cuando los bovinos son alimentados con forrajes de baja calidad nutritiva, se presentan deficiencias en nutrientes esenciales para los microorganismos ruminales, por lo que la eficiencia en el crecimiento de éstos en el rumen es baja. Bajo estas circunstancias, la producción de metano podría representar entre el 15 y el 18 por ciento de la energía digestible. La corrección de estas deficiencias nutricionales podría reducir las pérdidas a valores cercanos al 7 por ciento.

Afortunadamente, es factible reducir las emisiones de metano en la ganadería y además, en la mayoría de los casos, los productores pueden incrementar sus ingresos por el mejoramiento de la respuesta animal. Adicionalmente, si se necesitan menos animales para producir la misma cantidad de producto, esto significa que la emisión de metano por unidad de producto obtenido es menor. Por lo tanto, se podría emitir menos cantidad de metano en la producción de carne o leche. En consecuencia, se necesitaría menos terreno dedicado a la ganadería, y dependiendo del uso potencial de ese suelo, el área liberada podría ser dedicada a la agricultura, a la plantación de especies arbóreas, o bien se podría destinar como área de conservación.

Existen evidencias que muestran que la tasa de emisión de metano, por fermentación entérica, está relacionada con el alimento consumido. También se ha determinado que entre los factores que influyen en su producción están las características físicas y químicas del alimento, las cuales afectan directamente el nivel de consumo y la frecuencia de alimentación. Por ello se puede decir que la pobre nutrición contribuye a incrementar los niveles de emisión de metano. También son factores importantes a considerar, el uso de elementos aditivos para mejorar la eficiencia de utilización de los alimentos, el manejo y la salud animal.³³

3.4 La temperatura y la humedad en el desempeño del ganado lechero

Las temperaturas altas hacen de la producción lechera un desafío. Las vacas lecheras sufren de tensión por calor cuando sus cuerpos generan más calor que el que ellas pueden liberar. Asimismo, son afectadas por el calor externo producido por la radiación solar, la temperatura del aire ambiental, y la humedad relativa alta. El calor producido por el propio cuerpo de la vaca hace la situación peor. Generalmente, a mayor producción de leche de la vaca, mayor es la temperatura del cuerpo como producto de su digestión y metabolismo.³⁴

Las vacas normalmente jadean y sudan como respuesta al calor; si esto no baja la carga de calor, la temperatura del cuerpo de la vaca subirá. El aumento de la temperatura del cuerpo resultará en un requerimiento más alto de energía para mantenimiento en un intento por disipar la carga de calor. El jadeo se ha demostrado que aumenta hasta en un 25%. Sin embargo, el estrés calórico ocasiona que las vacas coman menos a la vez que aumentan sus requerimientos nutricionales. La ingesta alimenticia disminuye cuando la temperatura ambiente excede los 25°C. La disminución en la ingesta alimenticia frecuentemente reduce la producción de leche, hasta en un 30%. Además, la producción de los componentes de leche puede cambiar, la eficiencia reproductiva se reduce, y el sistema inmune de la vaca se altera y puede resultar en pérdida de habilidad protectora.³⁵

³³ Ganadería extensiva de leche en Costa Rica.

[www.fao.org/wairdocs/lead/x6366s/x6366s10.htm]. 19 de noviembre de 2006.

³⁴ Estrés para el ganado por el calor. [fmvz.uat.edu.mx/bpleche/bpleche/BPL17.htm]. 19 de noviembre de 2006.

³⁵ Idem

La temperatura ambiente ideal para una vaca lechera está entre 5°C y 25°C. En la medida que la temperatura sube, se hace más difícil para una vaca refrescarse resultando el estrés por calor. Los efectos del estrés por calor, son causados primordialmente por la temperatura ambiente pero afectada por el calor producido internamente por la digestión, entre estos se incluyen:

- ✓ incremento del ritmo de respiración,
- ✓ incremento de la ingestión de agua,
- ✓ incremento de la transpiración,
- ✓ decremento en la ingestión de materia seca,
- ✓ ritmo de paso de alimento más lento,
- ✓ decremento de flujo sanguíneo a los órganos internos,
- ✓ decremento de la producción lechera y pobre desempeño reproductivo³⁶

3.5 Alimentación del ganado de leche en una explotación al pastoreo

Es uno de los principales pilares de la producción láctea. Los animales presentan requerimientos tanto para mantenimiento como para producción de leche y estos van a diferir dependiendo de la etapa fisiológica del animal y así también al nivel de producción al que están sometidos. Estos requerimientos van a estar cubiertos mediante los alimentos (forrajes, granos y alimentos concentrados especiales) los cuales van a suplir nutrientes tales como minerales, vitaminas, energía y proteína. Dependiendo de como sea esta alimentación así se verá reflejado en la producción de los animales.

En la primera etapa de la lactación el animal necesita altas cantidades de nutrientes para alcanzar su máxima capacidad de producción, éste es uno de los momentos en los que se debe tener especial cuidado en la alimentación para obtener los mayores beneficios, por que, de otra manera, la producción de leche puede descender y se alarga el período abierto (es el periodo de tiempo que va del día de parto al día que recibe el primer servicio, lo ideal es a los 60 días) a la vez que aumentan los servicios por concepción y se disminuye el porcentaje de concepción.

³⁶ Estrés para el ganado por el calor. [fmvz.uat.edu.mx/bpleche/bpleche/BPL17.htm]. 19 de noviembre de 2006.

Una baja dieta en energía se correlaciona con una menor producción de leche, de la misma manera que dietas altas en forrajes estimulan formación de grasa, mientras que dietas altas en granos, como concentrados, favorecen una mayor producción de leche pero no de grasa, como a su vez el nivel más alto de proteína en la alimentación favorece una mayor producción de leche.³⁷

En el caso específico de la finca agropecuaria Los Juncos S.A., empleaba anteriormente un sistema de pastoreo de tipo rotativo, con la variedad estrella africana, contaba con un hato de 25 vacas y 48 pequeños potreros distribuidos en 24 noches y 24 días, la rotación era intensiva y, requería de fertilizaciones después de ser utilizados. La mano de obra implementada era un solo empleado, que se encargaba de los ordeños, la alimentación de las terneras y las fertilizaciones de los potreros.

3.6 Descripción del mercado de la leche

La leche entera generada en la actividad de ganadería extensiva es comercializada en la provincia de Cartago por la empresa Sigma Alimentos, el precio por kilo de leche va a estar determinado por el promedio de sólidos totales presentes en la leche, este promedio se multiplica por el precio por kilo de sólidos totales establecido por la empresa Sigma Alimentos, el precio actual es de ₡1883 por kilo.

La empresa Sigma Alimentos S.A., esta ubicada como la segunda empresa procesadora de lácteos más importante del país después de la Cooperativa de productores de leche R.L., Dos Pinos S.A., Sigma Alimentos vende sus productos bajo la marca de quesos DEL PRADO y para el yogurt YOPLAIT. La obtención de la leche se logra bajo sus debidas condiciones de higiene en el ordeño así como en su manipulación y transporte.

La política de venta consiste en un contrato con la empresa Sigma Alimentos S.A., y los precios son establecidos por la empresa, la cual realiza ajustes según el comportamiento mundial de materias primas e insumos necesarios para la producción de leche.

³⁷ Alimentación adecuada para el ganado de leche.

[www.engormix.com/alimentacion_adeuada_ganado_lechero_forumview1649.htm], 25 de Octubre de 2008.

3.7 Inversiones necesarias en la finca agropecuaria Los Juncos S.A. para mejorar su modelo extensivo de producción

Para este caso en particular el análisis de inversiones es mínimo, debido a que la finca ya se encuentra en producción y muchas de las inversiones iniciales ya existen. Al partir de esta premisa, actualmente, la finca se ve en la necesidad de adquirir un equipo mecánico de ordeño y construir dos cuadras para vacas y un área para los terneros.

No se tomará en cuenta el valor del terreno y tampoco se le dará un valor de alquiler, debido a que el terreno es un costo hundido en ambos proyectos Ver anexos cuadro 1, cuadro 3, cuadro 4.

3.8 Balance de personal

El costo de mano de obra constituye uno de los principales ítems de los costos de operación de un proyecto. La elaboración del balance de personal permite sistematizar la información referida a la mano de obra y calcular el monto a la remuneración del periodo, la finca agropecuaria Los Juncos actualmente es trabajada por un solo empleado, esto por la cantidad de animales. Ver anexos cuadro 5.

3.9 Otros costos

Están constituidos por el balance de materiales o materia prima, balance de insumos generales o de insumos básicos. Ver anexos cuadros 6-13.

3.10 Ingresos

Los ingresos dependen exclusivamente de la venta de leche, terneros y vacas de desecho durante los años de la actividad. El precio aumenta proporcionalmente al aumentar la materia prima, el precio de venta de los terneros macho/hembra y vacas de desecho, se comercializa según el valor de mercado.

Con respecto a los ingresos, se considera que la totalidad de la leche producida es adquirida por la empresa Sigma Alimentos S.A., la cual establece un contrato de exclusividad de la producción total. Ver anexos cuadro 15-16.

IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

Utilizando el criterio del autor Hernández Sampieri et al (2003), el tipo de investigación es mixto, en el cual se describen tres diferentes subsistemas de producción para una misma finca, como lo son lechería estabulada y su respectivo manejo de desechos, producción de tilapia y el proyecto de reforestación de finca a través de indicadores sociales, económicos y ecológicos, con el fin de determinar si pueden ser viables y factibles con el objeto de tecnificar la producción de leche y de diversificar las actividades en la finca Agropecuaria los Juncos S.A.

4.2 Descripción de la investigación

La investigación consiste en valorar en una misma finca los beneficios que se obtienen al realizar cambios en la forma de producción, es decir, comparar el modelo anterior de producción que utilizaba la finca Agropecuaria Los Juncos S.A., como lo era la lechería tradicional extensiva, por una lechería con un sistema de estabulación o lechería intensiva, manejo de desechos, área de reforestación con protección de nacientes y árboles de especies maderables y el cultivo de tilapia.

4.3 Métodos necesarios de recolección de información

En este estudio se utilizaron métodos de recolección de información tales como: las observaciones, la documentación existente y las entrevistas.

Para el desarrollo del primer objetivo se realizó una investigación basada en fuentes primarias y secundarias, realizando visitas planeadas a la finca Agropecuaria Los Juncos S.A. y la Cámara Nacional de Productores de Leche, para obtener la información sobre el funcionamiento de las actividades en una lechería tradicional. La información obtenida se ordenó de manera que fuera posible identificar las externalidades del modelo, basándose en indicadores que influyen negativamente sobre la producción

como lo son la temperatura y la humedad³⁸, además se consideró el efecto negativo de los residuos generados por la actividad (producción de metano y desechos sólidos).

Una vez diagnosticado el sistema de producción convencional, se planteó una alternativa viable para poder mitigar estos efectos. Para determinar cual tecnología era la más adecuada se realizaron visitas y entrevistas con la UEN-Centro Nacional de Planificación Eléctrica Proceso Tecnologías de Generación del I.C.E., debido a la experiencia en el diseño de biodigestores industriales capaces de generar electricidad y un abono orgánico apto para sustituir el uso de fertilizantes químicos, se decidió utilizar esta tecnología aprovechando a su vez una alianza estratégica que se formó entre el ICE y Agropecuaria Los Juncos S.A., esto porque el mismo ICE se encargó de brindar todo el soporte y asesoría técnica para poder implementar el biodigestor dentro de la finca.

Por otro lado se consideró importante valorar que otras ventajas competitivas poseía la finca para poder desarrollar algún otro proyecto y el aspecto más relevante, fue la existencia de tres nacientes de agua y, es a partir de esta ventaja, que se propuso la construcción de un estanque para la producción de tilapias, con el fin de que el propietario obtuviera otro ingreso y reducir en parte la dependencia de una sola actividad.

Sin embargo en las visitas realizadas a la finca se observó como dicho recurso se encontraba totalmente desprotegido con escasa presencia de árboles y tal como lo menciona el Séptimo Informe del estado de la Nación, en la actualidad dicho recurso se encuentra bajo serias amenazas.³⁹ Debido a que en la actualidad existe una normativa de regulación del agua, pero ésta no constituye una política como tal, que oriente la formulación de leyes para su aplicación. Esta carencia impide la definición de prioridades para el uso del recurso. Esto se agrava por la existencia de controles muy débiles, que se traducen en escaso o nulo seguimiento y monitoreo de las normas y reglamentos establecidos. Además, la escasa evaluación y la sanción monetaria extremadamente baja, no ejercen una función desalentadora, que induzca a los actores sociales a cambiar sus conductas de escasa valoración del agua, la cultura del

³⁸ Estrés para el ganado por el calor. [fmvz.uat.edu.mx/bpleche/bpleche/BPL17.htm]. 19 de noviembre de 2006.

³⁹ Séptimo Informe Estado de la Nación PNUD 2002. [196.40.23.180/biblio/cedil/estudios/estudios/ambiente.htm], 21 septiembre 2006.

desperdicio, la disposición de desechos sólidos y el vertido de sustancias contaminantes directamente a los cuerpos de agua, etc.⁴⁰. Por toda esta problemática se propuso un proyecto de reforestación de las la nacientes, con el fin de proteger dicho recurso con especies ornamentales y maderables aptas para la zona donde se encuentra la finca en estudio.

Se realizó un análisis comparativo con los dos sistemas de producción, la ganadería tradicional o extensiva y el sistema integrado, basándose en el principio de la sostenibilidad según Hünнемeyer et al (1997) y en un análisis financiero.

Según Hünнемeyer *et al.* (1997), al hablar de sostenibilidad es necesario contemplar tres dimensiones: la ecológica, la económica y la social. En lo ecológico el sistema debe mantener sus recursos fundamentales para su sobrevivencia, en lo económico debe producir rentabilidad estable y persistente y, en lo social, sus beneficios y costos deben ser distribuidos equitativamente.⁴¹

Entonces para cada dimensión se estableció una lista de indicadores, los cuales fueron definidos como:

1. Ecológicos: compactación superficial, erosión aparente, contenido de materia orgánica en el suelo, calidad del agua, cantidad de agua utilizando la técnica del aforo, protección de fuentes de agua mediante la reforestación, manejo y aprovechamiento del estiércol y afluentes, diversidad de actividades mediante sistemas agroforestales en la finca.
2. Sociales: cantidad de mano de obra empleada, instalaciones, niveles de escolaridad de los empleados.
3. Económicos: promedio de producción animales (kilos de leche anual), disponibilidad de pastos de corta para el ganado, alimentación suplementaria,

⁴⁰ Segura, O. Miranda M, 2004. Agenda ambiental del agua en Costa Rica. Heredia. EFUNA.

⁴¹ Hünнемeyer AJ; Camino R; Müller S, 1997. *Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica: indicadores para la agricultura y los recursos naturales*. Ed. M Araya. San José, CR, GTZ. P. 19-27. (Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible n°. 4).

ingreso del inversionista, costos de mano de obra, costo evitado de fertilizante químico, promedio de producción animales (anual en colones).

A la hora de evaluar los indicadores, se utilizará un intervalo de calificación de 1 a 5; basándose en una escala sencilla tal y como se describe en el libro *El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores*,⁴² siendo 1 una situación positiva y 5 una situación negativa, dichas calificaciones fueron determinadas por consultas a entes o personas especializadas en cada indicador en específico. Las calificaciones se detallan a continuación:

1 = mejoramiento 2 = conservación 3 = carga 4 = daño 5 = destrucción.

Cada indicador se define y se utiliza de la siguiente manera

- a. Compactación superficial: las principales fuerzas de compactación son la lluvia, la maquinaria agrícola y la carga animal.⁴³ Al ser una lechería se consideró importante el efecto de la compactación, el cual se determinó a través del uso del penetrómetro como instrumento de medición mediante el método de *Penetración Dinámica Ligera (DPL)*,
- b. Erosión aparente: es la materia desprendida de unas regiones que transportada a otras, se deposita en forma de sedimentos. La erosión se origina por distintas causas, tales como el arrastre de los glaciares, la lluvia, el fluir de los ríos, el oleaje, el viento y la acción humana.⁴⁴ Este indicador es parte de uno de los objetivos que el ICE busca minimizar al formalizar alianzas, debido a que estos sedimentos generados, al llegar a las represas provocan un costo muy grande de mantenimiento. Este indicador se determinó y se calculó utilizando la tabla desarrollada por Marchamalo en su tesis doctoral llamada *Ordenación del territorio para la producción de servicios ambientales hídricos. Aplicación a la*

⁴² Martínez, H. (2004). El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores.

⁴³ Agüero J; Alvarado A. Compactación y compactibilidad de suelos agrícolas y ganaderos de Guanacaste, Costa Rica.

⁴⁴ Erosión. Enciclopedia básica visual numero 4 Océano. Grupo editorial Océano.

*cuenca del Río Birris*⁴⁵ 2004, misma cuenca en la que se encuentra ubicada la finca Agropecuaria Los Juncos,

- c. Contenido de materia orgánica en el suelo: al observar las siguientes características; un suelo suelto, una estructura del suelo suave y con muchas cavidades, partes visibles del material orgánico que actúan como pequeñas esponjas, muchos organismos del suelo se alimentan de material orgánico, la materia orgánica provee un medio adecuado para los organismos, buena aireación e infiltración del agua de lluvia y de irrigación⁴⁶, es que se llegó a darle una calificación al indicador, se determinó mediante trabajo de campo por las distintas zonas y usos que se le da al suelo, se utilizó el barreno como instrumento para toma de muestras y la observación.

- d. Calidad del agua: el término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que ésta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.⁴⁷ Dada la importancia actual del recurso hídrico es que se incluyó este indicador y se determinó mediante la toma de muestras y el análisis de las mismas en el Laboratorio de Tecnología de Aguas de la Universidad de Costa Rica y se calificó de acuerdo con los resultados obtenidos en el laboratorio.

- e. Cantidad de agua utilizando la técnica del aforo: el aforo de una corriente de agua, es la medida del caudal circulante que pasa por una sección en un momento determinado: $Q = v \cdot S$, donde v es la velocidad de la corriente y S es la sección que es atravesada por la corriente. Se utilizó este indicador para determinar la importancia de estas nacientes, por que es a través de la cantidad disponible de este recurso, que el ganado se hidrata y se puede desarrollar el proyecto de tilapia. Se determinó utilizando un recipiente y calculando los litros

⁴⁵Marchamalo, M. (2004). Ordenación del territorio para la producción de servicios ambientales hídricos. Aplicación a la cuenca del Río Birris (Costa Rica).

⁴⁶Cabalceta G; Henríquez C, 1999. *Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola.*

⁴⁷ Calidad de agua. [http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua]. 17 de abril 2007

por segundo que tardó en llenarse, se calificó de acuerdo con el resultado del aforo.

- f. Protección de fuentes de agua mediante la reforestación: es una operación en el ámbito de la silvicultura, destinada a repoblar zonas que en el pasado estaban cubiertas de bosques y estos han sido eliminados por diversos motivos.⁴⁸ Se determinó mediante trabajo de campo, al realizar recorridos por la finca y por los alrededores de las nacientes, la calificación se realizó según el artículo 33 de la Ley Forestal 7575, denominada *áreas de protección*,
- g. Manejo y aprovechamiento del estiércol y efluentes: se entiende por gestión de los residuales a las acciones que deberán seguir las fincas dentro de la gestión ambiental, con la finalidad de prevenir y/o minimizar los impactos ambientales que se pueden ocasionar por los desechos sólidos.⁴⁹ Para determinarlo se hizo un recorrido de la finca para la observación del manejo de los desechos. Es un importante indicador ya que facilitó comparar ambos sistemas y sus efectos sobre el ambiente. Se realizó la calificación si tiene o no algún tipo de manejo,
- h. Diversidad de actividades mediante sistemas agroforestales en la finca: se entiende como la integración de árboles y cultivos en sistemas agroforestales, ésta puede ser espacial y/o temporal, es decir, combinar el caso de árboles y cultivos sembrados en diferentes meses e incluso en diferentes años.⁵⁰ Mediante trabajo de campo en la finca se inspeccionó la existencia de especies forestales y se calificó según los beneficios de un sistema agroforestal descritos en el capítulo VIII.
- i. Cantidad de mano de obra empleada: este indicador sirve para comparar ambos sistemas de producción y su aporte a la sociedad. Se refiere a la cantidad de trabajadores subordinados con puesto de trabajo retribuido por tiempo trabajado. Para determinarlo se realizaron visitas a la finca donde se observó la cantidad de

⁴⁸ Reforestación, [<http://es.wikipedia.org/wiki/Reforestaci%C3%B3n>], 22 de mayo de 2007.

⁴⁹ Proyecto piloto de generación de electricidad a partir de biogás en la finca ROBAGO. (2005). Instituto Costarricense de Electricidad.

⁵⁰ Bogarín, N. (2006). Proyecto de Reforestación en la Finca Agropecuaria los Juncos, Paraíso Cartago.

empleados laborando durante la jornada, se calificó cual sistema da mayores oportunidades laborales a la sociedad o no.

- j. Instalaciones: consiste en un grupo de construcciones alrededor de uno o varios patios con paredes exteriores muy sólidas para seguridad del ganado y protección contra el mal tiempo.⁵¹ Son importantes por que unas adecuadas instalaciones bien diseñadas, tienen su efecto positivo directamente sobre la producción animal. Se observaron las instalaciones de la finca y otras fincas, se calificó según el desarrollo en infraestructura que emplee cada sistema.
- k. Niveles de escolaridad de los empleados: se refiere al último grado de estudios aprobado por la población ocupada y reconocido por el sistema educativo nacional.⁵² Este indicador influye debido a que la implementación del biodigestor requiere por parte del empleado de un conocimiento mínimo para su operación. Se determinó mediante conversaciones con los empleados y alrededores; se calificó según la escolaridad de los empleados residentes en la zona de influencia del proyecto, dando un valor más alto al empleado con un nivel de escolaridad mayor.
- l. Promedio de producción animal (kilos de leche anual): se define como la cantidad de leche producida por una hembra adulta promedio en un período definido.⁵³ Indicador necesario para poder comparar la rentabilidad de los sistemas en cuanto a la producción, después de haber implementado los cambios para el sistema integrado. Se determinó mediante registros de producción obtenidos en la finca. Se calculó estimando los beneficios de cada sistema sobre la producción.
- m. Disponibilidad de pastos de corta para el ganado: consiste en el uso de forrajes de corte alto, de gran crecimiento y producción por área, se recomienda este tipo de forraje para las hembras en pastoreo durante el verano, para mejorar la

⁵¹ Gran enciclopedia didáctica ilustrada. Recursos Naturales. Volumen 5.

⁵² Que es nivel de escolaridad [www.observatoriolaboral.gob.mx/opservicios2.asp]. 22 de mayo 2007

⁵³ Castro, Á. (2002). Ganadería de leche. Enfoque empresarial.

alimentación o cuando las vacas se mantienen en estabulado o semiestabulado.⁵⁴ Se determinó, mediante inspección de campo, para observar si se utilizan; este indicador sirvió para comparar los cambios que tiene que realizar la finca, y como estos van a garantizar la disponibilidad de pastos para el ganado en épocas críticas. Se calificó si los sistemas poseen o no pastos de corta.

- n. Alimentación suplementaria: la función de los suplementos es proporcionar la energía, proteína y minerales necesarios para producir leche que no son suplidos por los forrajes. Un buen suplemento debe suministrar proteína suficiente para complementar la alimentación por forrajes, contener cantidades suficientes de energía, ser apetecible y de buena calidad, proporcionar minerales suficientes y cubrir todas las necesidades con un costo mínimo.⁵⁵ Se determinó mediante entrevistas con el veterinario de la finca Dr. Ricardo Barquero, además de inspecciones en los comederos. Este indicador fue necesario para poder comparar ambos sistemas. Se calificó según si existe o no algún tipo de alimentación suplementaria en cada sistema.
- o. Ingreso del inversionista: son todos aquellos recursos que obtienen los individuos, sociedades o gobiernos por el uso de riqueza, trabajo humano, o cualquier otro motivo que incremente su patrimonio.⁵⁶ Se obtuvo mediante los análisis financieros de cada sistema de producción y se calificó de acuerdo con los resultados en cada escenario planteado.
- p. Costos de mano de obra: cuando se habla de los costos de mano de obra se refiere a todos los pagos en que incurre la empresa por la totalidad de sus empleados.⁵⁷ Se calculó mediante el balance de personal de cada sistema en el análisis financiero y se calificó de acuerdo con las necesidades de cada uno de los sistemas,
- q. Costo evitado de fertilizante químico: basado en los análisis químicos de las propiedades del efluente del biodigestor, se estima su potencial de sustitución de

⁵⁴ Castro, Á. (2002). Ganadería de leche. Enfoque empresarial.

⁵⁵ Idem

⁵⁶ Enciclopedia básica visual número 4 Océano. Grupo editorial Océano.

⁵⁷ Idem

fertilizantes químicos. Según los regímenes y necesidades de fertilización de la finca, se estima el área total que es posible fertilizar con el residuo del biodigestor y su equivalente en términos de fertilizante químico. Al lograr estimar el fertilizante químico capaz de sustituir, se le da un costo evitado al afluyente, dicho costo representa un beneficio de la tecnología aplicada. El costo evitado se reflejó dentro del análisis financiero del sistema integrado de producción y se calificó de acuerdo con la existencia o no de éste en los sistemas,

- r. Promedio de producción animales (anual en colones): es la cantidad de leche producida por una hembra adulta promedio, multiplicada por el precio promedio por kilo de leche.⁵⁸ Se calculó con los promedios anuales de leche producida por cada sistema multiplicándolo por el precio de mercado de la empresa Sigma Alimentos S.A , se calificó según el promedio de producción de cada uno de los sistemas.

Logrando calificar todos los indicadores dentro de cada sistema, estos se unen desarrollando un gráfico de telaraña tal y como se detalla en el capítulo VIII y con base en el gráfico es que se realiza la discusión de la sostenibilidad según Müller.

Para desarrollar el tema las alianzas publico-privadas, se obtuvo una importante colaboración por parte del Instituto Costarricense de Electricidad (I.C.E.), la cual brindó la asesoría técnica para el biodigestor, y por medio de la misma, se realizaron los análisis de las propiedades del afluyente, también esta institución por medio de la unidad de manejo de la cuenca del Río Reventazón, colaboró técnicamente con el proyecto de reforestación, además de su anuencia para facilitar los árboles.

Y es también con las observaciones y la revisión de los registros propios de la lechería, tales como el mantenimiento de finca, salud animal, fertilización de pastos, costos, ingresos y la producción de leche, que se realizó un primer análisis financiero para el modelo de producción extensivo o tradicional. Posteriormente con la recopilación de información en entrevistas, libros e internet sobre biodigestores, es tabulado para

⁵⁸ Castro, Á. (2002). Ganadería de leche. Enfoque empresarial.

ganado lechero, reforestación y la tilapia, se realizó un segundo análisis financiero utilizando indicadores como la TIR y el VAN para determinar la rentabilidad. Para los análisis financieros se plantearon dos escenarios:

- 1) Flujo de caja puro (o sin financiamiento),
- 2) Flujo de caja del inversionista (o con financiamiento).

La estructura de cada flujo será la siguiente:

- a) Ingresos afectos a impuestos, lo constituyen los ingresos esperados por la venta de leche, así como también, los ingresos obtenidos por la venta de terneros.
- b) Egresos afectos a impuestos, lo constituyen los costos de mano de obra materiales e insumos y otros costos necesarios para la operación normal de la actividad.
- c) Gastos no desembolsables, son constituidos por todas las depreciaciones de todos los activos presentes en la actividad.
- d) Cálculo de impuestos, es el porcentaje que se debe pagar al estado sobre las ventas brutas de la actividad.
- e) Ajustes por gastos no desembolsables, es el ajuste que se realiza por haber registrado egresos no reales en la caja.
- f) Egresos no afectos a impuestos, son las inversiones realizadas en el año cero del proyecto.
- g) El valor de desecho del proyecto, es el valor que un comprador cualquiera estaría dispuesto a pagar por el negocio en el momento de su valoración.

4.4 Fuentes de información

Se realizaron entrevistas con diferentes colaboradores que brindaron su asistencia entre los cuales podemos mencionar:

- Dr. Ricardo Barquero Castro. Médico Veterinario
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG)
- Ing. Javier Bonilla Morales, Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Labora en la investigación de producción de biodigestores y diferentes alternativas como lo son la producción de electricidad y abono.

- Ing. Max Piñar, Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Labora en el manejo integrado de la cuenca del río Reventazón

- Ing. Irene Cañas, Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Directora de Centro de planificación eléctrica proceso de tecnologías de generación

- Ing. José Grossberger Zegarra

Especialista en la producción de tilapias

- Ing. Danilo Alpizar Rodríguez

Zootecnista, con experiencia en alimentación de tilapias

- Ing. José Lewis

Labora con el Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG en la zona de Cartago, con conocimiento en Tilapia.

- Ing. Nazareth Bogarín Bermúdez

Ingeniera Forestal

- Ing. Edy Romero

Labora para el Sistema Nacional de Agua y Avenamiento (SENARA).

4.5 Alcances

Esta investigación es una importante fuente de información tanto para estudiantes como para personas que estén interesadas en cambiar su sistema de producción, en él se expone la suficiente información actualizada para tomar la decisión de realizar o no el proyecto.

Los alcances fueron minimizar los vacíos de este tipo de información, al ofrecer a los productores herramientas que les permitan tomar decisiones sobre su producción e información y aportes sobre temas recientes como: la acuicultura, la biodigestión y las alianzas entre entidades públicas y privadas.

4.6 Limitaciones

La existencia de pocos proyectos donde se cuenta con biodigestores industriales, así como también los pocos proyectos de tilapia en la zona y la distancia, ya que los proyectos en la actividad de acuicultura, son desarrollados, en su mayoría, por grandes empresas ubicadas en la zona de Cañas en Guanacaste, donde se aprovechan de la infraestructura del proyecto de Riego Arenal Tempisque y la buena calidad del agua del lago Arenal.

Los análisis de suelos fueron difíciles de obtener, debido a que se tomaron las muestras en condiciones de época seca y época lluviosa, en la cual era difícil realizar las labores ya que el suelo se encontraba sobrecargado de agua.

Los análisis de las propiedades del afluente se realizaron por medio de la alianza que existe con el ICE y fueron difíciles de obtener por motivo de un daño en el biodigestor, por lo que se estuvo al pendiente de su reparación y a la espera del tiempo prudente para que se normalizara la biocombustión.

V SISTEMA DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA INNOVADORA PARA UN DESARROLLO AGROSOSTENIBLE Y DE DIVERSIFICACIÓN DE UNA FINCA EN LAS MESAS, PARAISO, CARTAGO

Esta investigación permitió aplicar la teoría de sistemas a una finca en producción para el cambio. El primer paso para diseñar este sistema consistió en dividirlo en un pequeño número de componentes llamados subsistemas. Cada uno de los subsistemas abarcan aspectos que comparten en común, para esta investigación fue el recurso agua, el cual une los tres subsistemas de la investigación: subsistema de ganado semiestabulado, subsistema de acuicultura, subsistema de reforestación.

Cada subsistema posee un área bien definida dentro del sistema. Ésta especifica la forma de todas las interacciones y el flujo de información entre los límites de subsistemas, pero no especifica como está implementado internamente el subsistema. Por lo que los subsistemas se pueden diseñar independientemente, sin afectar a los demás.⁵⁹

A continuación se detalla cada subsistema y sus características:

5.1 Subsistema de desarrollo sostenible en ganado de leche

5.1.1 Estabulación de ganado de leche

La estabulación consiste en agrupar al ganado en espacios cerrados como corrales, cuadras o establos durante la noche, en la estación lluviosa o durante la estación seca, esto, permite al producto, un mejor control de las áreas de estabulación, la utilización de los recursos pastoriles y como consecuencia, el mantenimiento de la vegetación (pastizales), de los puntos de aprovisionamiento de agua y de las áreas circundantes.⁶⁰

Este tipo de técnica para ganado implica una serie de beneficios dentro de los cuales encontramos los siguientes:

7. Las heces concentradas en pequeñas áreas pueden ser recolectadas, procesadas y utilizadas para fertilizar suelos o también para producir combustible como el gas.

⁵⁹ Sistemas. [www.ilustrados.com/publicaciones]. 02 de Noviembre de 2006.

⁶⁰ Estabulación de ganado de leche, [www.agroinformacion.com/leer-contenidos.aspx], 20 de Julio de 2006.

8. Mejoramiento en los rendimientos de producción (leche o carne); así como en la salud del ganado para al protegerlos de condiciones climáticas, de depredadores y de ladrones.

En esta técnica se establecen diferentes formas de estabular, las más utilizadas se detallan a continuación.

5.1.1.1 Tipos de estabulación

Existen diferentes tipos de estabulación, entre los más utilizados se encuentran:

- **Estabulación trabada**

Los animales permanecen en su corral durante el tiempo que se encuentren estabulados.

Características:

- Corrales individuales para cada animal, en los que se encuentran con movimientos limitados.
- El animal se alimenta y bebe siempre en el corral.
- Las labores de manejo se realizan en donde está el ganado.

La disposición más adecuada es la de dos filas, cabeza con cabeza y un pasillo central de alimentación, con comedero corrido al ras del suelo y bebederos automáticos cada dos corrales. Por la parte de atrás de las vacas se colocan caños para recoger los excrementos. Los pasillos laterales son de manejo y ordeño en el mismo lugar, lo que requiere una instalación fija de tuberías aéreas de vacío y de recolección de leche, con tomas a espacios regulares.⁶¹

⁶¹ Bolaños, C. (2002). Factibilidad técnica y económica para el establecimiento de un estabulado para 72 novillos de engorde, en la provincia de Alajuela.

- **Estabulación trabada con sala de ordeño**

Es una variante de la anterior, con la ventaja de facilitar el manejo y permitir cierto ejercicio a los animales. El trabado debe permitir liberar simultáneamente a un grupo homogéneo de animales para realizar el ordeño en la sala.⁶²

- **Estabulación libre**

Los animales pueden moverse libremente dentro de un establo o espacio confinado, disponiendo de departamentos colectivos. Los animales se desplazan a las zonas de alimentación (los comederos suelen tener unas dimensiones de 6 m²/vaca), ordeño y descanso. Sala de ordeño cercana.

- **Estabulación libre con cubículos**

Variante en la que la zona de descanso se divide en cubículos, el número de cubículos puede ser un 10-15% que el número de vacas. Las filas de cubículos constituyen el eje longitudinal del galerón y la sala de ordeño se encuentra anexa a la zona de estabulación. Los comederos y bebederos se colocan en las dos paredes laterales más largas.⁶³

- **Estabulación libre cubierta**

Variante de la estabulación libre con todas sus dependencias cubiertas, con cubículos dispuestos en filas en las paredes laterales para el descanso del ganado, pasillo central de alimentación con comederos en línea a ambos lados y sala de ordeño anexa. Este tipo de estabulación sólo se justifica en zonas de climas muy adversos que puedan afectar a la productividad lechera, ya que la inversión necesaria es muy elevada.⁶⁴

La técnica de estabulación libre fue en la que se basó el proyecto de investigación, por ser la desarrollada por la finca Agropecuaria Los Juncos. S.A.

⁶² Bolaños, C. (2002). Factibilidad técnica y económica para el establecimiento de un estabulado para 72 novillos de engorde, en la provincia de Alajuela.

⁶³ Idem

⁶⁴ Estabulación de ganado de leche, [www.agroinformacion.com/leer-contenidos.aspx], 20 de Julio de 2006.

5.1.1.2 Aspectos importantes en un estabulado

Existen dos aspectos muy importantes a la hora de mantener los animales en un sistema de estabulado que son:

a) El agua

La disposición del agua es tan importante como contar con un aprovisionamiento permanente y limpio. Si por un lado se estima que hasta 6 horas al día destina la vaca para comer, el tiempo que utiliza para beber agua es de tan sólo 10 minutos (Grant , 1993). El mayor consumo de agua se da en el tiempo de mayor consumo de alimento; por lo tanto es razonable equipar los corrales con bebederos cercanos a los echaderos. Otro momento de fuerte consumo de agua es inmediatamente después de haberse ordeñado, por lo tanto es necesario disponer de agua a la salida de la sala de ordeño.

b) La alimentación

El complemento principal de toda buena producción se encuentra en una buena dieta, la cual incluye elementos como el pasto, los concentrados, la grasa y los nutrientes.

La alimentación es muy importante debido a que ésta ayuda al animal en la producción diaria de sólidos y grasa en la leche, el consumo de materia seca debe estar alrededor de 24 Kg por vaca/día, de la cual una parte debe ser forraje y otra concentrado, en lo posible 50:50, principalmente en ganado estabulado. La mezcla de alimento debe tener proteína de 16 a 17 % y niveles de energía de 1,76 Mckal/Kg, por lo que siempre debe de existir una relación de producción a ingestión diaria del animal⁶⁵.

5.1.1.3 Manejo de desechos sólidos (biodigestor)

La biomasa es el conjunto de materia generada a partir del proceso de la fotosíntesis o en la cadena biológica. Toda la materia orgánica, es potencialmente una fuente de energía y su aprovechamiento mediante diferentes sistemas, esto puede proporcionar combustible, agua caliente, calefacción e incluso energía eléctrica. Es la única fuente

⁶⁵ Alimentación adecuada para el ganado de leche.

[www.engormix.com/alimentacion_adecuada_ganado_lechero_forumview1649.htm], 25 de Octubre de 2008.

renovable de energía no convencional que se puede almacenar, lo que la diferencia de la energía solar, eólica u otras fuentes que necesiten acumuladores artificiales.⁶⁶

Hoy en día se genera continuamente gran cantidad de desechos, lo que está ocasionando graves problemas tanto por su almacenamiento como por las consecuencias ambientales. Una buena parte de estos desechos son orgánicos y por lo tanto, aprovechables para la generación de energía. La biomasa puede ser transformada en una gran cantidad de productos líquidos, sólidos o gaseosos mediante procesos físicos, termoquímicos y bioquímicos. Pero el tratamiento de estos desechos sigue resultando la opción cara y complicada. Existen diferentes tipos de desechos que se generan de las diferentes actividades industriales, agrícolas y urbanas como:

- Desechos de industrias forestales: ramas, cortezas, raíces, etc., que provienen del mantenimiento y mejora de las masas forestales
- Desechos de industrias agrícolas o agroalimentarias: son desechos orgánicos que en grandes cantidades eliminan empresas de conservas de vegetales, productos aceites, frutas y vegetales.
- Desechos orgánicos de origen animal: son las excretas producidas por ganado bovino, porcino o aves.
- Residuos biodegradables: son desechos de mataderos, depuradoras de aguas urbanas.⁶⁷

En el caso particular de fincas o empresas agropecuarias, existen diferentes formas de tratamiento de los desechos tales como:

- a. lagunas de oxidación,
- b. biodigestores,
- c. lombricompost,
- d. plantas de tratamiento.

El biodigestor es la técnica utilizada como innovación tecnológica para efectos del proyecto en estudio, cuya técnica se define a continuación.

⁶⁶ Instituto Costarricense de Electricidad. (2005). Centro Nacional de Planificación Eléctrica Proceso Tecnologías de Generación. Proyecto piloto de generación de electricidad a partir de biogás en la finca Robago.

⁶⁷ Idem

5.1.2 El biodigestor

Los biodigestores son contenedores anaeróbicos en donde las aguas de desecho y las heces son fermentadas por bacterias. La estructura básica consiste en un estanque sellado con tres aperturas, una para el ingreso de las aguas de lavado, otra para la salida de los desechos (bioabono o efluente) y otra para la salida del biogas, sin embargo existen varios tipos de diseños de biodigestores, según las necesidades específicas de cada explotación. Los microorganismos requieren de un ambiente anaeróbico y confortable para cumplir con el proceso de descomposición.

La fermentación por parte de las bacterias consta de dos procesos. La primera fase es un período de licuefacción, donde la materia orgánica es descompuesta anaerobicamente de compuestos complejos a compuestos simples, dióxido de carbono e hidrógeno, esta es una fase no productora de metano. La segunda fase es un período de acidogénesis, es la fase donde los compuestos orgánicos simples, el dióxido de carbono e hidrógeno, son transformados a compuestos macromoleculares tales como ácidos grasos, alcohol, etc.

Al trabajar con biodigestores, deben tomarse en cuenta factores tanto ambientales como operacionales que afectan directa o indirectamente su funcionamiento y eficiencia. O más bien, que afectan a la población microbiana del biodigestor. Entre los factores ambientales encontramos: la temperatura, el pH, la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), la disponibilidad de nutrientes y otros. Como factores operacionales cuentan: el porcentaje de sólidos presentes, la naturaleza del sustrato, la mezcla, el tiempo de retención, el diseño y el calentamiento.

Como producto del proceso de fermentación anaeróbica en los biodigestores, se adquiere una mezcla de gases metano y dióxido de carbono (biogas), y un efluente en el que se redujo el valor de la velocidad con que la materia orgánica nutritiva en el agua consume oxígeno por la descomposición bacteriana original.

Contrario a lo que sucede con la utilización de distintos tipos de combustibles, los biodigestores no contaminan durante la producción del mismo. Como un beneficio adicional del proceso, la materia orgánica de los desechos es reducida en 40-60% sin perder los nutrientes. Además, según Chará, et al, (1999), la digestión anaeróbica ayuda a inactivar algunos patógenos como bacterias, virus, protozoarios y huevos helmintos y otros insectos en los desechos.

Entre los principales beneficios que se obtienen de estos sistemas están los siguientes:

1. Disminución de los costos de operación, debido a la utilización del gas como combustible en la lechería.
2. Disminución de la carga de materiales consumidores de oxígeno atmosférico, produciéndose una disminución en la proliferación de olores derivados de los materiales en descomposición.
3. Eliminación de agentes patógenos. El ambiente anaeróbico no favorece el crecimiento de bacterias aeróbicas (Spirochetas y Shigellas), y el aumento de amoniaco acelera la muerte de huevos de parásitos y patógenos.
4. Independencia de las fuentes convencionales de energía.⁶⁸

5.1.2.1 Tipos de biodigestores:

Los biodigestores se pueden construir de varios materiales como: laminas metálicas, bloques de concreto y laminas plásticas. En Costa Rica se utilizan principalmente tres tipos de biodigestores:

a. bolsa plástica (bag digester)

Más conocido como “mortadela”, es más largo que ancho, su diseño permite que sirva como cámara de fermentación en la parte inferior y como cámara de almacenamiento de gas en la parte superior. Este biodigestor es el mas económico de los cuatro, sin embargo, este diseño no permite agitar la mezcla internamente por lo tanto es necesario utilizar una mezcla de agua que requiere más tiempo para completar su proceso de descomposición de alrededor de 55 días.

o chino modificado

Consiste en un tanque de concreto alargado que se construye bajo el suelo, tiene una cubierta plástica para almacenar el gas, se le conoce también como biodigestor de media bolsa. La fosa de concreto facilita la adaptación de sistemas de agitación internos que permiten disminuir la cantidad de agua en la mezcla, el tiempo de retención hidráulica (TRH), es de 20 a 30 días.

⁶⁸ Ortuño, L. (2004). El biodigestor en el manejo de lecherías.

○ **fosa de concreto con cubierta de estañones de plástico**

Es muy similar al chino modificado solo que la cubierta consiste en estañones de plástico. El costo de este biodigestor es variable, depende del tamaño de los estañones a utilizar y si estos son nuevos o de segunda mano.

○ **flujo continuo (plug flow digester)**

Es similar al biodigestor de bolsa. Consiste en una fosa lineal impermeable o de concreto cubierta de una lona o plástico flexible alrededor del suelo, concreto, o hierro galvanizado.⁶⁹

5.1.2.2 Tamaño del biodigestor

El tamaño depende de la cantidad y calidad de la biomasa a utilizar así como de la temperatura del lugar como se detalla a continuación.

Cuadro 5.1

Tamaño del biodigestor

En m³

Tamaño del biodigestor (m³)	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Estiércol vacuno(Kg./día)	Número de bovinos	Producción de biogás (m³/diario)
5	5,2	1,42	0,76	50-70	10-25	1,25-2,25
15	7,6	2,06	1,10	150-220	30-50	3,70-6,60
30	9,6	2,60	1,36	300-450	65-90	7,00-13,00
50	12,0	3,00	1,60	500-750	100-140	12,00-22,00

Fuente: Centro Nacional de Planificación Eléctrica Proceso Tecnologías de Generación (ICE 2004).

La producción diaria de estiércol esta sujeta a varios factores como: el tipo de animal (vacas, cerdos, ovejas, etc), su peso, raza, alimentación y sistema de manejo (estabulados, semi-estabulados o pastoreo). En el caso del ganado bovino se produce aproximadamente un 8% de su peso vivo. Generalmente, ganado de leche de altura es

⁶⁹ Biogas system. [www.fao.org/waicent/faoinfo/sustdev/EGGre0022.htm]. 17 de junio de 2002.

ordeñado dos veces por día y de bajura una vez al día; por lo que la cantidad de estiércol además del peso del animal depende de la zona que se trate.

5.1.2.3 Ventajas en la utilización del biodigestor

Dentro de las energías convencionales, los sistemas de biogás son de inmediata y segura aplicación a un costo despreciable, además presenta una serie de ventajas como la reducción de la peligrosidad y la contaminación de los residuos, eliminan el olor desagradable de los desechos, no producen desequilibrio en la naturaleza y como subproducto se obtiene un efluente con aptas propiedades de fertilizantes.

5.1.2.4 Productos obtenidos a partir de la biodigestión

Durante el proceso de biodigestión natural se obtiene varios beneficios, debido a que estos productos son de gran utilidad debido a los usos que se le pueden dar, dichos productos son:

a) El biogás

El biogás representa una fuente de energía, cuyo principal componente es el metano, generado a través de la descomposición microbiológica de la materia orgánica. Es un proceso natural que tiene lugar en todos los ámbitos donde se descompone materia orgánica, también llamada biomasa, en un entorno húmedo y libre de oxígeno a través de la actividad bacteriológica. La energía contenida en la materia orgánica procede originariamente de la luz solar que es transformada en energía bioquímica por medio de la fotosíntesis. Por lo tanto, el aprovechamiento de biogás es en realidad un aprovechamiento indirecto de la energía solar. Básicamente se podrá utilizar todo tipo de materias orgánicas o biológicas para la generación de biogás, siempre y cuando estas pudieran ser reducidas por microorganismos.

La composición del biogás varía dependiendo del material utilizado, la carga orgánica aplicada, el tiempo y la temperatura, sin embargo, la composición porcentual de gas obtenida en promedio se presenta en el cuadro 5.2.

Cuadro 5.2
Composición del biogás
Producción en porcentajes

Gas	%
Metano, CH ₄	40-70
Dióxido de carbono, CO ₂	30-60
Nitrógeno, N	0-3
Hidrógeno, H ₂	0-1
Sulfuro de hidrógeno, H ₂ S	0-3

Fuente: Centro Nacional de Planificación Eléctrica Proceso Tecnologías de Generación (ICE 2004).

El biogás es producido por bacterias metanogénicas que actúan sobre la materia biodegradable en condiciones anaeróbicas. Este proceso puede ser natural o se puede generar controladamente en los llamados biodigestores.

Los biodigestores son considerados como una nueva técnica para un manejo adecuado de desechos. Dicha alternativa favorece una mejor utilización de la tierra para los fines de producción, buscando aumentar la productividad para satisfacer las necesidades de la población, evitando, reduciendo y controlando los procesos por los cuales ella se degrada.

El volumen de biogás generado determina la vía de aprovechamiento a elegir. En caso de volúmenes bajos lo óptimo es utilizarlo de forma directa, es decir, para cocinar o calefacción. No obstante la vía más eficaz de aprovechamiento es la cogeneración, que permite la generación de energía eléctrica y al mismo tiempo la energía térmica.

Generación de electricidad con el biogás

La generación de electricidad con biogás se produce cuando se utiliza como combustible en un motor de combustión interna acoplado a un generador eléctrico. Prácticamente el biogás puede ser utilizado en cualquier tipo de motor cuyo combustible primario sea gasolina, diesel o gas licuado de petróleo (LPG).

b) El efluente

El efluente es un líquido remanente del proceso de fermentación de la materia orgánica. Se compone básicamente de tres nutrientes esenciales para el crecimiento de cualquier cultivo, como lo son el nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K).

La composición y calidad del efluente es determinada por el tiempo de retención dentro del biodigestor. Se ha determinado que al aumentar el tiempo de retención aumenta la proporción del nitrógeno orgánico convertido a amoníaco en el efluente, disminuyendo esto la calidad del mismo.⁷⁰

Se considera que el efecto fertilizante del efluente no es tan marcado como el de los fertilizantes químicos que suministran en forma rápida sus nutrientes a las plantas, mientras que los nutrientes del efluente por su naturaleza orgánica son absorbidos más lentamente. Sin embargo, los nutrientes contenidos en los efluentes orgánicos tienen la ventaja de tener menor lixiviación que los nutrientes contenidos en los fertilizantes químicos.⁷¹

El efluente puede ser utilizado en forma líquida, y es el resultado de la fermentación anaeróbica, es un líquido homogéneo, de color pardo oscuro que nos brinda las siguientes ventajas:

- Dificulta la multiplicación de hongos y patógenos
- Es un mejorador de estructura y textura del suelo
- No fermenta más, así no produce ácido oxálico (tóxico para las plantas)
- No presenta condiciones para la multiplicación de insectos, moscas, bacterias, etc.
- No presenta mal olor y no genera moscas, a diferencia del estiércol fresco.
- No contribuye con la diseminación de semillas de malezas, debido a que el proceso de biodigestión hace que pierdan su viabilidad.

⁷⁰ Instituto Costarricense de Electricidad. (2005). La Importancia del Biogás para Costa Rica.

⁷¹ Idem

Valoración agronómica, económica y ambiental del efluente

Se estima que el contenido de nitrógeno encontrado en el efluente es de 0,80%, determinándose que cada metro cúbico de efluente puede aportar alrededor de 13,44 kilogramos de nitrógeno. A continuación se presentan los contenidos totales de elementos de estiércol biodigerido.

Cuadro 5.3

Contenidos totales de elementos en el efluente

En porcentajes

Elemento	Efluente	Unidad
Nitrógeno	0,80	%
Fósforo	0,04	%
Calcio	0,08	%
Magnesio	0,04	%
Potasio	0,26	%
Hierro	72	Mg/kg
Cobre	4	Mg/kg
Zinc	6	Mg/kg
Relación carbono/nitrógeno	-	

Fuente: Centro Nacional de Planificación Eléctrica Proceso Tecnologías de Generación (ICE 2004).

5.1.2.5 Beneficios ambientales del biodigestor

La utilización de procesos de biodigestión anaeróbica, ofrece una serie de ventajas de tipo ambiental para los diferentes procesos productivos como:

Tratamiento de desechos: el uso de los biodigestores se convierte en una adecuada forma de tratar los desechos. Indicadores de la calidad ambiental tales como: potencial de hidrogeno (pH), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos totales (ST) y sólidos suspendidos totales (SST), bajan porcentualmente situándolos dentro del máximo permisible para las actividades de uso agropecuario según la legislación ambiental nacional.

Así por ejemplo, según el laboratorio de aguas del ICE, el proceso de biodigestión logra reducir en un 86% los niveles de DBO, generando el estiércol biodigerido 337 mg/l. donde el máximo permitido por la legislación nacional es de 500 mg/l.

i. Control de mal olor y moscas

Después de someter el estiércol al proceso de digestión anaeróbica, los problemas de mal olor desaparecen así como una notable disminución de la proliferación de moscas.

ii. Producción de biofertilizante

Se obtiene al final del proceso, un producto de consistencia líquida, con una serie de contenidos nutricionales que lo constituyen como un buen fertilizante, como en el caso del nitrógeno o bien complementar las fertilizaciones químicas como en el caso del fósforo y el potasio, entre otros nutrientes.

iii. Producción de energía

La energía calórica o eléctrica obtenida a partir de la utilización de biogás (metano), resulta ser muy atractiva, no solo por la forma limpia de producción, si no por efectos económicos positivos que tiene para la unidad de producción y para la administración de la demanda de energía.

iv. Destrucción de semillas de malas hierbas

El proceso de digestión anaeróbica reduce la diseminación de semillas de malas hierbas, al afectar su viabilidad de germinación.

v. Reducción de patógenos

En especial aquellos referentes a los coliformes.

5.1.2.6 Principales aspectos legales a tomar en cuenta

Toda actividad implica una consecuencia y cuando se habla del medio ambiente se necesita tomar en cuenta algunos aspectos legales, por ello se mencionará las regulaciones existentes en Costa Rica para la protección y mantenimiento del mismo.

En los últimos años la actividad lechera ha experimentado un aumento que ha cambiado los sistemas de producción y a la vez ha modificado el mapa de distribución de las explotaciones, pasando de las típicas explotaciones extensivas ligadas al terreno a las explotaciones intensivas con poca prolongación de tierra.

Esta situación ha comenzado a crear problemas en ciertas zonas geográficas y esto ha iniciado un cambio en el ordenamiento legislativo, para incluir la ganadería intensiva en la normativa que regula el efecto directo de las propias instalaciones ganaderas sobre el medio ambiente, así como la que regula la eliminación de los residuos ganaderos.

En Costa Rica existen varias regulaciones que velan por la protección del medio ambiente y se agrupan principalmente en cuatro leyes:

1. Ley No. 276 del 22 de agosto 1942, Ley de aguas.
2. Ley No. 5395 del 30 noviembre de 1973, Ley general de salud.
3. Ley No. 7554 del 4 de octubre de 1996, Ley orgánica del ambiente.
4. Ley No. 7317 de 1995, Ley de vida silvestre.⁷²

⁷² Jiménez, M; Leal, J; Moya, G. (2004). Seminario de Graduación, Escuela de Zootecnia, UCR.

5.2 Subsistema de acuicultura (tilapia)

El desarrollo de la acuicultura en Costa Rica, como en otros países de América Latina, se orientó hacia la adaptación de tecnologías sencillas en áreas rurales, para el cultivo de especies introducidas, específicamente de tilapia. En un principio se pensaba en desarrollar alternativas para la producción de proteína animal de bajo costo que al mismo tiempo favoreciera el desarrollo socioeconómico en las zonas rurales.

Esta modalidad de acuicultura se empezó a desarrollar con la introducción en 1963 de *Oreochromis mossambicus* y *Sarotherodon melanopleura*, traídos desde El Salvador por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).⁷³

Los primeros esfuerzos organizados los efectuó el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en 1965. En 1966 el Centro de Diversificación Agrícola de Turrialba importó las especies de *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis aureus* nuevamente de El Salvador.

Es importante mencionar que por medio de la colaboración de la Misión Técnica Agrícola de la República de China (Taiwan) se importaron nuevas especies de tilapia incluyendo *Oreochromis hornorum*, *O. niloticus*, tilapia roja y tilapia dorada respectivamente, traídas de diferentes lugares tales como Taiwan, México, Panamá y Cuba⁷⁴

Todo este esfuerzo se vio fortalecido en 1974, con la creación del Departamento de Acuicultura dentro de la Dirección General de Recursos Pesqueros y de Vida Silvestre del MAG. Una de las actividades más importantes del Departamento de Acuicultura era promover el desarrollo de la actividad a nivel nacional y esto se realizó gracias a la creación y ampliación de la infraestructura básica de las estaciones experimentales.

En 1977 se construyó la Estación Acuícola Enrique Jiménez Núñez, propiedad del MAG en la provincia de Guanacaste. Este proyecto generó información sobre el cultivo de diferentes híbridos de tilapia y sobre sistemas de policultivo de tilapia con otras especies de peces y moluscos.

⁷³ El cultivo de la tilapia en Costa Rica, [www.mag.go.cr/incopesca], 14 de junio 2006

⁷⁴ Ruiz, R. 1980. Introducción de la tilapia en Costa Rica. Aspectos fenotípicos y taxonómicos.

En 1979, se construyó la Estación Acuícola Los Diamantes, en la provincia de Limón. Esta estación se utilizó en la investigación de sistemas de cultivo intensivo de tilapia roja. Además, la Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA), con la asesoría técnica del MAG, desarrolló un proyecto en Nueve Millas de Limón, que generó la tecnología para el cultivo intensivo de diferentes híbridos de tilapia en sistemas de jaulas flotantes en las lagunas litorales del Atlántico costarricense. Unos años más tarde, JAPDEVA adquirió la finca en donde operó por corto tiempo la "Compañía Piscícola del Caribe", la que mientras estuvo en operación, produjo tilapia comercialmente⁷⁵.

En 1981, se construyó una pequeña Estación Acuícola en Cuestillas de San Carlos, en la Finca del Centro Agrícola Cantonal. Esta estación ha servido como centro demostrativo y de producción de alevines de tilapia para toda la zona⁷⁶.

En 1986 se inició el proyecto piloto "Fomento de la Acuicultura", por medio del programa de cooperación técnica entre el gobierno de Costa Rica el MAG y el gobierno de Alemania (GTZ), con el objetivo de "probar y presentar un programa adecuado para el desarrollo de la acuicultura en la zona Atlántica y en el Embalse Arenal, y llegado el caso, también de la pesca en dicho embalse". Dicho proyecto fue un proyecto que funcionó durante tres años y en el cual se generó la tecnología de cultivo intensivo de tilapia en jaulas flotantes, como una alternativa para el uso múltiple de este reservorio⁷⁷.

Debido al auge de la actividad, en 1992 comienza a trabajar el Programa de Apoyo al Desarrollo de la Pesca para el istmo Centroamericano (PRADPEPESCA), el cual a través del proyecto regional del fortalecimiento de la acuicultura, trabajó para que los países del istmo tuvieran los adecuados medios de investigación destinados a promover el desarrollo de la actividad⁷⁸.

⁷⁵ Nanne, 1993. Sector Acuícola, Antecedentes, Situación actual y perspectivas del sector.

⁷⁶ Durán, E.1998. Validación de un modelo de producción intensiva de tilapia en estanques de tierra.

⁷⁷ Nanne, 1993. Sector Acuícola, Antecedentes, Situación actual y perspectivas del sector.

⁷⁸ Durán, E.1998. Validación de un modelo de producción intensiva de tilapia en estanques de tierra.

En 1994 mediante la Ley N° 7384 de la Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, se decreta la creación del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) al cual le compete regular la pesca y la acuicultura.

5.2.1 El estado actual de la acuicultura en Costa Rica

En la actualidad la acuicultura en Costa Rica, está dominada por la acuicultura de tipo continental de agua dulce, con énfasis en el cultivo de peces, específicamente trucha y tilapia.

Para el año 2004, de esta última especie se produjeron 18,987 toneladas, destinadas a mercado tanto interno como internacional. Para este mismo año la producción de trucha fue de 515 toneladas, destinadas al mercado interno. En lo referente a cultivos en aguas salobres es de importancia el cultivo del camarón, del género *litopenaeus* alcanzándose una producción de 5,076 toneladas en el 2004. Además se da el cultivo del langostino o Gigante de Malasia a escala muy pequeña, con producciones de alrededor de 5 toneladas por año. En la tabla 1 y el grafico 1 se puede ver dicho comportamiento.

El número de productores se ha venido incrementando de manera significativa, presentando a escala nacional 1,146 productores acuícolas para el año 2004, de los cuales un 68.41% son productores de tilapia, un 23.30% productores de trucha, un 7.85 de camarón y un 0.44% a otros tipos de producción, que corresponde a langostino de agua dulce y bagre de canal. Lo anterior se ilustra en la tabla 4 y en el gráfico 1.

Cuadro 5.4

Producción acuícola según especie

En toneladas

Costa Rica 2000 - 2004

Especie/Año	2000	2001	2002	2003	2004
Tilapia	8.000	8.500	13.190	14.679	18.987,0
Trucha	200	210	500	513	515
Camarón	1.300	1.800	4.097	5.051	5076
Langostino	15	10	5	5	5
Gran total	9.515	10.520	17.792	20.248	24.583,0

Fuente: Departamento de Acuicultura de Costa Rica 2005.

5.2.2 La producción nacional de tilapia

La tendencia de crecimiento de la acuicultura a nivel nacional sigue el patrón de comportamiento a nivel mundial donde se da un fuerte incremento en la actividad, como respuesta al faltante de recurso pesquero para abastecer las necesidades de alimentación de una población mundial en crecimiento y con un consumo per cápita de productos acuícolas en aumento.

En el caso de Costa Rica la actividad más importante a nivel de acuicultura continental es el cultivo de tilapia. Lo anterior relacionado a un clima tropical y una rica red hidrográfica que facilita el trabajo con esta especie.

La actividad del cultivo de la tilapia se está desarrollando bajo dos sistemas, un sistema industrial con empresas de capital extranjero, otro nacional cuyo mercado meta principal es el de los Estados Unidos y una porción pequeña del mercado nacional.

La mayoría de estas grandes empresas están ubicadas en la zona de Cañas, en la provincia de Guanacaste, aprovechando la infraestructura del proyecto de Riego Arenal Tempisque y la buena calidad del agua del lago Arenal.

Debido al crecimiento del mercado de Estados Unidos, las áreas de siembra para esta especie se vienen aumentando considerablemente como se puede observar en el tabla 2 y en el gráfico 2 que se muestran a continuación.

Cuadro 5.5
Hectáreas de producción según especie
En hectáreas
Costa Rica, periodo 2000 – 2004

Especie/ año	2000	2001	2002	2003	2004
Tilapia	95,0	110,0	219,0	222,3	420
Trucha	5,1	5,2	5,7	6,5	6,75
Camarón	1000,0	1400,0	1650,0	1448,0	1500
Langostino	7,0	7,0	5,0	5,0	5
Total	1107,1	1522,2	1879,7	1681,8	1931,75

Fuente: Departamento de Acuicultura – INCOPECA, 2005

El otro esquema de desarrollo en el de cultivo de tilapia es el semi-intensivo, practicado por una gran cantidad de pequeños y medianos productores en diferentes zonas del país, cuyo mercado es la venta directa en finca bajo el concepto de pesca recreativa, ferias del agricultor y rutas de comercialización a nivel regional.

Ante la caída de precios a nivel internacional de cultivos tradicionales como el café y la problemática de políticas agrícolas hacia ciertos productos como el banano, palmito, etc., muchos productores han visto la acuicultura como una alternativa productiva ante esta crisis.

Lo anterior ha generado un gran auge en el cultivo de tilapia en diferentes zonas del país como Guápiles, San Carlos y Pérez Zeledón, dicho desarrollo se está dando debido al fuerte crecimiento de la actividad en muchas zonas de manera desordenada, ante la poca respuesta institucional por limitaciones como escaso recurso humano para llevar a cabo las labores de asistencia técnica así como el cobro por el servicio brindado, el cual fue por muchos años gratuito y fue un pilar importante para el desarrollo de la acuicultura en la actualidad.

5.2.3 Situación económica nacional

La tilapia es una especie de gran oferta y demanda en el país, su consumo es el más alto entre las especies del agua dulce. El análisis de mercado está basado en la tilapia común (gris y café oscuro), que es la que se comercializa en mayores volúmenes en el país, sin

embargo se considera que para el mercado nacional, la tilapia roja podrá atender el nicho más amplio de la sociedad (clase media), y por lo tanto su comportamiento irá acorde al presentado por la tilapia común.

5.2.4 Situación económica internacional

El cultivo de las variedades rojas de tilapia, tendrá una vocación para la exportación, ya que el mercado internacional, especialmente el de los Estados Unidos, presenta una demanda creciente de éste producto, principalmente en la presentación de pescado entero eviscerado.

Sin embargo se destaca que este mercado es en extremo exigente en lo relativo a calidad, tamaño y estado sanitario del producto. Derivado de lo anterior deberán incrementarse las medidas sanitarias, mejorarse y sostener las condiciones de calidad del producto.

5.2.5 Reseña histórica de la especie

La tilapia es un pez teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia *Cichlidae* originario de África, habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento.

Es un pez de buen sabor y rápido crecimiento, se puede cultivar en estanques y en jaulas, soporta altas densidades, resiste condiciones ambientales adversas, tolera bajas concentraciones de oxígeno, es capaz de utilizar la productividad primaria de los estanques, y puede ser manipulado genéticamente.

Actualmente se cultivan con éxito unas diez especies. Como grupo las tilapias representan uno de los peces más ampliamente producidos en el mundo.

La tilapia roja (*oreochromis sp*) es un híbrido proveniente de líneas mejoradas partiendo de las cuatro especies más importantes del género.

El desarrollo de este híbrido permitió obtener muchas ventajas sobre otras especies, como por ejemplo; alto porcentaje de masa muscular, filete grande, ausencia de espinas intramusculares, crecimiento rápido, adaptabilidad al ambiente, resistencia a enfermedades, excelente textura y coloración de carne, con muy buena aceptación en el mercado.

Dentro de sus áreas originales de distribución, las tilapias han colonizado hábitats muy diversos: arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y profundos o con rápidos, lagos profundos, lagos pantanosos, lagunas dulces, salobres o saladas, alcalinas, estuarios y lagunas costeras e incluso hábitats marinos. Las tilapias cultivadas habitan por lo general aguas lentas (poca corriente), permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimentan y reproducen.

5.2.6 Hábitos alimenticios

Todas las tilapias tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros, a diferencia de otros peces que se alimentan o bien de pequeños invertebrados o son piscívoros.

Las adaptaciones estructurales de las tilapias a esta dieta son principalmente un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos.

Debido a la diversidad de alimentos que varían desde vegetación macroscópica (pastos, hojas, plantas sumergidas) hasta algas unicelulares y bacterias, los dientes también muestran variaciones en cuanto a dureza y movilidad.

A pesar de la heterogeneidad en relación a sus hábitos alimenticios y a los alimentos que consumen, las tilapias se pueden clasificar en tres grupos principales:

1. Especies Omnívoras:

O. mossambicus es la especie que presenta mayor diversidad en los alimentos que ingiere. *O. niloticus*, *O. spilurus* y *O. aureus* presentan tendencia hacia el consumo de zooplancton.

2. Especies Fitoplanctófagas:

S. galilaeus y *O. macrochir* son especies que se alimentan principalmente de fitoplancton (algas microscópicas). *S. melanotheron* consume células muertas de fitoplancton, *O. alcalicus* consume algas que crecen sobre la superficie de las piedras y rocas.

3. Especies Herbívoras:

T. rendalli, *T. sparmanni* y *T. zillii* consumen vegetación macroscópica. Para poder cortar y rasgar plantas y hojas fibrosas poseen dientes faríngeos especializados, así como un estómago que secreta ácidos fuertes.

Los requerimientos nutricionales al igual que los hábitos alimenticios de los peces más jóvenes difieren considerablemente de los adultos. Entre mas jóvenes casi siempre son zooplanctófagos (mayor requerimiento de proteína) y posteriormente su alimentación se vuelve fitoplanctófaga o detritívora.

6.2.7 Temperamento

Muchas especies son de hábitos territoriales, particularmente durante la temporada de reproducción. Su territorio se observa claramente definido y defendido de los depredadores e intrusos que atacan a sus crías y puede ser fijo o desplazarse a medida que las crías nadan en busca de alimento.

5.2.8 Necesidades

a) Agua

Esta es la necesidad más obvia e inmediata, sin embargo, es importante que haya la cantidad y la calidad adecuada de agua.

b) Profundidad

El agua deberá tener entre 1–2m de profundidad en un extremo y 30cm de profundidad en el otro para que los peces se puedan reproducir.

La sequía puede ser muy peligrosa para los peces. Lo ideal sería que hubiese agua durante todo el año, aunque existen algunas especies de peces que crecen con la suficiente rapidez para dar una cosecha en estanques estacionales (durante unos seis meses al año).

Las crecidas pueden hacer que los estanques se desborden durante los períodos de lluvias fuertes, dejando escapar los peces. Hay que asegurarse de que las orillas tengan la altura suficiente para resistir el nivel de la inundación más alta registrada en la zona. Se debe colocar un tubo de desagüe o un canal con rejilla para drenar el exceso de agua.

La calidad del agua depende de los sólidos en suspensión o disueltos en ella. Si el estanque tuviese los nutrientes adecuados y en cantidades suficientes, producirá grandes cantidades de organismos microscópicos llamados plancton. El agua de una naciente que atraviese campos fértiles, se enriquecerá con estos nutrientes y será buena para el estanque. El agua de pozo o de manantial quizás no sea tan buena. Dependerá del tipo de roca subyacente que haya.

5.2.9 Tipos de alimento

Hay dos fuentes de alimento para los peces: natural y suplementaria.

a) Alimentos naturales

Consisten en las plantas y animales que viven en el estanque y en la materia orgánica muerta o en descomposición en el fondo del estanque. Distintas especies de peces comen distintos tipos de alimentos naturales. Algunos buscarán insectos y lombrices en el fondo del estanque.

Otros comerán plantas sumergidas o rastreras.

b) Los fertilizantes orgánicos (el abono y el estiércol)

Son por lo general los mejores y más económicos. El abono se hace mezclando desechos vegetales, paja y estiércol de animal en un montón lejos del estanque. Es necesario cubrirlo para protegerlo de la lluvia y dejar que se descomponga durante dos o tres meses.

Si se escoge, en cambio, un fertilizante químico, sería mejor consultar al departamento de pesca del gobierno ya que existen varios tipos de fertilizantes.

Las aguas turbias no contienen muchos nutrientes. Estos se encuentran por lo general en los estanques nuevos o aquellos que no tienen orillas de tierra. Se puede aclarar el agua plantando pasto en las orillas del estanque y agregando una medida de cal al agua. Se debe consultar al departamento de pesca del gobierno.

Para medir la cantidad de alimentos que haya en el estanque se pueden medir sumergiendo el brazo en el agua hasta el codo. Si el agua estuviese tan verde que no se pueden ver los dedos quiere decir que hay gran cantidad de nutrientes en el agua. Si, por otra parte pueden verse los dedos claramente, se necesita aumentar los nutrientes naturales usando estiércol, abono o fertilizantes químicos. Si el agua está tan verde que no se alcanza a ver ninguna parte del brazo, quizás hayan demasiados nutrientes en el agua. No se debe agregar más fertilizante o estiércol hasta que se aclare el agua.

Es conveniente mezclar distintas especies de peces en el estanque (pero no los peces voraces) para que se aprovechen todos los tipos de alimentos.

5.2.10 La alimentación

El éxito de la actividad piscícola depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente del manejo del alimento y técnicas de alimentación considerando la calidad y cantidad del alimento suministrado.

La tilapia es omnívora por lo que su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad del pez. Durante la fase juvenil pueden alimentarse tanto de fitoplancton, zooplancton así como pequeños crustáceos.⁷⁹

Aspectos importantes sobre el alimento

Algunos aspectos a cerca del alimento en la producción de tilapia son:

- El alimento representa entre el 50% y el 60% de los costos de producción.
- Un alimento mal manejado se convierte en el fertilizante más caro.
- Un programa inadecuado de alimentación disminuye la rentabilidad del negocio.
- Una producción semi-intensiva e intensiva depende directamente del alimento.
- El manejo de las cantidades y los tipos de alimento a suministrar deben ser controlados y evaluados periódicamente para evitar los costos excesivos.
- El sabor del animal depende de la alimentación suministrada. La subalimentación hace que el animal busque alimento del fondo y su carne adquiera un sabor desagradable.⁸⁰

Forma de alimentar

Las formas de alimentación dependen directamente del manejo, el tipo de explotación, la edad y los hábitos de la especie. Entre las más comunes tenemos:

a) Alimentación en un solo sitio

Es una de las formas menos convenientes de alimentar por la acumulación de materia orgánica en un solo lugar y la dificultad para que coma toda la población de peces que constituyen el lote, lo que hace que gran parte del alimento sea consumido solamente por los más grandes y se incremente el porcentaje de peces pequeños.

Este tipo de alimentación en un solo sitio, es altamente eficiente en sistemas intensivos (300 a 500 peces m). La alimentación en una sola orilla es un sistema adecuado para

⁷⁹ Cultivo de tilapia. [<http://www.alicorp.com.pe>] 18 de diciembre del 2006.

⁸⁰ Cultivo de tilapia. [<http://www.alicorp.com.pe>] 18 de diciembre del 2006.

animales de 1 a 50 gramos, ya que no les exige una gran actividad de nado y permite realizar una alimentación homogénea y eficiente.

b) Alimentación en "L" (dos orillas del estanque)

Este sistema de alimentación es sugerido para animales de 50 a 100 gramos, el cual se realiza en dos orillas continuas del estanque. Lo más recomendable es alimentar en la orilla de salida (desagüe) y en uno de los dos lados, con el fin de sacar la mayor cantidad de heces en el momento de la alimentación.

c) Alimentación periférica

Se realiza por todas las orillas del estanque y se recomienda para peces mayores a 100 gramos, dado que por encima de este peso se acentúan los instintos territoriales de estos animales, en varios sitios del estanque.

d) Alimentadores automáticos

Existen muchos tipos de comederos automáticos, como el de péndulo, con timer horario (reloj automático), con bandejas, etc. Sin embargo, por su costo elevado se convierten en sistemas antieconómicos y sirven solamente en explotaciones donde se sobrepase la relación costo beneficio.⁸¹

Horas de alimentación

Debido a que los niveles de secreciones digestivas y la acidez aumentan con el incremento de la temperatura en el tracto digestivo, los picos máximos de asimilación se obtienen cuando la temperatura ambiental alcanza los valores máximos.

En cultivos extensivos a semi-intensivos no es recomendable agregar una cantidad de alimento cuyo tiempo de consumo y flotabilidad supere los 15 minutos, ya que esta misma abundancia tiende a que el animal coma en exceso y no asimile adecuadamente

⁸¹ Cultivo de tilapia. [<http://www.alicorp.com.pe/>], 18 de diciembre del 2006.

el alimento. En sistema intensivos a super-intensivos el alimento debe permanecer menos de 1 a 1.5 minutos.

La transición de la dieta de los juveniles a la del adulto puede darse gradual o abrupta. La dieta natural de las tilapias adultas es omnívora, sin embargo varía según la especie. A continuación se presenta como referencia el tamaño de alimento balanceado que debe ser suministrado según el estadio del pez.

Cuadro 5.6

Tamaño (en milímetros) del alimento balanceado a suministrarse de acuerdo al estadio del pez (en gramos).

Estadio del Pez (gramos)	Tamaño del pellet recomendado (mm)
Alevines	Polvo
De 0.50 gr. A 5.0 gr.	Quebrantado (0,50 a 1,0 mm)
De 5.0 gr. A 15.0 gr.	1 X 1
De 15.0 gr. A 30.0 gr.	1 ½ X 1 ½
De 30.0 gr. A 80.0 gr.	2 X 2
De 80.0 gr. A 200.0 gr.	3 X 3
De 200.0 gr. A 500.0 gr.	4 X 4
De 500 gr. ó más	5 X 5

Fuente: Cultivo de tilapia. [<http://www.alicorp.com.pe/>], 18 de diciembre del 2006.

5.2.11 Oxígeno

La necesidad invisible del pez, es el oxígeno que respira. Los peces obtienen oxígeno del agua a través de sus branquias. Algunas especies de peces (tales como el bagre) pueden sobrevivir en el agua con muy poco oxígeno porque pueden respirar en el aire.

La tilapia puede vivir en condiciones ambientales adversas debido, precisamente, a que soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno aún cuando la presión parcial de este último sea baja. Asimismo, la tilapia tiene la facultad de reducir su consumo de oxígeno cuando la concentración en el medio es baja (inferior a 3 mg/l). Finalmente, cuando esta concentración disminuye aún más, su metabolismo se vuelve anaeróbico. La cantidad

de oxígeno en el agua aumenta durante el día pero disminuye durante la noche, teniendo el nivel más bajo al amanecer.

La falta de oxígeno suele producirse por una de las siguientes razones:

- * Exceso de materia orgánica en descomposición en el estanque (hojas muertas, alimento que no se ha comido, exceso de abono)
- * Demasiados peces
- * Demasiadas plantas o algas verdes en el agua (el agua se verá muy verde y quizás haya una capa de espuma verde en la superficie).

El número de peces que puede vivir en un estanque depende de cinco factores:

- * El tamaño del estanque
- * Las especies de peces que se críen
- * El tamaño de los peces
- * La cantidad de alimento adicional que se les pueda dar a los peces
- * La profundidad del agua.

5.2.12 Temperatura

Para la producción de tilapia es preferible temperaturas elevadas. Por ello su distribución se restringe a áreas cuyas isoterms de invierno sean superiores a los 20°C. El rango natural oscila entre 20° y 30°C, pudiendo soportar temperaturas menores.

6.2.13 Salinidad

Las tilapias son peces de agua dulce que evolucionaron a partir de un antecesor marino, por lo tanto conservan en mayor o menor grado la capacidad de adaptarse a vivir en aguas saladas (eurihalinas).

5.2.14 pH

Los valores del pH del agua que se recomienda prevalezcan en un cultivo no se refieren tanto a su efecto directo sobre la tilapia, sino más bien a que se favorezca la productividad natural del estanque.

Así, el rango conveniente del pH del agua para piscicultura oscila entre 7 y 8. Por otra parte, mientras más estable permanezca el pH, mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural misma que constituye una fuente importante de alimento para la tilapia cuando el cultivo se desarrolla en estanques.

5.2.15 Alcalinidad y dureza

Los efectos de la alcalinidad y de la dureza del agua no son directos sobre los peces, sino más bien sobre la productividad del estanque. Una alcalinidad superior a 175 mg CaCO₃/l (carbonato de calcio por litro) resulta perjudicial, debido a las formaciones calcáreas que se producen y que afectan tanto a la productividad del estanque como a los peces al dañar sus branquias. Una alcalinidad de aproximadamente 75 mg CaCO₃/l se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque.

Si la dureza con la que cuentan las aguas es de 200 mg/l, esta dureza es muy alta, pero siendo la tilapia un organismo que aguanta condiciones extremas, es posible que pueda estar sin ningún problema. Debido a que la dureza depende de los carbonatos presentes en el agua, el único método para poder eliminarla, sería calentando el agua, pero esto es económicamente imposible.

Se debe saber si donde brota el agua se alcanza esa dureza, ya que si no es así, se podrían colocar membranas o algún plástico, que pudiera evitar el contacto del agua con el suelo, ya que podría ser que la dureza se deba a que está en contacto directo con el suelo.

5.2.16 Turbidez:

La turbidez del agua tiene dos tipos de efectos: uno sobre el medio y se debe a la dispersión de la luz y el otro actúa de manera mecánica directamente sobre los peces.

Al impedir la libre penetración de los rayos solares, la turbidez limita la productividad natural del estanque, lo que a su vez reduce la disponibilidad de alimento para la tilapia. Es por ello que se recomienda que el agua de los estanques no sea turbia para que el fitoplancton se pueda desarrollar adecuadamente.

Por otra parte, la materia coloidal en suspensión puede dañar físicamente las branquias de los peces provocando lesiones e infecciones.

En caso de que las aguas sean demasiado turbias (>100 ppm) conviene propiciar su sedimentación previamente a su introducción a los estanques de cultivo, bien sea por medios físicos y/o químicos.

5.2.17 Altitud

La altitud, como un factor limitante de distribución de la tilapia, se relaciona no a la presión barométrica sino fundamentalmente a la temperatura. La isoterma invernal de 20°C constituye el límite de su distribución. En función de la latitud y de las características microclimáticas, en México este límite se establece entre los 850 y los 2.000 m.s.n.m.

Es por ello que la especie de tilapia *Oreochromis niloticus*, es considerada la mejor especie para países cálidos.

Un buen estanque:

- * Tiene agua verde de 1–2m de profundidad
- * No tiene grandes árboles que lo cubran
- * Tiene pasto en las orillas, corto para que las serpientes no se puedan esconder
- * No tiene plantas flotantes (a menos que sean necesarias para la crianza de peces)
- * Tiene tubos de alimentación y de drenaje con rejillas o redes
- * Tiene un cesto de abono en una esquina
- * Tiene una población de peces controlada y variada

5.2.18 Enfermedades y parásitos

Dentro de las enfermedades y parásitos más importantes que se deben de tomar en cuenta

para el desarrollo del cultivo de tilapia se encuentran las provocadas por:

- Protozoarios:

Ichthyophthirius multifiliis: causa la mancha blanca. Se desarrolla entre 20° a 24°C

Trichodina y *Chitodonella*: afectan principalmente la piel y branquias

Ichthyobodo necatrix (*Costia necatrix*): no es muy frecuente la mortalidad asociada a este parásito.

Sporozoa, Myxosporidia: frecuente en *Tilapias silvestres*.

- Helmintos (Gusanos):

Monogenea

Cichlidogyrus: es un género que infesta particularmente a los cíclidos en todo el mundo, aunque sus efectos no son perjudiciales al crecimiento de las *Tilapias*.

Gyrodactylus: afecta a la *Tilapia* fácilmente cuando ésta se lesiona al ser manipulada indebidamente.

- Cestodos, nematodos:

Contracaecum que se llega a enquistar en los músculos y en la cavidad pericardial.

- Crustáceos parásitos:

Argulus, *Ergasitus* y *Lemnea*: los parásitos se incrustan en las capas más profundas de la piel e incluso en la musculatura, causando severas úlceras y lesiones que impiden que el pez pueda ser comercializado.

- Enfermedades micóticas:

Saprolegnia infecta lesiones de los peces y *Branchyomices* cuando la calidad del medio es adversa por alto contenido de materia orgánica, ataca las branquias dañando su sistema respiratorio.

5.2.19 Medios de cultivo de la tilapia

La tilapia puede ser cultivada en diferentes medios tales como: jaulas, raceways, tanques, estanques, lagunas, represas, canales de riego, etc., siendo los estanques el medio más común. Por lo general se le utiliza a este organismo para monocultivo, aunque también se ha utilizado en policultivo especialmente cuando la tilapia es la especie de importancia secundaria.

a) Cultivo en jaula

El cultivo de tilapia se puede realizar en jaulas permitiendo una explotación intensiva de un cuerpo de agua. El cultivo intensivo de peces en jaulas de bajo volumen (1 a 4 m), a altas densidades (200 a 500 peces o 200 kg/m) en jaulas, podrían convertirse en el medio de expansión más importante y simple en la producción de tilapia.

Se caracteriza por aspectos como: evitar la reproducción, por lo que puede utilizar machos y hembras en el cultivo, se puede realizar varios tipos de cultivo en un mismo cuerpo de agua, intensifica la producción de peces, facilita el control de depredadores y reduce el costo de inversión inicial.

El cultivo de tilapia en jaulas puede desarrollarse en canales, lagunas, esteros, etc. Las características del medio en donde se instalarán las jaulas van a depender de la intensificación del cultivo y el tipo de jaula a utilizar. En jaulas con un alto recambio (15- 25 centímetros / segundo) se pueden lograr producciones de 80 a 100 kg/m y factores de conversión de 1,6 a 1,8 para peces de 700 a 800 gramos y crecimientos de 3 a 4 gramos / día.

Las especies de tilapia que se han cultivado en jaulas son las siguientes: *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *O. aureus* y *O. hornorum*, así como sus híbridos, y *T. rendalli* en aguas dulces y *S. melanotheron* en aguas salobres. El cultivo en jaulas se puede efectuar tanto a escala comercial como a nivel de subsistencia familiar, principalmente en zonas tropicales y subtropicales donde la temperatura del agua sea superior a 20°C.

Tipo y tamaño de jaulas

Cuando los embalses son poco profundos (estanques o arroyos), las jaulas se fijan sobre el fondo, pudiendo quedar el piso de la jaula en contacto con el fondo (corrales) o separado. Cuando son más profundos los embalses resulta preferible el diseño de jaulas flotantes dejando una separación mínima entre el fondo y el piso de la jaula de 1 m para evitar que los peces tengan acceso al fondo donde se acumulan los excrementos y desechos, zona normalmente pobre en oxígeno disuelto. En general se recomienda la instalación de jaulas en áreas donde la profundidad sea superior a los 5 m para reducir el riesgo de brotes de enfermedades y parasitismo.

El tamaño de las jaulas depende de la naturaleza del cultivo. Las jaulas para la reproducción y alevinaje suelen ser pequeñas para facilitar su manejo y tener mejor acceso a los peces en forma individual. Para la engorda, el volumen de las jaulas puede variar entre 6 a 20m³ cuando la explotación se efectúa con tecnología relativamente

sencilla, mientras que para explotaciones industriales tecnificadas los volúmenes de las jaulas fluctúan entre 50 y 100m³.

b) Cultivo en estanques

Existen dos maneras con distintas ventajas, las cuales se describen a continuación:

– Estanques pequeños:

Más fácil y rápidos de cosechar.

Pueden ser llenados y drenados más fácilmente.

Se facilitan los tratamientos preventivos y curativos de enfermedades o parásitos.

Control de depredación mucho más fácil y eficiente.

Menor susceptibilidad a la erosión por parte del viento.

Se puede trabajar con densidades de siembra mayores porque su recambio es superior.

– Estanques grandes:

Menor costo de construcción por unidad de área.

Se encuentran más sujetos a la acción de los vientos, por lo tanto menos susceptibles a problemas de oxígeno.⁸²

Los estanques rústicos son excavados en tierra y poseen estructuras especiales para el llenado y vaciado de agua en forma individual. Tanto la alimentación de agua como el drenaje deberán efectuarse preferentemente por gravedad para minimizar los costos por concepto de energía y simplificar en lo posible la operación del sistema.

Para la engorda en estanques existen esencialmente dos técnicas de cultivo:

a) En el primer caso, puesto que los peces alcanzan la madurez sexual de los 3 a 6 meses de iniciada la engorda, es necesario suspender el cultivo en el momento en que la reproducción se presente y que coincide con la suspensión del crecimiento. Ello permite realizar dos o tres cosechas por año aunque de peces relativamente pequeños.

Para maximizar la talla en este breve lapso:

⁸² La tilapia. [www.alicorp.com.pe], 14 de junio 2006.

- La densidad de población deberá ser relativamente baja (3.000 a 5.000 org/Ha)
- La talla mínima de las crías que se siembren no deberá ser inferior a los 30 o 40 gr
- El estanque se fertilizará diariamente con abonos orgánicos
- Finalmente será necesario suministrar un alimento suplementario con un contenido proteico de 20 a 25%.

Al momento de efectuar la cosecha es fundamental drenar por completo el estanque para eliminar totalmente los alevines y crías que pudieran haber nacido en el estanque en el transcurso del período de la engorda.

Otro aspecto importante que también debe tenerse en cuenta es la edad de los peces al momento de su siembra: para una misma talla determinada, los alevines "enanos" de mayor edad presentan un crecimiento más lento y una reproducción más temprana que los alevines jóvenes.

b) La práctica del cultivo del monosexo:

Consiste en engordar poblaciones compuestas exclusivamente por individuos machos.

Estas poblaciones se pueden obtener de tres formas:

- Sexado manual
- La cruce de dos especies de *Oreochromis* para producir híbridos machos en alto porcentaje (>90 o 95%)
- Reversión sexual de las crías mediante hormonas suministradas oralmente

El cultivo de poblaciones monosexadas de machos elimina las restricciones sobre la duración del período de engorda y por lo tanto de la edad y peso de los peces que se desee cosechar, pudiéndose alcanzar pesos promedios de 300 a 500 gr.

c) Cultivo de alta densidad en tanques

Además de los altos costos de inversión inicial requerida para el cultivo intensivo en tanques, se necesita gran capital de operación para:

- alimentación
- energía y equipo
- recursos de agua y tierra, de excelente calidad
- mano de obra altamente calificada
- pies de cría genéticamente puros
- instalaciones y tecnología especializada, etc

La productividad de estos sistemas puede alcanzar hasta 25 kg/m³/mes.

Cuando los peces más jóvenes alcanzan de 30 a 50 gr de peso son transferidos a los tanques de engorde. La superficie de los tanques varía entre 10 y 300 m² y la profundidad entre 0,5 y 2,0 m.

La forma y estructura de los tanques también son muy variables. Los materiales más comúnmente empleados para su construcción son: fibra de vidrio, lámina metálica recubierta y concreto.

Los tanques cuentan con dispositivos para permitir la circulación continua de agua (varios recambios completos de agua por hora), aireación continua (aireadores mecánicos, difusores de aire, inyección de oxígeno líquido), regulación de temperatura, filtración de agua, alimentadores automáticos o de demanda, etc.

A lo largo del período de engorda se monitorean continuamente diversos parámetros físico-químicos, especialmente el oxígeno disuelto y los residuos de excreción, sustancias tóxicas, presencia de parásitos, etc., bien sea manualmente o por sensores y detectores electrónicos.

d) Cultivo en canales de flujo rápido

En el caso particular de la Tilapia, los sistemas desarrollados para el cultivo en canales de flujo rápido (denominados en inglés "raceways") presenta características, problemas, ventajas y desventajas muy similares a las de cultivo en tanques. De hecho, la diferencia esencial entre ambos radica en la forma lineal de los canales, el mayor flujo, y consumo de agua y los sistemas de aireación y circulación que en los canales se realiza aprovechando la caída de agua por gravedad.

5.2.20 Tipos de cultivo

Se puede desarrollar el cultivo de la tilapia dependiendo de los objetivos buscados por el productor y según los recursos disponibles, los tipos de cultivo son: extensivo e intensivo.

A continuación se discuten sus ventajas y desventajas. Cabe mencionar que para este estudio se trabajará con sistema extensivo de producción, debido principalmente a que sus costos son más accesibles para pequeños y medianos productores.

a) Cultivo extensivo

Este tipo de cultivo se desarrolla por lo general con muy baja inversión, en donde se espera proporcionar a la población un alimento de bajo costo tampoco es importante la talla final del pez, en tanto alcance tamaño comercial; y mucho menos el tipo de alimento utilizado en su producción.

Para el éxito del cultivo bajo en este sistema es sumamente importante la cantidad y calidad del agua suministrada a los peces; así como el cuidado y atención que se le debe proporcionar al sistema.

Para asegurar el inventario y la producción de peces se debe contar con grandes reservorios de agua, sistemas de bomba que permita reciclar el agua y la utilización de aireadores en los estanques.

Para el cultivo de tilapia en estanques se deben tener en consideración ciertas características como tamaño, ubicación, drenaje, etc. de especial importancia es el tamaño del estanque ya que permite que el cultivo de tilapia se puede llevar a cabo en diferentes grados de intensidad.

A continuación se presentan una serie de ventajas en el cultivo que se logran de acuerdo con el tamaño del estanque.

b) El cultivo intensivo

En el cultivo intensivo de tilapia el oxígeno disponible es de gran importancia. Midiendo constantemente éste parámetro se puede ajustar las densidades, tasa de alimentación y reducir potenciales riesgos de mortalidad. La concentración del oxígeno en la salida de los estanques debe ser mayor a 3,5 mg/litros para asegurar un buen desenvolvimiento fisiológico del pez a través de todos los procesos (natación,

respiración, crecimiento, excreción, etc.) y mejor aprovechamiento de los nutrientes suministrados con el alimento balanceado.

La producción del sistema intensivo va a depender de la cantidad de agua disponible así como de sus características. En un sistema intensivo se pueden producir en un rango de 200 a 400 toneladas de pez por metro cúbico/año.

5.2.21 Reproducción

Las instalaciones para la reproducción pueden ser acuarios grandes, jaulas flotantes, tanques de concreto con divisiones y compartimientos dispuestos en ingeniosos arreglos (longitudinales, concéntricos, niveles verticales variables, etc.).

La mayoría aprovecha aspectos específicos del comportamiento y de los hábitos reproductivos y/o alimenticios de las especies en cuestión, lo que les confiere diversas ventajas en cuanto a eficiencia, facilidad de manejo, ahorro de mano de obra, energía, agua, etc.

Una vez capturados los jóvenes, se les cría intensivamente para que se desarrollen rápidamente y homogéneamente antes de proceder a su engorde. Durante este período de crianza se efectúa también la reversión sexual, inducida hormonalmente para obtener poblaciones monosexadas de machos. Para ello se administra la hormona testosterona, vía oral, añadida al alimento.

O. aureus de incubación bucal no posee instalaciones específicas para su reproducción, esta se lleva a cabo en estanques elevados semi-rústicos (con paredes de concreto, fondo de tierra) y no se les coloca ningún tipo de nidos.

Algunos otros reproductores son concentrados en estanques de concreto donde se les coloca en nidos que consisten en bolas de polietileno con 3/4 de grava y/o gravilla.

5.2.22 Sexado

El sexado manual es relativamente sencillo aunque resulta muy laborioso, tardado y requiere cierta destreza por el personal que lo realiza.

En muchas de las especies de Tilapia que se cultivan, ambos sexos pueden ser diferenciados a simple vista debido al desarrollo diferencial de la papila genital que presentan al alcanzar los 50 a 70 gr.

En el caso del macho la papila genital posee solamente un orificio, mientras que la de la hembra posee dos y por lo general la papila misma es más pequeña.

El sexado debe realizarse cuidadosamente para evitar introducir hembras al cultivo y de esta manera prevenir su reproducción indeseada en los estanques.

5.2.23 Crianza de alevines

Una vez capturados los juveniles jóvenes, se les cría intensivamente para que se desarrollen rápidamente y homogéneamente antes de proceder a su engorda. Durante este período de crianza se efectúa también la reversión sexual, inducida hormonalmente para obtener poblaciones monosexadas de machos. Para ello se administra la hormona testosterona, vía oral, añadida al alimento.

5.2.24 Comercialización

Existen tres puntos en la trayectoria del producto en que éste es objeto de comercio: en el mercado de producción, en el mercado de mayoreo y semimayoreo y el mercado detallista.

Este último pone los productos al alcance del consumidor o comprador.

La compra venta de la producción de tilapia tiene lugar directamente entre los productores o pescadores y los introductores mayoristas, quienes acuden a los sitios de desembarque o a pie de granja y compran a los productores a precios muy bajos, ya que, en la mayoría de los casos, éstos no tienen alternativa de venta, principalmente por la falta de agresividad del pescador o por la falta de proceso post-cosecha que otorgue mayor vida o mayor precio al producto. La tilapia es un producto con un amplio mercado, tanto en el interior del país como en el extranjero, la demanda comprende varias presentaciones, desde el pescado fresco entero, hasta el congelado, eviscerado, fileteado, ahumado y otras formas más elaboradas.

5.3 Subsistema de reforestación

Durante la época precolombina 1500-1800 Costa Rica contaba con un 98-99% de los bosques. Se estima que durante la época de la colonia, de 1800 a 1900, solamente un 10% del territorio nacional estaba bajo cultivos, potreros y otros usos.⁸³

A pesar de la abundancia y la riqueza del recurso forestal, las estrategias de desarrollo subordinaron la presencia de los bosques a la colonización de tierras para la expansión agropecuaria, el abastecimiento de leña, madera y el desarrollo de infraestructura. Por lo tanto se da un proceso de pérdida de cobertura, especialmente entre 1900 y 1968.⁸⁴

No siempre fue así para los años de 1950-1980, el país sufrió un proceso dramático de deforestación, pasando de una cobertura forestal del 53% en 1961 a un 31.1% en 1977. Y para junio del año 1983 la cobertura había disminuido a un 26.1% aproximadamente, con esto lo que quedaba de bosque eran áreas que se habían establecido bajo alguna categoría de protección, esta deforestación coincide con la que ocurría en el resto de Latinoamérica, con el proceso de extensión agrícola y de fomento de la ganadería.⁸⁵

Es a partir de 1969 que el estado toma un papel significativo para controlar la tala de árboles proveniente de bosque nativo, mediante la Ley forestal N° 7575 promulgada en este año. Esta ley crea un esquema de interés ecológico, científico o arqueológico, mediante la protección absoluta de estos terrenos, que promueve la conservación de las áreas y reconoce por primera vez un incentivo forestal, específicamente a la reforestación.⁸⁶

Para finales de los años 80, la deforestación había bajado a 22 mil hectáreas por año. Siendo el promedio de deforestación para la década de los años 70 de 50 mil hectáreas por año. Para 1994, la cifra desciende a 4 mil hectáreas anuales y es finalmente para 1998 que se anuncia oficialmente que Costa Rica había dejado de ser un deforestador neto para convertirse en un país en el cual el bosque se conserva, e incluso regresan al

⁸³Jiménez, W.(2003). Curso de bosques y silvicultura. Universidad Nacional.

⁸⁴Idem

⁸⁵Fondo Nacional de financiamiento Forestal. Plan nacional de desarrollo forestal, 2001-2010.

⁸⁶Jiménez, W.(2003). Curso de bosques y silvicultura. Universidad Nacional.

uso forestal muchas tierras de vocación forestal que eran utilizadas en otras actividades.⁸⁷

Simultáneamente Costa Rica fue el primer país del mundo en diseñar un mecanismo para el pago de la mitigación de los gases del efecto invernadero, uno de los principales servicios ambientales del bosque y las plantaciones forestales.⁸⁸

Gracias a esto en el año 1996, aparece el programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) que es un reconocimiento financiero por parte del Estado, a través del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), a los y las propietarios(as) y poseedores(as) de bosques y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente.⁸⁹

Actualmente los esfuerzos por revertir el proceso de pérdida de la cobertura boscosa se centran en una serie de factores como lo son:

- La clasificación de áreas bajo protección estatal,
- otorgamiento de incentivos y pagos al sector privado,
- abandono de potreros y áreas de cultivo, que gradualmente se van convirtiendo en bosque secundario.⁹⁰

Se ha pasado de un modelo que se limitaba a proteger bosques primarios, detener la deforestación y otorgar incentivos más o menos indiscriminados a la reforestación y ganadería extensiva; a un modelo que busca diseñar corredores biológicos, lograr un manejo conjunto de áreas silvestres y zonas de amortiguación entre el Estado y los propietarios privados, pago por servicios ambientales, incluida (si bien todavía en muy pequeña escala) la fijación de carbono.⁹¹

⁸⁷ Fondo Nacional de financiamiento Forestal. Plan nacional de desarrollo forestal, 2001-2010.

⁸⁸ Idem

⁸⁹ Pago por servicios ambientales.[www.fonafifo.com]. 19 de septiembre 2006.

⁹⁰ Situación actual de la reforestación en Costa Rica.[196.40.23.180/biblio/cedil/estudios/estudios/ambiente.htm]. 21 de septiembre 2006.

⁹¹ Idem

Es importante destacar que a pesar de estos esfuerzos, se presenta una problemática en el ámbito de ordenamiento territorial de las áreas protegidas, que está vinculado con la “tenencia de la tierra”.⁹²

En las regiones tropicales los sistemas de producción incluyen a los árboles como un componente importante de las actividades productivas, especialmente para los pequeños y medianos productores. En la mayoría de los casos los árboles están presentes ya sea formando parte de los linderos, como cercos vivos, barreras rompevientos, árboles frutales para autoconsumo o venta de productos en los mercados locales, para protección de los animales domésticos o en huertos familiares con multiplicidad de usos y productos o como árboles de sombra.⁹³

Dentro de este marco también se desarrolla la protección del recurso hídrico con especies para conservación de nacientes así como también de especies maderables de la zona, las cuales puedan ser consideradas por su madera como una inversión a largo plazo.

En Costa Rica, actualmente se incentiva al productor mediante alianzas del sector público con el productor privado a desarrollar en su finca distintos programas de reforestación, como es el caso de la finca Agropecuaria Los Juncos.

En esta área también podemos encontrar apoyo de tipo gubernamental por parte de instituciones publicas especialmente del ICE, con las alianzas publico privadas.

Para nuestro caso de investigación la Finca Agropecuaria Los Juncos se ha visto beneficiada con el programa de la Unidad de Manejo de la Cuenca del Río Reventazón del Centro de Gestión Ambiental.

5.3.1 Especies forestales aptas para reforestación

El objetivo principal de reforestar con este tipo de especies consiste en conservar, proteger y en el incremento de los bosques protectores de cuencas y de manejo

⁹² Situación actual de la reforestación en Costa Rica. [196.40.23.180/biblio/cedil/estudios/estudios/ambiente.htm]. 21 de septiembre 2006.

⁹³ Martínez H, (2004). El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores.

conservacionista de la región de estudio. Para prevenir la profundización acelerada de los cauces de los ríos y quebradas. Esto permitirá reducir los procesos erosivos de los ríos, así como la estabilización de taludes. De ahí la importancia de utilizar especies ornamentales nativas y de nacientes aptas para la zona de estudio; como las que a continuación se mencionan, que son la que se han sembrado.

Nombre común Cabello de ángel

Nombre científico *Acacia angustissima*

Familia Leguminosae –Mimosoideae

Descripción botánica: es un árbol de 4-7 m de altura, aunque puede alcanzar 10 metros de altura y 25 cm de diámetro. En el campo se distingue por ser una de las acacias que no tiene espinas ni glándulas en los pecíolos de las hojas. Copa: esparcida y redondeada.

Distribución: la especie tolera un amplio rango de climas, y se le encuentra desde los bosques de roble de altas elevaciones hasta las tierras bajas secas de México, en altitudes que van de 0 a 2700 msnm. Crece con precipitaciones desde 500 hasta 3500 mm, aunque prefiere más de 1000 mm, con estaciones secas de hasta 7 meses. La temperatura media anual en estos sitios es de 18 a 28° C, con máximas de 30 a 36° C y mínimas de 10 a 20° C. Tolerancia el frío y puede crecer en suelos ácidos. Su distribución natural se extiende desde el sur de los Estados Unidos por todos los países de América Central, de donde es originaria, hasta Colombia.

Usos: es un árbol pionero fijador de nitrógeno, de raíces muy profundas, por lo que es muy útil para reducir la erosión y mejorar el suelo. Es útil para ramoneo para el ganado.

Es apreciado por su madera, leña, postes y productos medicinales. Produce muchas flores y es muy valiosa como planta melífera. También se usan para aserrío, leña, forraje, medicinal y apicultura, plantándolo en sus lotes. En México se utiliza el fruto ocasionalmente como alimento, para inducir la fermentación del pulque, a nivel industrial para curtir pieles y la corteza para tratamiento de la diarrea y reumatismo. La raíz mascada y gárgaras con la infusión se usan para tratar el dolor de garganta y afianzar la dentadura.

Nombre común Cas**Nombre científico** *Psidium friedrichsthalianum***Familia** Myetaceae

Descripción botánica: árbol de 6-10 m de altura. La copa son ramitas angulares, a menudo con cuatro alas, rojizo oscuras y finamente pubescentes. Corteza café rojiza con manchas grisáceas.

Distribución: el árbol crece naturalmente desde el sur de México a través de América Central hasta Colombia.

Usos: el principal uso de este árbol es por su fruto. El fruto maduro se puede mantener en el refrigerador casero para comer fresco, con sal o bien se puede licuar y congelar. A nivel industrial se preparan concentrados que luego se venden en los supermercados para preparar refrescos y licuados. La pulpa se procesa para su venta a fabricantes de helados, sodas y restaurantes.

Tradicionalmente ha sido plantado solitario o en pequeños grupos en patios y jardines caseros, o como árboles voluntarios en potreros, y más recientemente en plantaciones más extensas principalmente en Costa Rica. También se ha plantado en asocio con café.

En este momento las oportunidades para esta fruta son excelentes debido a que la demanda está en aumento y las industrias requieren un aporte continuo. En base a esto se están estableciendo numerosas plantaciones. La mayor demanda viene de las industrias de refrescos pasteurizados, seguida por las de concentrados, igualmente para refrescos y por último la venta en mercados locales.

Nombre común Dama**Nombre científico** *Cytharexylum donnell-smithii***Familia** Verbenaceae

Descripción botánica: llega a medir hasta 20m de alto, con copa compacta, hojas lanceolado- oblongas de 7-22 * 3-6cm, racimos largos, de 10-35cm con flores blancas,

muy fragantes, especialmente de noche, el cáliz es campanulado, con 5 dientes, la corola de 6mm de largo, tubular en la base y abierta arriba en 5 pétalos.

Distribución: árbol de las tierras altas, 1200-2200m. Su distribución natural es desde Guatemala hasta Panamá.

Usos: es muy llamativa por los frutos que cambian de amarillo a rojo y finalmente a negro, redondos y lustrosos, son muy apetecidos por las aves. Utilizado como ornamental. Otro nombre es “huelenoche”.

Nombre común Guayabillo conocido también como murta, turrú o cacique

Nombre científico *Eugenia costaricensis*

Familia Myrtaceae

Descripción botánica: árbol de hasta 12m de alto, de ramificación abierta, con hojas glabras, elípticas, de 3-9cm por 1-3.5cm y lisas.

Inflorescencias en racimos cortos, de 4-10 flores, con 4 sépalos diminutos y 4 pétalos blancuzcos, de 3mm de largo.

Distribución: de Nicaragua a Costa Rica. De la región central, 800-1200msnm.

Usos: forrajero.

Nombre común Hisopo

Nombre científico *Calistemon spp*

Familia Myrtaceae

Descripción botánica: el género *Callistemon* comprende arbustos de 3-4 metros y algunos árboles de 10-12 metros, siempre verdes, con la corteza fisurada o papirácea y los brotes jóvenes a menudo con pubescencia rojiza o plateada.

Distribución: comprende una treintena de especies nativas del suroeste y este de Australia y Tasmania. Su nombre proviene de las palabras griegas *kalli* = hermoso y *stemon* = estambre, aludiendo a su belleza. En su mayoría son plantas propias de lugares húmedos, por lo que en su cultivo debemos aportarles los riegos necesarios,

sobre todo en los veranos calurosos. Gustan de suelos medianamente fértiles, que drenen bien pero que retengan la humedad. Muchas de las especies soportan temperaturas entre -5 y -10 °C por períodos cortos, pero no las heladas. Necesitan una exposición soleada para una buena floración, aunque pueden tolerar algo de sombra. Los callistemon florecen por lo general entre los meses de Marzo a Julio.

Usos: los callistemon son arbustos bastante resistentes y muy ornamentales cuando están en flor, con sus inflorescencias generalmente rojas que recuerdan a un “hisopo”.

Se cultivan en exposición soleada, aislados o formando grupos. Las especies arbóreas se cultivan de forma aislada para resaltar su belleza en la floración.

Nombre común Jacaranda

Nombre científico *Jacaranda mimosifolia*

Familia Bignoniaceae

Descripción botánica: es un árbol de hoja caduca. Originario de Brasil y Argentina.

Usos: a pesar del porte irregular, es uno de los árboles ornamentales preferidos por el follaje fino y el color de las flores. Sólo llega a un vertical informal, también por la flexibilidad de sus ramas puede optarse por tronco inclinado, nunca vertical formal, los bosques tienen un encanto especial. Se propaga con facilidad por semillas. Siembra directa (temperatura 20-30 °C) en época de lluvia. Tienen gran poder germinativo.

Nombre común Matasano

Nombre científico *Casimiroa edulis*

Familia Rutaceae

Descripción botánica: árbol perennifolio de 6-10 m de altura, con la copa ancha y el tronco grueso con la corteza de color gris y cuarteada con los años. De hojas largamente pecioladas, digitadas, normalmente con 5 foliolos, aunque a veces se encuentran hojas con 3 y 7 foliolos. Estos son de elípticos u ovals a anchamente ovados, de 10-18cm de longitud, agudos o acuminados. Haz de color verde brillante. Margen a veces algo ondulado.

Distribución: árbol cultivado y silvestre en la región central, 600-1400m. Precipitación entre 1200-2000mm, pero es una de las especies tropicales que más resiste a la sequía, pero es necesario un aporte regular de agua durante el desarrollo del fruto.

Usos: su resistencia a sequía y su adaptación a todo tipo de suelo, incluso a suelos pedregosos o pesados, permite su selección para restaurar zonas degradadas. Especie cultivada por sus frutos, que se consumen en fresco y se venden ocasionalmente en los mercados locales y regionales, aunque la mayor parte de la producción es utilizada en autoconsumo. Al parecer la corteza, las hojas y sobre todo las semillas contienen un glucósido que tiene propiedades hipnóticas y sedantes, cicatrizante e hipotensor arterial, antidiarreico. Se utiliza en medicina popular en caso de insomnio y dolores reumáticos. En dosis altas puede ser mortal. La madera del árbol se emplea en carpintería. El fruto es rico en vitaminas A y C, y posee un alto contenido de carbohidratos y proteínas.

Nombre común Pirul

Nombre científico *Schinus molle*

Familia Anacardiaceae

Descripción botánica: árbol de rápido crecimiento. De copa abierta y regular con ramas perpendiculares; llega a medir de 5-10m. Posee hojas compuestas, imparipinadas, tiene de 7-20 pares de folíolos pequeños, lanceolados, verde grisáceos, de 1-3cm de largo. Se adapta a cualquier tipo de suelo. Prospera en climas subtropical, cálido-templado, semiárido, templado seco y templado húmedo. Es sensible a las heladas prolongadas y es moderadamente resistente al frío. Es una especie demandante de luz aunque tolera la sombra parcial, no tolera la sombra total, es resistente a las termitas y a la sequía.

Distribución: originario de Perú. Se desarrolla en un amplio rango de altura, desde 100 hasta 2700msnm.

Usos: es un árbol de porte pequeño, usado en paisajismo urbano por su belleza y en el aspecto forrajero es un importante alimento para pájaros. Las semillas se usan para adulterar la pimienta por su sabor semejante, usado en aderezo como condimento; en México se elaboran bebidas mezclándolas con atole o fermentando con pulque.

Es especie prioritaria en la reforestación de áreas muy degradadas, soporta sequías, heladas, suelos ligeramente salinos y no se la come el ganado, además es una de las pocas especies que prospera en pedregales y tiene la capacidad de formar suelo. Se utiliza como barrera rompevientos y en el control de la erosión del suelo. No obstante lo anterior, su utilización debe realizarse con cuidado pues tiene tendencias a tomar un comportamiento de maleza, ya que invade numerosos ambientes y desplaza eficientemente a otras especies, además inhibe el crecimiento o desarrollo de las plantas vecinas, esto debido a que presenta alelopatía, produce felandreno, alcohol terpenoide y carbacol que se eliminan a través de las hojas y frutos.

En el aspecto medicinal esta especie es muy utilizada. Su resina blanquecina es usada en América del Sur como goma de mascar, se dice que fortalece las encías y sana las úlceras de la boca. La coccción de la corteza se usa como remedio en pies hinchados y como purgante para animales domésticos; mezclada la corteza junto con las hojas, se utiliza para combatir la hinchazón y dolor en el tratamiento de enfermedades venéreas.

La emulsión de la goma se usa para tratar cataratas y manchas de las córneas de los ojos. El fruto para el tratamiento de la gonorrea y jarabe para la bronquitis.

El pirul se emplea en las llamadas “limpias” o “barridos”, para curar el mal de aire, susto y espanto. El aceite esencial de las hojas frescas posee actividad antibacterial, antiviral, antifúngica y antimicrobiana.

En cuanto a otros usos, el cocimiento de hojas, ramas, corteza y raíz se emplea para el teñido amarillo pálido de tejidos de lana. La corteza sirve para teñir pieles. De las hojas se extrae un aceite aromatizante que se usa en enjuagues bucales y como dentífrico. Las semillas contienen aceites de los cuales se obtiene un fijador que se emplea en la elaboración de perfumes, lociones, talcos y desodorantes.

La madera de esta especie se utiliza para fabricar implementos de trabajo, tales como mangos de herramientas, estacas, enseres rurales y fustes de sillas de montar. La resina se podría utilizar en la fabricación de barnices. Su ceniza rica en potasa se usa como blanqueador de ropa, así como en la purificación del azúcar.

Nombre común Raspaguacal

Nombre científico *Ehretia latifolia***Familia** Boraginaceae

Descripción botánica: se caracteriza por sus hojas ásperas y borde aserrado, así como por su copa redondeada y densa. Árbol de 12-25m. A veces con varios tallos verticales, notable por el contraste entre el tronco y ramas oscuras y el follaje verde claro.

Distribución: en Costa Rica se ha observado en elevaciones medias en las Cordilleras de Tilarán, Volcánica Central y de Talamanca y alrededores del Valle Central, 1200-2000m. Se distribuye naturalmente de México hasta Chiriquí, Panamá.

Usos: normalmente se encuentra en áreas de pastoreo y cercas vivas a orillas de caminos y carreteras. La madera es dura y fuerte; las semillas son diseminadas principalmente por las aves. Los tocones rebrotan fácilmente. Miles de flores y frutos en forma sincronizada cubren su hermosa copa, dándole una apariencia muy impresionante que lo hace reconocible a la distancia.

Nombre común Sanjuán**Nombre científico *Brunfelsia pauciflora*****Familia** Solanaceae

Descripción: arbusto de hasta 3m de alto, compacto con hojas oblongas y brillantes. Notable por el color variable de las flores que al primer día son moradas y a los días siguientes son blancas.

Usos: ornamental. En la misma planta se encuentran flores moradas, blancas o intermedias.

Nombre común Sotacaballo**Nombre científico *Zygia longifolia Zygia longifolia*****Familia** Mimosaceae

Descripción botánica: hojas con 1 par de pinnas, éstas con 3-5 folíolos ovado-lanceolados de 4-12*1.5-3.5cm; inflorescencias en ramas viejas, en espigas, con flores espaciadas, blancas o rosadas; vaina plana, hasta de 30cm de largo, con frecuencia

curvas. Las semillas son arrastradas por las corrientes de los ríos y germinan entre las piedras.

Distribución: De Honduras a Colombia. Son árboles de las orillas de los ríos del Atlántico y del Pacífico húmedo.

Usos: Las raíces profundas y extensas de los sotacaballos forman diques naturales que protegen los bordes de los ríos.

El nombre viene de "azotacaballo", quizás por usar las ramas como látigos.

Nombre común Trueno

Nombre científico *Ligustrum lucidum*

Familia Oleaceae

Descripción botánica: hojas opuestas, lanceoladas a elípticas, de 2-4cm de largo, con pecíolos morados y lámina dura, verde oscuras en el lado superior, que al quebrarse producen un ruido característico.

Inflorescencias terminales, ramificadas, tienen muchas flores pequeñas de 4-6mm de largo, con 4 sépalos diminutos y 4 pétalos blancos o amarillos, 2 estambres y pistilo con el estilo dividido en 2 partes. El fruto esférico, comúnmente asimétrico, morado oscuro, mide unos 5mm de largo.

Distribución: originario del este de Asia

Usos: árbol ornamental, introducido hace unos 50 años. Se le cultiva en alamedas y jardines. Alcanza hasta 6 m de alto. Se usa también como tapaviento y se reproduce por estaca.

Nombre común Tucuico

Nombre científico *Ardisia resoluta*

Familia Myrsinaceae

Descripción botánica: árboles o arbustos de 2 a 10 m de altura, tallos glabros. Con hojas de 7.5 a 19.5 cm de largo por 3 a 8 cm de ancho, de oblanceoladas a obovadas, de obtusas a redondeadas, atenuadas o cuneadas en la base, pecioladas, enteras. Flores observadas de junio a febrero. Frutos observados de enero a agosto y en noviembre.

Distribución: Guanacaste, Península de Nicoya, Pacífico Central, sector oeste del Valle Central, Valle de la Candelaria (Acosta), Valle del Térraba. Elevación entre 0 y 1200 m. Requiere de bosques secos, bosques húmedos, zonas alteradas.

Usos: frutos comestibles para aves.

5.3.2 Especies maderables

Muchos caficultores costarricenses están reemplazando de manera gradual, la sombra tradicional de árboles leguminosos, los cuales tienen poco o ningún valor comercial, por especies maderables de rápido crecimiento. Se espera que este cambio incremente los ingresos debido a la producción de madera.⁹⁴ Hoy en día busca introducir esta misma iniciativa a los productores de ganado de leche, para que puedan lograr un ingreso complementario a futuro y que a la vez sirva en prácticas de conservación de suelos. Dentro de las especies forestales maderables aptas para la zona de estudio están:

Nombre común Cedro dulce

Nombre científico *Cedrela tonduzii*

Familia Meliaceae

Descripción botánica: alcanza hasta 40m de altura y 80cm de diámetro; copa amplia acampo abierto, generalmente con ramas gruesas a baja altura muy lenticeladas; fuste pequeño, a menudo bifurcado, con la corteza escamosamente irregular, fisurada y a veces exfoliante, pardo-grisáceo.

⁹⁴ Especies maderables en Costa Rica. [www.catie.ac.cr]. 12 de agosto del 2006

Distribución: Se encuentra en alturas intermedias de la Cordillera Volcánica Central y de la cordillera de Talamanca y es probable que se encuentre en las estribaciones de la Cordillera de Guanacaste. Nativa desde Chiapas, México hasta Panamá. Con elevaciones medianas, principalmente en el bosque premontano y montano bajo, entre 1200-2800msnm; generalmente con climas húmedos y muy húmedos, con una precipitación entre 1500-2800mm anuales. Por lo general crece en sitios con pendientes medias entre 15%-40%. En ocasiones se a observado en asociaciones con cultivos agrícolas y principalmente con ganadería. Por lo general se encuentra en bosques primarios y secundarios, tanto en pie de monte como en lomas o áreas bien drenadas. Es heliófita, de crecimiento rápido o moderadamente rápido, tolera la luz en etapas juveniles aunque su crecimiento no es muy rápido como cuando crece en sombra intermedia.

En bosques no intervenidos se asocia con roble (*Quercus oocarpa*), turrá (*Ulmus mexicana*) y jaúl (*Alnus acuminata*); en tacotales o bordes de potreros se asocia con jaúl y burío (*Heliocarpus appendiculatus*)

Usos: su madera es suave y liviana. La albura es de color blanco grisáceo, y el duramen es durable o moderadamente durable, de color pardo-rojizo a gris-anaranjado, con sabor dulce y olor característico debido a los aceites y resinas que posee. Presenta dificultad para preservarse, pero es de fácil secado y fácil para trabajar. No es muy resistente al ataque de hongos e insectos cuando está en plantaciones puras.

Se utiliza en la fabricación de muebles, gabinetes, ebanistería, instrumentos musicales y construcción en general. Este cedro se utilizó en construcciones como las "casas de viguetas" que se hicieron en las partes altas de Cartago.

Nombre común Laurel

Nombre científico *Cordia alliodora*

Familia Boraginaceae

Descripción botánica: árbol caducifolio, incluso en climas no estacionales donde pierde sus hojas por 1-2 meses después de la producción de semilla. En regiones húmedas bajas, es un árbol alto, delgado, de copa angosta, rala y abierta, con mínima

bifurcación, formando un único fuste de 15-20 m, alcanzando alturas hasta 40 m y diámetro de más de 1 m, aunque diámetros cercanos a los 50cm son más comunes.

Corteza color gris/café claro y lisa, aunque en regiones más secas tiende a ser más fisurada. Algunos árboles tienen abultamientos nodales pronunciados de donde se han desprendido las ramas. Los tocones producen rebrotes abundantes, aún en el caso de árboles maduros grandes. Producen néctar y son polinizadas por abejas y otros insectos. Fruto/semilla generalmente se desarrolla solo un embrión por fruto. Los pétalos se vuelven color café y actúan como un paracaídas para la dispersión por el viento. Aunque se utiliza el término semilla principalmente para describir la unidad de dispersión, técnicamente es un fruto seco.

Distribución: es la especie más dispersa de su género, ocurriendo en forma natural desde el norte de México a través de América Central y Sur hasta Paraguay, el sur de Brasil y el norte de Argentina. Crece en gran variedad de climas y suelos. Sobrevivirá bajo sombra ligera y un rango de condiciones nutritivas, como lo demuestra su amplia ocurrencia en áreas degradadas o abandonadas usadas alguna vez para pastizales o agricultura migratoria. Sin embargo, requiere plena exposición y suelos fértiles para crecer vigorosamente.

El rango se extiende desde tierras bajas planas, costeras, de arenas profundas infértiles y poca materia orgánica (Entisoles u Oxisoles), hasta tierras altas montañosas, con suelos volcánicos fértiles, profundos y ricos en materia orgánica (Andepts). A lo largo de su rango geográfico, ocurre bajo una amplia gama de condiciones ecológicas, desde muy húmedas hasta estacionales secas.

Usos: su popularidad radica en el alto valor de su madera para uso local y en mercados nacionales, la abundancia de regeneración natural y que puede ser combinada con otros cultivos (perennes y anuales). Los agricultores favorecen su regeneración dentro de sistemas agroforestales, para lo cual su copa abierta y rala, y capacidad de autopoda la hacen muy apta, permitiendo la producción de madera sin competencia excesiva con los cultivos. Su uso para reforestación en plantaciones puras es un evento relativamente reciente. Aunque la regeneración en potreros es común, el crecimiento es generalmente pobre debido a la compactación del suelo. En zonas secas, con su habilidad de rebrotar,

es una de las especies que más se mantiene en milpas, dando leña y madera para construcciones rurales.

Su crecimiento es particularmente susceptible a la fertilidad del sitio, y por lo tanto la plantación efectiva y económicamente viable estará limitada a sitios fértiles. Su copa rala puede resultar en un alto crecimiento de malezas bajo plantaciones puras, aumentando los costos.

En el Caribe las flores son bien conocidas como una fuente de néctar, dando una miel blanca viscosa. En México se usa una cocción de las hojas como un tónico y estimulante, en particular para casos de tos e infecciones de pulmones.

Se ha usado en muebles, ebanistería en general, puertas, marcos de ventana, tablilla, rodapié, forros interiores y exteriores de casas, molduras y pisos. Se observan también nuevos usos en juguetes, chapas decorativas, artesanías y parquet.

Nombre común Ron- ron

Nombre científico *Astronium graveolens*

Familia Anacardiaceae

Descripción botánica: árbol que alcanza hasta 30m de altura y 80cm de diámetro, copa poco densa, fuste recto, a veces ramificado a baja altura, gambas pequeñas que no alcanzan más de 1m de altura; corteza gris clara, brillante, a menudo moteada con manchas más claras producto del desprendimiento de pequeñas placas, que produce un exudado incoloro y resinoso- pegajoso.

Distribución: en Costa Rica crece en elevaciones de baja a media, desde el nivel del mar hasta los 1500m, generalmente con climas de secos a húmedos, con una precipitación entre 750-3500mm anuales. Se adapta al crecimiento en suelos rocosos y mal drenados, así como fértiles y bien drenados, por lo general en sitios planos o con pendientes relativamente moderados hasta de 30%. Es una especie heliófita, caducifolia a principios de la estación seca, que posee gran adaptabilidad al crecimiento en bosques tanto secos como húmedos. Crece en buena forma en bosques primarios, secundarios, tacotal y charral. Es frecuente en algunas áreas de la provincia de Guanacaste, aún

cuando en la actualidad se explota por su madera. Posee una regeneración relativamente buena, por lo que es común encontrar árboles en edades intermedias, que crecen sobre todo en áreas donde la luz no llega directamente. En el bosque seco esta especie crece asociada con cocobolo (*Dalbergia retusa*), cortez amarillo (*Tabebuia ochracea*), espavel (*Anacardium excelsum*) y aceituno (*Simarouba glauca*) entre otras.

Usos: el uso principal es la madera, para aserrío y construcción, columnas y pilares, vigas para sostener techos, pisos de parquet y escaleras. La madera, de primera calidad en ebanistería, se estima por su gran duración. Se utiliza para la fabricación de muebles finos, puertas, paredes, decoración de interiores, madera tallada, torneados, contrachapados, empaques y embalajes. En Honduras se usa para carpintería fina. En El Salvador la madera ha servido para durmientes, carretas y ebanistería. También se ha usado para arcos para flechas, mangos de cuchillos y cubiertos, navajas, brochas, cepillos, tacos de billar.

Se recomienda para la fabricación de artículos deportivos, bastones, bolos de boliche, culatas para armas de fuego, artesanías, carretes y aisladores.

En Costa Rica se ha probado para pulpa para papel, aunque no es recomendable pues las fibras no aplastan bien y no pegan entre sí. A pesar de su excelente calidad se ha mencionado frecuentemente como preferida para leña en El Salvador, Nicaragua y Honduras, aunque en Masaya y Granada, la frecuencia de uso para leña o carbón es muy baja debido a la escasez.

La especie es importante en apicultura y se reporta que la corteza tiene propiedades medicinales. Se ha encontrado que un compuesto volátil del árbol es repelente de hormigas. Otros usos secundarios mencionados son como jabón en Masaya y Granada, Nicaragua y para protección de fuentes de agua en Guanacaste, Costa Rica.

5.4 Descripción del mercado de los productos obtenidos en la finca al implementar el sistema integrado de producción

Los productos brindados por este sistema son la leche entera generada en la actividad de ganadería semi estabulada y la venta de carne de tilapia cultivada artesanalmente.

En vista de que la finca Agropecuaria los Juncos tiene contrato de venta de leche con la empresa Sigma Alimentos S.A., se mantiene para este proyecto a dicha empresa como compradora de la producción láctea, los precios de compra son establecidos por la misma. En cuanto al precio para la venta de la carne de tilapia se realizó por un muestreo de productores aledaños a la zona en estudio el cual ronda los ϕ 1700 por kilo, y, finalmente, en la parte de reforestación por la ubicación de las nacientes, debido a la cercanía de la finca con la cuenca del Río Birris y la existencia de tres nacientes distribuidas en diferentes puntos, la misma se encuentra en zona protegida porque la legislación nacional no permite la tala de árboles, por lo tanto no se puede destinar ingresos por los árboles maderables.

Política de venta y precios

La política de venta para la leche es en un contrato con la empresa Sigma Alimentos S.A., y los precios son establecidos por la misma empresa. Para la carne de tilapia los precios son establecidos por la oferta y demanda del mercado de influencia.

5.4.1 Análisis financiero

Dentro del análisis financiero se compararon dos escenarios, los cuales son:

- 1) Flujo de caja puro (o sin financiamiento),
- 2) Flujo de caja del inversionista (o con financiamiento).

La estructura de cada flujo será la misma planteada para el sistema tradicional de producción de ganado de leche.

5.4.2 Inversiones necesarias en la finca Agropecuaria Los Juncos S.A. para cambiar del sistema extensivo al sistema integrado de producción

Para este sistema el análisis de inversiones es mayor que el sistema extensivo, debido a que la finca debe realizar importantes inversiones en infraestructura para poder cumplir con todo lo planteado en el sistema integrado. Al partir de esta premisa, actualmente la finca se ve en la necesidad de adquirir un equipo mecánico de ordeño y construir dos cuadras para vacas y un área para los terneros, el biodigestor, el área de descanso para las vacas, un estanque y una bodega para las tilapias.

No se tomará en cuenta el valor del terreno y tampoco se le dará un valor de alquiler, debido a que el terreno es un costo hundido en ambos proyectos Ver anexos de inversiones sistema integrado cuadros 22-32.

5.4.3 Balance de personal

El costo de mano de obra constituye uno de los principales ítems de los costos de operación de un proyecto. La elaboración del balance de personal permite sistematizar la información referida a la mano de obra y calcular el monto a la remuneración del periodo, la finca Agropecuaria Los Juncos requiere de tres empleados y administrador de medio tiempo, esto por la cantidad de actividades que se deben realizar. Ver anexo cuadro 35.

5.4.4 Otros costos

Están constituidos por el balance de materiales o materia prima, balance de insumos generales o de insumos básicos. Ver anexos cuadros 33-34, 36-49.

5.4.5 Ingresos

Los ingresos dependen de la venta de leche, terneros, vacas de desecho y la carne de tilapia generada durante los años de la actividad. Los precios se detallan en los anexos cuadros 50-54.

5.5 Aspectos legales para implementar el sistema integrado de producción

El aspecto legal de mayor relevancia fue la obtención de las concesiones de uso del agua otorgadas por MINAET luego de haber obtenido la viabilidad ambiental en la Secretaría Técnica Ambiental SETENA.

VI EL POTENCIAL Y LA IMPORTANCIA SOBRE LA PROTECCIÓN DEL RECURSO HIDRICO

El aumento en la población tanto en nuestro país, como a nivel mundial se ha dado en forma constante; con el paso de los años se estima que seguirá en aumento y junto con ello la necesidad de agua para consumo humano, riego, producción industrial y generación de energía hidroeléctrica también irán en aumento. Por otra parte, conforme aumenta la calidad de vida de las personas también aumenta las necesidades de este líquido.

Según el Séptimo Informe del estado de la Nación, el agua tanto dulce como salada, no ha recibido la atención necesaria, debido a que se trata de un recurso relativamente abundante, y de que existe escasa información; no obstante, en la actualidad se encuentra bajo serias amenazas.⁹⁵

Desde hace algunos años se hace evidente la necesidad de realizar estudios científicos y técnicos para reconocer la distribución del recurso, los volúmenes de aprovechamiento, el grado de contaminación y contenido bacteriológico, etc. Últimamente diferentes instituciones tales como el Centro Científico Tropical (CCT), el Centro Internacional en Política Económica de la Universidad Nacional (CIMPE), el Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE); han realizado estudios y metodologías para determinar los costos económicos y ecológicos para mantener la producción de agua de manera sostenible.

En nuestro país, el estado otorga concesiones para la administración de este recurso ya que este es un bien de dominio público, por esto toda persona física o jurídica, pública o privada requiere de esta para su aprovechamiento temporal. Las concesiones son otorgadas por el Departamento de Aguas del Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). Actualmente se tienen 4,500 concesiones anuales vigentes, a excepción de las instituciones públicas tales como el Instituto Costarricense

⁹⁵ Séptimo Informe Estado de la Nación PNUD 2002.
[\[196.40.23.180/biblio/cedil/estudios/estudios/ambiente.htm\]](http://196.40.23.180/biblio/cedil/estudios/estudios/ambiente.htm), 21 septiembre 2006.

de Acueductos y Alcantarillados (AyA) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Para el año 2002, un 98,2% del agua total utilizada en las diferentes actividades humanas en Costa Rica, son provenientes de aguas superficiales. Estas se utilizan en su mayoría para:

- La producción de energía hidroeléctrica (69%),
- agrícola (28,3%),
- consumo humano (1,0%),
- e industrial (1,8%).

Sin embargo, el departamento de aguas del MINAET, cuenta con la información de agua concesionada pero no con la información de los volúmenes consumidos.

Entre las principales cuencas que poseen explotación privada/pública con concesiones registradas de aguas son: Río Tempisque, Río Grande de Tárcoles, Río Grande de Térraba, Río Reventazón, Río San Carlos, Río Bebedero y Río Parrita.⁹⁶

El sector agrícola es el segundo sector más importante usuario del agua, después de la producción de energía hidroeléctrica. Pero si se toma en cuenta que estos proyectos regresan el recurso al sistema, se nota que realmente la agricultura es el mayor extractor de agua superficial del ecosistema. Este sector produce una externalidad negativa en el recurso hídrico, dado que en Costa Rica se tiene el más alto consumo de agroquímicos de la región Centroamericana. Este tipo de insumo agrícola no solo afecta los suelos y el ambiente, sino que además se filtra hasta llegar a los mantos acuíferos contaminándoles. Igualmente los químicos regados por aspersión, afectan la flora y la fauna, llegan fácilmente a los ríos y el que se queda en las capas superficiales del suelo es lavado en épocas de lluvia hasta llegar a las corrientes fluviales.

En la actualidad existe una normativa de regulación del agua, pero ésta no constituye una política como tal, que oriente la formulación de leyes para su aplicación. Esta carencia impide la definición de prioridades para el uso del recurso. Esto se agrava por la existencia de controles muy débiles, que se traducen en escaso o nulo seguimiento y

⁹⁶ Segura, O; Miranda, M (2004). Agenda ambiental del agua en Costa Rica. Heredia.

monitoreo de las normas y reglamentos establecidos. Además, la escasa evaluación y la sanción monetaria extremadamente baja no ejercen una función desalentadora, que induzca a los actores sociales a cambiar sus conductas de escasa valoración del agua, la cultura del desperdicio, la disposición de desechos sólidos y el vertido de sustancias contaminantes directamente a los cuerpos de agua, etc.⁹⁷

La política ambiental posee instrumentos que son los medios que permiten alcanzar los objetivos, el canon de aprovechamiento del agua es un instrumento de política ambiental para protección del recurso hídrico pero muestra graves deficiencias. Por ejemplo, las tarifas de explotación del recurso son muy bajas y regresivas (entre más se extrae, más barato por litro). Al no contar con medidores de uso, no se sabe el volumen verdadero de uso del agua. Para promover un uso adecuado del agua implica no solo introducir hidrómetros, sino además la introducción de tarifas escalonadas.

6.1 Internalización del valor del agua

No existe una verdadera incorporación de valor del agua en la tarifa, canon o derecho que se cancela a la hora de obtener un servicio público con insumo el agua o bien aprovecharla directamente de la fuente en forma privada, como es el caso que se estudia.

Si bien es viable rescatar que leyes como la Ley Orgánica del Ambiente (No. 7593 de octubre de 1995), disponen los principios para retribuir al ambiente a través del cobro por el aprovechamiento del recurso hídrico, su sostenibilidad ambiental; no se han creado los mecanismos que permita implementar el cobro real del valor del agua, además no se debe confundir entre este valor con el pago de servicios ambientales destinado a la conservación, regeneración y protección de bosques, esto último con alguna experiencia en Costa Rica, tímidas pero al fin importante, que no obedece una política nacional.

Actualmente el generador privado debe cancelar un canon por concepto del aprovechamiento del agua asignada en concesión, dispuesto en la Ley de Aguas de

⁹⁷ Segura, O; Miranda M, (2004). Agenda ambiental del agua en Costa Rica. Heredia, EFUNA.

1942, este derecho actualmente se dispone a través de Decreto Ejecutivo y vigente desde febrero de 1998.

La estructura actual del canon dispone como mayor valor el pago en el uso de agua superficial en el uso hidroeléctrico respecto a otros sectores, sin embargo no llega a representar el verdadero valor del recurso; se estima solamente para proveer el contenido económico del presupuesto administrativo del Departamento de Aguas del Instituto Meteorológico Nacional- Ministerio del Ambiente y Energía, destinado a cubrir las necesidades básicas del gasto de la Gestión.

Si se observa a este pago como la cancelación del valor de agua, se tendría que una totalidad de un presupuesto de 100 millones de colones (\$300,000.00) el uso hidroeléctrico contribuye aproximadamente con un 25 %, sin embargo el canon actual está muy por debajo del valor del agua que se debería cobrar para retribuir al medio ambiente su sostenibilidad.

6.2 Requisitos para el derecho de uso de agua en Costa Rica

En Costa Rica el trámite para poder optar por una concesión de agua se realiza por medio de la Secretaria Técnica Nacional Ambiental (SETENA).

El reglamento tiene como objetivo definir los requisitos y procedimientos generales por los cuales se determinará la viabilidad (licencia) ambiental a las actividades, obras o proyectos nuevos, que por ley o reglamento, se han determinado que pueden alterar o destruir elementos del ambiente o generar residuos, materiales tóxicos o peligrosos; así como, las medidas de prevención, mitigación y compensación, que dependiendo de su impacto en el ambiente, deben ser implementadas por el desarrollador. Por su naturaleza y finalidad, el trámite de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) debe haberse completado y aprobado previo al inicio de actividades del proyecto, obra o actividad.⁹⁸

⁹⁸ Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N° 31849 - MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC

Esto es particularmente relevante cuando se trate de la aprobación de anteproyectos, proyectos y segregaciones con fines urbanísticos o industriales, trámites pertinentes al uso del suelo, permisos constructivos y aprovechamientos de recursos naturales.

Todo esto definido en el Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N° 31849 -MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC.⁹⁹

El artículo 4 de dicho documento establece a las actividades, obras o proyectos nuevos, que están sujetos a trámite de obtención de viabilidad (licencia) ambiental ante la SETENA, según el artículo 17 de la Ley Orgánica del Ambiente, se dividen en:

1. Aquellas actividades, obras o proyectos para los cuales existe una ley específica que ordena el cumplimiento del trámite; tienen ante SETENA su respectiva numeración.
2. Las demás actividades, obras o proyectos no incluidos en la primera numeración, aparecen ordenados en la categorización general.

Del artículo 5 al 10 se establece que el desarrollador conozca de forma preliminar el potencial impacto ambiental de su actividad, obra o proyecto, e identifique la ruta de trámite a seguir dentro del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, la SETENA dispone de dos criterios complementarios de evaluación: la categorización general y la calificación ambiental inicial de las actividades, obras o proyectos.

Mediante una evaluación técnica especializada, se realizó una categorización general de las actividades, obras o proyectos, según su impacto ambiental potencial (IAP). Con base en los resultados de esta evaluación elaboraron un listado que ordena dichas actividades, obras o proyectos en tres categorías de IAP:

- ✓ Categoría A: Alto Impacto Ambiental Potencial.
- ✓ Categoría B: Moderado Impacto Ambiental Potencial. Esta categoría, se subdivide a su vez en dos categorías menores a saber:
 - Subcategoría B1: Moderado – Alto Impacto Ambiental Potencial, y
 - Subcategoría B2: Moderado – Bajo Impacto Ambiental Potencial.
- ✓ Categoría C: Bajo Impacto Ambiental Potencial.

⁹⁹ Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N° 31849 - MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC

Las actividades, obras o proyectos, están categorizados, según criterios que definen la naturaleza del proceso y que incluyen los siguientes datos:

1. Tipo o naturaleza del proceso productivo o las actividades que deben ser desarrolladas para la ejecución de la actividad, obra o proyecto, en relación con el riesgo ambiental tomando en consideración los impactos ambientales (efectos ambientales combinados, acumulativos o individuales) de las actividades, obras o proyectos que ya operan en el país.
2. Criterio técnico de experto, desarrollado en el tiempo durante el proceso de elaboración del Listado de EIA, por personeros de la SETENA y de un equipo multidisciplinario de profesionales de entidades públicas y privadas.
3. Otros criterios de dimensión son: tamaño de la actividad, obra o proyecto, en función de número de unidades que participan en su ejecución y operación; superficie (en m² o Hectáreas –Ha) que cubre la actividad, obra o proyecto.

En adición a la categorización general establecida en el Artículo 6, el desarrollador deberá realizar una calificación ambiental inicial, para lo cual deberá llenar y complementar un documento de evaluación ambiental, según corresponda a la actividad, obra o proyecto que va a desarrollar.

6.3 Documentos de evaluación ambiental

Existen dos tipos de formularios para la evaluación ambiental los cuales son:

a) Documento de evaluación ambiental - D1

Deberá ser utilizado por las actividades, obras o proyectos de categoría de alto y moderado IAP (A, B1 y B2 sin plan regulador aprobado por SETENA), según lo establecido en este reglamento. El D1 incluirá la información que se indica a continuación, a la que además se le deberá acompañar la documentación que se especifica en este artículo.

El D1 deberá ser firmado por el desarrollador de la actividad, obra o proyecto, conjuntamente con un consultor ambiental, cuyas firmas deberán ser autenticadas, en caso contrario, deberán presentarse ambos a la SETENA con sus respectivas identificaciones, a firmar delante del funcionario de la SETENA.

Tanto la solicitud que contiene la información que se estipuló en el presente artículo como la información señalada en la matriz básica de identificación de impactos ambientales acumulativos, debe declararse bajo fe de juramento de que es verídica, actual y verdadera; en caso contrario pueden derivarse consecuencias penales del hecho.

b) Documento de evaluación ambiental -D2

El Documento de Evaluación Ambiental D2 deberá ser presentado por el desarrollador de las actividades, obras o proyectos categorizados como de bajo IAP (C y B2 con plan regulador aprobado por SETENA) según lo define el Reglamento.

Asimismo, deberá ser firmado por el desarrollador de la actividad, obra o proyecto y debidamente autenticada, en caso contrario, deberá presentarse a la SETENA con su respectiva identificación, a firmar delante del funcionario de la SETENA.

Para el caso particular del agua el documento de evaluación ambiental que hay que presentar, depende de si es agua superficial, subterránea, trasvase y movimiento de causes. La finca de estudio posee aguas de tipo superficial y las aguas superficiales están clasificadas según la cantidad de metros cúbicos por día, como se establece en el cuadro 6.1

Cuadro 6.1

Captación, depuración y distribución de agua

Descripción de la actividad	A	B1	B2	C
Aprovechamiento (concesión) de aguas superficiales, si no forma parte integral de un proyecto.	Mayor que 200 m³/día	de 50 hasta 200 m³/día	de 5 hasta 50m³/día	de 0 hasta 5m³/día

Fuente: SETENA, 2007

Para el caso particular de la finca Agropecuaria los Juncos S.A., el aforo de agua realizado en la época de verano reportó una producción de un litro de agua cada 0.52

segundos en promedio. Lo que es igual a una producción diaria de agua de aproximadamente 165.09 m³.

Según el estudio de aforo de agua el documento que corresponde realizar para la SETENA es el D1, esto debido a que la producción se encuentra en la casilla B1 según el cuadro de captación, depuración y distribución de agua.

Dicho estudio actualmente tiene un costo aproximado de ¢150.000.00

La estimación del valor del agua como promedio ponderado entre los distintos sectores Según Barrantes para el país es la siguiente¹⁰⁰:

Cuadro 6.2

**Estimación del valor del agua como un promedio ponderado entre los distintos sectores
En metros cúbicos**

Sector	Volumen mill/m³	Valor del agua ¢/m³
Doméstico	728.18	2.01
Industrial	388.92	12.44
Turismo	24.09	24.24
Agrícola	4628.21	2.07
Hidroenergía	14092.56	2.23
Promedio		2.41

Fuente: Barrantes G, 2006

Precios para agua de uso agrícola canon de agua dependen de la actividad

Artículo 3º- El canon por concepto de aprovechamiento de aguas contempla el valor de uso del agua y el servicio ambiental de su protección.

Artículo 4º- El canon de aprovechamiento se calcula diferenciado para los diversos usos, considerando el valor agregado de las aguas subterráneas y contempla los costos de: administrativos de gestión, monitoreo hidrológico y meteorológico, planificación, control, investigación, así como los costos de conservación, mantener, recuperar los ecosistemas y las cuencas hidrográficas en las zonas de importancia de régimen hídrico.

¹⁰⁰ Barrantes, G. (2006). Evaluación del servicio ambiental hídrico y su aplicación al ajuste de cánones y tarifas de agua.

Artículo 5° - Toda persona física o jurídica, pública o privada, deberá reconocer el uso al Ministerio del Ambiente y Energía del canon de aprovechamiento correspondiente, el cual se cobrará con base al volumen, en unidades de metros cúbicos anual, asignado en concesión o inscrito en el Registro Nacional de Aprovechamiento de Aguas y Cauces.

Cuadro 6.3

Decreto: canon ambientalmente ajustado para el aprovechamiento de aguas en Costa Rica

Uso	Canon (¢/m ³)	
	Agua superficial	Agua subterránea
Consumo humano	1.46	1.63
Industrial	2.64	3.25
Agroindustrial	1.9	2.47
Turismo	2.64	3.25
Agropecuario	1.29	1.40
Piscicultura	0.12	0.16
Hidroeléctrico	0.12	-

Fuente: Barrantes G, 2006

Artículo 6° En el caso de los usos de consumo humano, Industrial, agroindustrial, turismo, agropecuario y piscicultura, el canon estipulado en el artículo 5 se implementará gradualmente en un período de siete años. El primer año se cobrará el 10 % del valor total; incrementándose en forma acumulada cada año un 15 % del valor en los restantes seis años, hasta alcanzar en el año siete el 100 % del canon

Artículo 9° A partir del octavo año el Ministerio del Ambiente y Energía aplicará un incremento a los valores del canon total en cada uno de los usos, calculado con base en la inflación acumulada del año anterior, conforme los datos del Banco Central y registrará a partir del mes de enero de cada año siguiente.

Artículo 11° El 50% de los ingresos totales serán destinados a facilitar una gestión integral de aguas a nivel nacional, que sea realizada por el Departamento de Aguas u otra institución del sector hídrico.

Artículo 12° El restante 50% de los ingresos totales por concepto del canon, deberán invertirse en la cuenca que los genera, en conservación, mantenimiento y recuperación de ecosistemas, tanto en áreas privadas como en las Áreas Silvestres Protegidas del Estado. En ambas casos, se aplicaran en zonas de importancia como garantes de la sostenibilidad del régimen hídrico y consecuente oferta de agua en cada una de las microcuencas o cuencas, a fin de garantizar su aprovechamiento multiuso.

VII ANÁLISIS COMPARATIVO DE AMBOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

7.1 Análisis comparativo basado en el principio de sostenibilidad

Según Hünne Meyer *et al.* (1997), al hablar de sostenibilidad es necesario contemplar tres dimensiones: la ecológica, económica y social. En lo ecológico el sistema debe mantener sus recursos fundamentales para su sobrevivencia, en lo económico debe producir rentabilidad estable y persistente, y en lo social sus beneficios y costos deben ser distribuidos equitativamente. Se considera que si se quiere determinar los progresos en sostenibilidad, es necesario medirla y evaluarla a través del tiempo. Para Ammour y Reyes (2000) dicho esfuerzo debe ser dirigido a los sistemas de producción, ya que es en la unidad familiar dónde finalmente se toma las decisiones de qué?, cómo?, donde? y cuándo? producir y conservar? La metodología “*Indicadores de Sostenibilidad*” propuesta por Müller (1996), es una de las más apropiadas utilizadas para realizar la medición y evaluación en la finca.¹⁰¹

El objetivo de la investigación fue generar indicadores en las dimensiones técnica, económica, ecológica y social que permitieran evaluar el estado actual en sostenibilidad en un sistema extensivo y semi intensivo de producción de leche.

A la hora de evaluar los indicadores, se utilizará un intervalo de calificación de 1 a 5; siendo 1 una situación positiva y 5 una situación negativa, como se detalla a continuación:

2 = mejoramiento 2 = conservación 3 = carga 4 = daño 5 = destrucción.

7.1.1 Indicadores ecológicos

7.1.1.1 Recurso suelo

a) Compactación superficial

La compactación del suelo se refiere a un aumento de su densidad como resultado de presiones o cargas aplicadas al mismo. Este fenómeno se debe a la comprensión de

¹⁰¹ Hünne Meyer AJ; de Camino R; Müller S. 1997. *Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica: indicadores para la agricultura y los recursos naturales*. Ed. M Araya. San José, CR, GTZ. P. 19-27. (Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible n°. 4).

partículas sólidas, la compresión de líquidos y gases dentro del espacio poroso, al reacomodo de las partículas y a cambios en el contenido de líquidos y gases.

Las principales fuerzas de compactación son la lluvia, la maquinaria agrícola y la carga animal. La lluvia desintegra los agregados, dispersa la arcilla y favorece la compactación superficial, aumentando la densidad aparente de los primeros centímetros de suelo; este fenómeno está asociado con un bajo contenido de materia orgánica y altos contenidos de limo y sodio.¹⁰²

Para medir el grado de compactación en el suelo se utilizan tres índices conocidos:

- a) Densidad aparente, indicador del grado de compactación del suelo y de porosidad total así como también es un estimador del peso de la capa arable. La densidad aparente en los suelos es de 600 a 1800 kg/m³. Sin embargo en suelos derivados de cenizas volcánicas, como es el caso de la finca en estudio, volúmenes mayores a 1200 kg/m³, son valores altos y pueden reflejar un manejo inadecuado del suelo.
- b) Espacio aéreo, es la fracción de porosidad total que es ocupada por el aire, se dice que el valor límite de espacio aéreo de 10% es el mínimo aceptable para el desarrollo de raíces.
- c) La resistencia del suelo a la penetración, es la fuerza que este opone a un instrumento de prueba que estimula el efecto de penetración de las raíces.¹⁰³

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 5

Comentario: Se califica con 5 o destrucción, debido a que en las aéreas de pastoreo tradicionales con poca incidencia de arboles existe poca biodiversidad y bajos índices de carbono y el efecto de los animales genera un alto grado de compactación.

¹⁰² José M Agüero, Alfredo Alvarado. Compactación y compactibilidad de suelos agrícolas y ganaderos de guanacaste, Costa Rica..*Agronomía Costarricense* 7 (1-2): 27-33 1983.

¹⁰³ Cabalceta G, Henríquez C. Guía practica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. Editorial Universidad de Costa Rica. Primera edición San José Costa Rica 1999.

Usos de la Tierra en fincas Ganaderas: Guía para el pago de servicios ambientales en el proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. CIPAV-CATIE. Primera edición. 2003. Cali Colombia

Sistema integrado de producción

Calificación: 3

Comentario: Se califica con 3 o carga, debido a que la presencia de especies nativas de árboles mejora la biodiversidad y el índice de captura de carbono.

b) Erosión aparente

La superficie terrestre cambia continuamente su fisonomía; en ella se operan una serie de cambios por lo general graduables y lentos debido a la erosión, aunque a veces pueden manifestarse de forma violenta y causar efectos desastrosos. La materia desprendida de unas regiones es transportada a otras, donde se deposita en forma de sedimentos. La erosión se origina por distintas causas, tales como el arrastre de los glaciares, la lluvia, el fluir de los ríos, el oleaje, el viento y la acción humana.¹⁰⁴

La aplicación del modelo Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), permitió determinar las áreas críticas de producción de sedimentos alrededor de la cuenca del río Birris (Marchamalo,2004), como se muestra en el cuadro 7.1.

Cuadro 7.1
Estimación de la erosión mediante la USLE en la cuenca del Río Birris

Erosión (t/ha/año)	Clase	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
< 10	Erosión baja	3.212	67 %
10 50	Erosión moderada	241	5 %
50 200	Erosión severa	1.140	24 %
> 200	Erosión muy severa	209	4 %
	Total	4.802	100 %

Fuente: M.Marchamalo. 2004.

Según Marchamalo, 2004, la cantidad de erosión en toneladas por hectárea por año para el área de la cuenca del Río Birris, en la cual se encuentra la finca en estudio, es de 0.4 para el uso del suelo como potrero y de 0.2 para el uso del suelo como pasto de corta, produciéndose en pasto de corta una reducción en la erosión de un 57% con respecto al potrero tradicional.

¹⁰⁴ Arias Jimenez Ana Cecilia,2001. Suelos tropicales. San José Costa Rica. EUNED. Pp120

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 2

Comentario: se le da la calificación de 2 o conservación, debido a que se observa erosión en la finca y al compararlo con el análisis de Marchamalo (2004) para la misma cuenca del río Birris se estima una erosión aproximada de 0,4 toneladas por hectárea por año, por lo que la erosión presente en los potreros es baja, ya que se erosionan menos de diez toneladas por año.

Sistema integrado de producción

Calificación: 1

Comentario: Se le da la calificación de 1 o mejoramiento debido a que el desarrollo de pasto de corta en la finca genera menor erosión, siendo ésta de 0,2 toneladas por hectárea por año, según Marchamalo (2004), además dicho sistema incluye la siembra de árboles maderables y árboles ornamentales, por lo que se espera niveles inferiores de erosión en partes de la finca.

c) Contenido de materia orgánica en el suelo

Un suelo rico en material orgánica se caracteriza por aspectos como:

- ✓ Un suelo suelto y una estructura del suelo suave y con muchas cavidades
- ✓ Las partes visibles de la material orgánico actúan como pequeñas esponjas
- ✓ Muchos organismos del suelo benéficos se alimentan de material orgánico
- ✓ La materia orgánica provee un medio adecuado para los organismos del suelo
- ✓ Las partes no visibles de la material orgánica actúan como adhesivo, adhiriendo las partículas del suelo entre si
- ✓ Buena aireación e infiltración del agua de lluvia y de irrigación

La materia orgánica favorece tanto el movimiento de agua y aire como la retención de agua en el suelo, debido a que distribuye en forma equilibrada los tipos de poros; también disminuye la densidad aparente, ya que incorpora materiales menos densos dentro de un mismo volumen. El color es otra característica determinada por la materia

orgánica. Los niveles propuestos de materia orgánica en los suelos de Costa Rica se muestran a continuación:

Cuadro 7.2
Niveles de materia orgánica en suelos de Costa Rica

Suelo	Niveles de materia orgánica en %		
	Bajo	Ámbito normal	Alto
Inceptisoles bien drenados	<5	6-8	>10
mal drenados	<8	10-12	>14
Entisoles	<5	7-9	>10
Alfisolos	<2	3-5	>8
Ultisoles			
Andisoles	<9	14-16	>20
Vertisoles	<1	2-3	>6
Mollisoles	<3	5-6	>10

Fuente: Cabalceta y Mata, 1999.

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 4

Comentario: Se le da la calificación de 4 o daño, debido a que no es un suelo suelto, la infiltración es deficiente sin embargo existen algunos microorganismos.

Sistema integrado de producción

Calificación: 3

Comentario: Se le da la calificación de 3 o carga, debido a que en este sistema se mejora la materia orgánica en el suelo y exista una menor compactación y, mayor infiltración del agua en el suelo en los pastos de corta y en las zonas destinadas a la reforestación.

7.1.1.2 Recurso hídrico

a) Calidad del agua

El término calidad del agua es relativo referido a la composición del agua, en la medida en que ésta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.

Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo, sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada.

De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua, variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.¹⁰⁵

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 4

Comentario: Se le da la calificación de 4 o daño, debido a la cercanía de los potreros con las fuentes de agua, por lo que las muestras analizadas en el Laboratorio de Tecnología de aguas de la Universidad de Costa Rica, reportó, el día 4 de setiembre del año 2007, que la calidad del agua no es apta para el consumo humano pero si para uso agrícola. (Ver anexo análisis de agua)

Sistema integrado de producción

Calificación: 2

Comentario: Se le da calificación de 2 o conservación, debido a que se toman medidas de protección de nacientes con la siembra de árboles alrededor de las mismas, por lo que se espera a futuro tienda a mejorar la cantidad y calidad del agua.

¹⁰⁵ Calidad de agua. [http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua]. 17 de abril 2007

b) Cantidad de agua utilizando la técnica del aforo

El aforo de una corriente de agua es la medida del caudal circulante que pasa por una sección en un momento determinado: $Q = v \cdot S$, donde v es la velocidad de la corriente y S es la sección que es atravesada por la corriente.¹⁰⁶

Se realizaron los aforos de agua en época seca, los cuales dejaron como resultado los siguientes datos para los tres distintos ojos de agua:

- 1- 1 litro de agua por cada 27 segundos en promedio,
- 2- 1 litro de agua por cada 61,43 segundos en promedio,
- 3- 1 litro de agua por cada 6 segundos en promedio.

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 4

Comentario: Se le da la calificación de 4 o daño, debido a que las nacientes se encuentran desprotegidas (poca presencia de árboles), además del pastoreo de los animales muy cerca de las mismas, por lo que la vegetación es mínima lo que puede provocar disminución en la cantidad de caudal de agua de las nacientes.

Sistema integrado de producción

Calificación: 2

Comentario: Se le da una calificación de 2 o conservación, debido a que se implementa un programa de reforestación para la protección de las nacientes, con el objetivo de proteger, mantener y mejorar los niveles del agua .

c) Protección de fuentes de agua mediante la reforestación

La reforestación es una operación en el ámbito de la silvicultura destinada a repoblar zonas en las cuales en el pasado estaban cubiertas de bosques y estos han sido eliminados por diversos motivos como pueden ser:

¹⁰⁶ Aforo. [<http://www.arghys.com/construccion/aforos.html>]. 17 de abril 2007

- Explotación de la madera para fines industriales y/o para consumo como combustible;
- Ampliación de la frontera agrícola;
- Ampliación de áreas urbanas; etc.

Por extensión se llama también reforestación a la plantación más o menos masiva de árboles, en áreas donde estos no existieron, por lo menos en tiempos históricos.

La reforestación puede estar orientada a:

- Mejorar el desempeño de la cuenca hidrográfica;
- Producción de madera para fines industriales;
- Crear áreas de protección para el ganado, en sistema de producción extensiva;
- Crear barreras para protección de cultivos contra el viento;
- Frenar el avance de las dunas de arena;
- Proveer de madera para uso como combustible doméstico;
- Crear áreas recreativas.

Para la reforestación pueden utilizarse especies autóctonas (que es lo recomendable) o especies importadas, generalmente de crecimiento rápido. Las plantaciones y la reforestación de las tierras deterioradas, y los proyectos sociales de siembra de árboles, producen resultados positivos, por los bienes que se producen, y por los servicios ambientales que prestan.¹⁰⁷

Además se realizó la calificación según el artículo 33 de la Ley Forestal 7575, denominada *áreas de protección*; en el cual se declaran áreas de protección las siguientes:

- a) Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal.
- b) Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.

¹⁰⁷ Reforestación [<http://es.wikipedia.org/wiki/Reforestaci%C3%B3n>] 22 de mayo 2007.

c) Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.

d) Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley.¹⁰⁸

A partir de este artículo se estableció el perímetro adecuado de área protegida que debe de existir alrededor según el criterio de experto, de cada naciente como se detalla a continuación:

Cuadro 7.3
Área protegida alrededor de nacientes
En metros cuadrados

Calificación	Mejoramiento	Conservación	Carga	Daño	Destrucción
	1	2	3	4	5
Área protegida m ²	100 m ² o más	50 m ²	Entre 50m ² y 25 m ²	Entre 25m ² y 0m ²	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 5

Comentario: Se otorga la calificación de 5 o destrucción debido a que bajo este sistema no se realiza ninguna práctica de reforestación alrededor de las nacientes u ojos de agua de la finca. Lo cual produce gran pérdida de agua por el proceso de evaporación durante el día.

Sistema integrado de producción

Calificación: 3

Comentario: Se otorga esta calificación de 3 o carga debido a que se reforesta pero aun así no se cumple con el mínimo de área establecido por la Ley forestal 7575.

¹⁰⁸ Ley forestal, [www.leyforestal.com] 14 de agosto 2007.

7.1.1.3 Estrategias de manejo para ganadería

a) Promedio de producción animales (kilos de leche anual)

Se define como la producción de leche que se obtiene de una vaca en el periodo de lactancia en un año y está determinado por el intervalo entre partos. Si se calcula el promedio diario de producción para cada día de intervalo entre partos, éste será representativo de su producción diaria en cada día de vida en ese periodo y en un año será ese promedio por 365 días, y por ello:

$$\text{Producción anual de leche por hato} = \frac{\text{producción en lactancia}}{\text{el intervalo entre partos}} * 365 \text{ días}$$

Es la cantidad de leche producida por una hembra adulta promedio.

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 3

Comentario: Se otorga la calificación de 3 o carga, debido a que los avances en el modelo de pastoreo tradicional se basan en genética, mejoramiento de pastos y nutrición del animal pero carece de cambios para tratar de mitigar el efecto del clima sobre la producción, por lo que la producción anual del hato es más baja que en el estabulado.

Sistema integrado de producción

Calificación: 2

Comentario: Se otorga la calificación de 2 o conservación debido a que este modelo contempla todos los aspectos del modelo extensivo de producción pero además reduce el efecto negativo del clima sobre la producción, por lo que mejora promedio de producción.

b) Disponibilidad de pastos de corta para el ganado

Consiste en el uso de forrajes de corte alto, de gran crecimiento y producción por área, son cortados y suministrados en el comedero de los animales este tipo de suministro de pasto es utilizado donde el rebaño es numeroso, se dispone de mano de obra y la tierra para pasto resulta escasa y cara. Se recomienda este tipo de forraje para las hembras en pastoreo durante el verano para mejorar la alimentación o cuando las vacas se mantienen en confinamiento o semiconfinamiento.

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 2

Comentario: Se le da la calificación de 2 o conservación debido a que desde el punto de vista de producción para el sistema extensivo, la presencia para pastos de corta no influye en la producción debido a que el hato dispone de pastos de piso.

Sistema integrado de producción

Calificación: 1

Comentario: Se le da la calificación de 1 o mejoramiento, debido a que la existencia de pastos de corta tiene la ventaja de que en épocas críticas de pastos de piso ya sea por sequía o temporal, el ganado no va a tener faltantes de pasto en la alimentación.

c) Alimentación suplementaria

La función de los suplementos es proporcionar la energía, proteína y minerales necesarios para producir leche que no son suplidos por los forrajes. Un buen suplemento debe de suministrar proteína suficiente para complementar la de los forrajes, contener cantidades suficientes de energía, ser palatable (apetecible) y de buena calidad, proporcionar minerales suficientes y cubrir todas las necesidades con un costo mínimo.

Los ingredientes más utilizados en la preparación de los suplementos para ganado bovino son los subproductos de la molienda de granos (afrecho o salvado de arroz, afrecho y afrechillo de trigo), los granos de cereales (maíz y sorgo), subproductos agroindustriales (urea y melaza), subproductos de aceite (harina de semilla, de algodón

y harina de soya), subproductos de origen animal (harina de carne y hueso, harina de sangre y harina de pescado) además normalmente se incluyen suplementos minerales y vitamínicos en la mezcla de concentrados.

Sistema extensivo de producción

Calificación: 2

Comentario: Se le da la calificación de 2, conservación, debido a que bajo el sistema de producción extensivo la única alimentación complementaria al pasto es el concentrado y los minerales.

Sistema integrado de producción

Calificación: 1

Comentario: Se le da la calificación de 1 o mejoramiento, debido a que en el sistema en confinamiento, además de pastos de piso, concentrado y minerales se complementa la alimentación con pastos de corta, grasa, y levaduras.

d) Manejo y aprovechamiento del estiércol y efluentes

Se entiende por gestión de los residuales a las acciones deberá seguir las fincas dentro de la gestión ambiental, con la finalidad de prevenir y/o minimizar los impactos ambientales que se pueden ocasionar los desechos sólidos en particular y por plan de manejo se entiende el conjunto de operaciones encaminadas a darles el destino más adecuado desde el punto de vista medioambiental de acuerdo con sus características, que incluye entre otras las operaciones de generación, recogida, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final. (Ciclo de vida de los residuales).

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 4

Comentario: Se le da la calificación de 4 o daño, debido a que el sistema extensivo carece totalmente de manejo de estiércol y efluentes.

Sistema integrado de producción

Calificación: 1

Comentario: Se le da la calificación de 1 o mejoramiento, debido a que bajo el sistema en confinamiento se da un aprovechamiento del estiércol y su efluente mediante el proceso de biodigestión,

e) Diversidad de actividades mediante sistemas agroforestales en la finca

Se entiende como la integración de árboles y cultivos en sistemas agroforestales, esta puede ser espacial y/o temporal. La integración espacial, se cultiva al mismo tiempo con diferentes especies, con la intención de maximizar el uso del agua, nutrientes y luz. La integración temporal, se intenta escalonar en el tiempo el uso de los recursos por diferentes componentes, tal es el caso de árboles y cultivos sembrados en diferentes meses e incluso en diferentes años.

Combinar cultivos o ganado con árboles de “servicio”, que son los que nos dan productos comerciales (o si los dan, son de poco valor), trae beneficios como:

- ✓ Sombra y protección para animales
- ✓ Conservación de humedad (para cultivos y pastos)
- ✓ Enriquecimiento de suelos
- ✓ Barreras rompevientos
- ✓ Estética
- ✓ Protección de fuentes de agua
- ✓ Protección de mulch (capa de material muerto de las plantas: hojas, paja, cáscaras, ramillas, que se extienden por el suelo para protegerlo del calor del sol)
- ✓ Para la fijación de nitrógeno.¹⁰⁹

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 5

Comentario: Se le da la calificación de 5 o destrucción, debido a que la finca carece de todos los beneficios descritos anteriormente.

Sistema integrado de producción

Calificación: 2

¹⁰⁹ Bogarín N. 2007. Proyecto de Reforestación en la Finca Agropecuaria los Juncos, Paraíso Cartago.

Comentario: Se le da la calificación de 2 o conservación, debido a que en este sistema se mejora el sistema agroforestal en la finca, sin embargo la protección de las nacientes aún no es el ideal.

7.1.2 Indicadores Sociales

7.1.2.1 Cantidad de mano de obra empleada

Se refiere a la cantidad de trabajadores subordinados con puesto de trabajo retribuido por tiempo trabajado. Si la contratación es diaria se trata de un jornalero, si su relación es más estable con pagos de periodicidad semanal, quincenal, etc. se habla de asalariado.

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 2

Comentario: Se le da la calificación de 2 o conservación, debido a que bajo el sistema de producción extensivo se requiere de solo un empleado para ver la totalidad del trabajo de finca.

Sistema integrado de producción

Calificación: 1

Comentario: Se le da la calificación de 1 o mejoramiento, debido a que se incrementa a tres empleados para suplir todas las exigencias de finca en pastos de corta, ganado, reforestación y producción de tilapia.

7.1.2.2 Niveles de escolaridad de los empleados

Se refiere al último grado de estudios aprobado por la población ocupada y reconocido por el sistema educativo nacional.¹¹⁰

Evaluación

Sistema extensivo de producción e sistema integrado de producción

Calificación: 3

¹¹⁰ Nivel de escolaridad [www.observatoriolaboral.gob.mx/opservicios2.asp] 22de mayo 2007

Comentario: Se le da la calificación de 3 o carga debido a que el empleado posee solamente nivel de escolaridad completo. Característica de los agricultores nacionales.

7.1.3 Indicadores Económicos

7.1.3.1 Ingreso del inversionista

Son todos aquellos recursos que obtienen los individuos, sociedades o gobiernos por el uso de riqueza, trabajo humano, o cualquier otro motivo que incremente su patrimonio.

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 3

Comentario: Se le da la calificación de 2 o conservación, debido a que se considera como normal para la actividad de producción de leche extensiva, en la cual se trabaja de la misma forma

Sistema integrado de producción

Calificación: 2

Comentario: Se le da la calificación de 1 o mejoramiento, ya que en el modelo de producción diversificado, el ingreso del inversionista se ve aumentado en el doble.

7.1.3.2 Costos de mano de obra

Cuando se habla de los costos de la mano de obra se refiere a todos los pagos en que incurre la empresa por la totalidad de sus empleados. Además no solo a los pagos mensuales netos al trabajador sino a aquellos que conforman las cargas sociales que ordena la ley.

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 2

Comentario: Se le asigna la calificación 2 debido a que maneja costos de mano de obra realmente bajos debido a que un solo empleado se encarga de realizar todos los trabajos de finca.

Sistema integrado de producción

Calificación: 3

Comentario: Se le asigna calificación 3 de daño porque la mano de obra en este sistema se duplica y es necesario dos empleados a tiempo completo, por lo que el indicador de costo de mano de obra es mayor en este sistema de producción.

7.1.3.3 Costo evitado de fertilizante químico

Según los análisis químicos de las propiedades del efluente del biodigestor, se estima su potencial de sustitución de fertilizantes químicos. Según los regímenes y necesidades de fertilización de la finca, se estima el área total que es posible fertilizar con el residuo del biodigestor y su equivalente en términos de fertilizante químico.¹¹¹

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 4

Comentario: Se le da la calificación de 4 o daño, debido a que se considera que éste sistema tiene una variable muy importante dentro de las lecherías tecnificadas, por que el fertilizante garantiza, de cierto modo, los pastos, donde el inconveniente es el elevado costo de los fertilizantes químicos.

Sistema integrado de producción

Calificación: 1

Comentario: Se le da la calificación de 1 o mejoramiento porque se evita en un 90% la fertilización química y el restante 10% es debido a que no se logra sustituir la formula alta en magnesio así como la encalada de los potreros.

7.1.3.4 Promedio de producción animales (anual en colones)

Es la cantidad de leche producida por una hembra adulta promedio multiplicada por el precio promedio por kilo de leche.

¹¹¹ Instituto Costarricense de Electricidad, 2005. Proyecto piloto de generación de electricidad a partir de biogás en la finca ROBAGO.

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 3

Comentario: Se le da la calificación de 3 o carga debido a que es una actividad que se encuentra adecuadamente tecnificada en el país, es generadora de ingresos aceptables tal y como se demuestra en el flujo. El promedio de producción depende de factores externos como lo es el clima, que tiene un efecto bastante importante sobre la producción. Por lo tanto el ingreso por leche producida es variable.

Sistema integrado de producción

Calificación: 1

Comentario: Se le da la calificación de 1 o mejoramiento debido a que al estabular el ganado elimina el efecto de los cambios climáticos sobre el hato y si se desarrolla un semi estabulado se logra controlar en parte el promedio de producción por vaca, ya que no sufren altibajos en la producción ocasionados por el efecto del verano o por las lluvias de la época de invierno.

7.1.3.5 Instalaciones

Consiste en un grupo de construcciones alrededor de uno o varios patios con paredes exteriores muy sólidas para seguridad del ganado y protección contra el mal tiempo.¹¹²

Evaluación

Sistema extensivo de producción

Calificación: 3

Comentario: Se le da la calificación de 2 o conservación, debido a que en la finca se cuenta con las instalaciones básicas para el manejo del hato.

Sistema integrado de producción

Calificación: 2

Comentario: Se le da la calificación de 2 o conservación, debido a que en la finca se cuenta con las instalaciones básicas necesarias para el manejo del hato según el modelo de producción a seguir.

¹¹² Gran enciclopedia didáctica ilustrada. Recursos Naturales. Volumen 5.

7.1.4 Discusión de los indicadores

Una vez analizados los indicadores obtenidos en el sitio de investigación, **Finca Agropecuaria Los Juncos S.A.** se determina lo siguiente:

En general el modelo de producción extensivo, presenta un método de trabajo que se encuentra en etapa daño ambiental, debido esto, a que como resultado de los indicadores ambientales, se observa compactación superficial, erosión y contenidos medios de materia orgánica del recurso suelo, en cuanto al recurso hídrico se encuentran niveles de baja calidad del agua, debido a que no se cuenta con adecuada protección a las nacientes de agua (árboles, arbustos) y éstas se encuentran desprotegidos dentro o cerca de los potreros, estos mismos aspectos están directamente relacionados con la cantidad de agua obtenida en cada una de las nacientes de agua.

En cuanto al manejo para la ganadería, se observó que se obtiene menor producción en kilos de leche, ya que el hato se ve expuesto a situaciones de estrés ocasionadas por el efecto clima principalmente, no se cuenta con pastos de corta y la alimentación suplementaria es básica, además de que se le da un tratamiento ineficiente a los desechos sólidos de los animales aspecto que desarrolla malos olores y la proliferación de plagas como la mosca.

En lo que respecta a los indicadores sociales, se cuenta con instalaciones básicas para realizar las labores de ordeño y bodega de alimento, no representa una fuente de empleo para el caserío de Las Mesas, debido a que las actividades que el proyecto necesita que se lleven a cabo, se pueden desarrollar con una persona con un nivel de educación de primaria.

Es importante destacar que el desarrollo de este tipo de modelo ofrece una rentabilidad manejable desde el punto de vista financiero para Agropecuaria los Juncos S.A., debido a la situación actual que vive el sector lechero nacional, por lo que muchos pueda no interesarles invertir en un manejo más amigable con el ambiente.

Mientras tanto el modelo de producción integrado, presenta un método de trabajo que se encuentra en una fase de mejoramiento ambiental, esto debido a que como resultado de

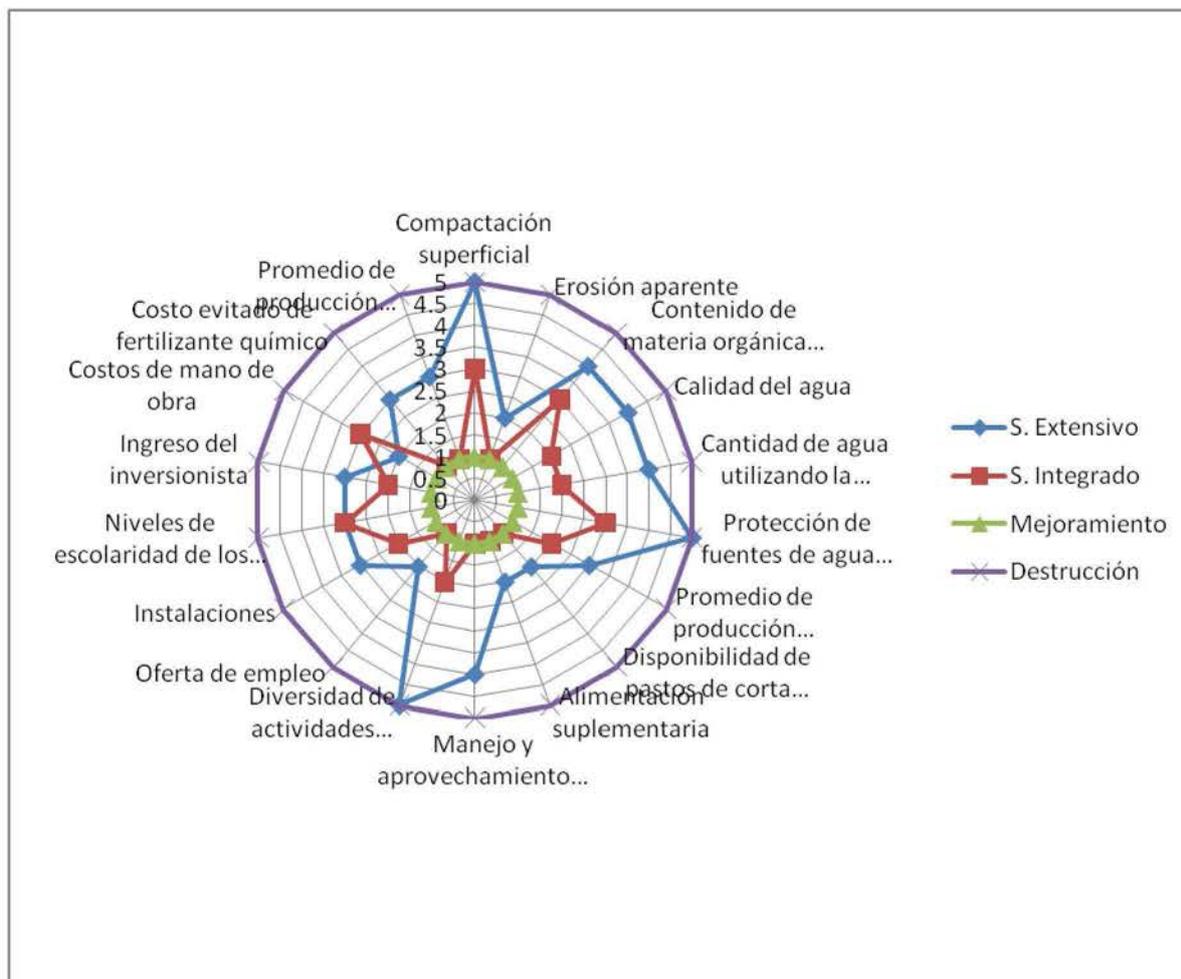
los indicadores ambientales se observa menor compactación superficial, menor erosión y mayores contenidos de materia orgánica en el recurso suelo, esto como respuesta de un mejor uso, nutrición y fertilización orgánica de los potreros.

En cuanto al recurso hídrico, aspectos como calidad y cantidad del agua, se ven mejorados debido a que se inicia un programa de reforestación y protección a los nacientes de agua (con árboles maderables de ornato y arbustos), los cuales se encuentran distribuidos alrededor de los ojos de agua y a la orilla del camino, además se efectuó una reubicación de los potreros, para así proteger los ojos de agua de los animales en pastoreo. En cuanto al manejo para la ganadería, se puede ver que se obtiene mayor producción en kilos de leche, ya que el hato se incrementa y se le proporcionan condiciones adecuadas 12 horas al día, en las cuales no se expone a situaciones de estrés ocasionadas por el efecto clima, se cuenta con pastos de corta y la alimentación suplementaria es mejorada con miel y grasa entre otros, además se construye un biodigestor en alianza estratégica con el Instituto Costarricense de Electricidad ICE, en el cual se le da un aprovechamiento a los desechos sólidos de los animales en semi estabulación, lo cual disminuye malos olores y la proliferación de plagas.

En lo que respecta a los indicadores sociales, las instalaciones se amplían por lo cual, se necesita de un empleado más, lo cual no representa una fuente de empleo para el caserío de Las Mesas, sin embargo se mejora debido a que las actividades que el proyecto necesita que se lleven a cabo, se pueden desarrollar con dos personas con un nivel de educación de primaria.

Es importante destacar que el desarrollo de este tipo de modelo ofrece una rentabilidad manejable desde el punto de vista financiero para Agropecuaria los Juncos S.A., debido a que ofrece una actividad complementaria al aprovechar el recurso hídrico de la finca, además de que se incrementa la cantidad de ganado y así la cantidad de leche. Del proyecto de reforestación por la legislación nacional (Ley Forestal #7575), con respecto a la protección de nacientes y cercanía al Río Birris no es posible obtener ingreso alguno por concepto de madera.

Gráfico 7.1
Indicadores ambientales
Sistemas extensivo e integrado de producción



Fuente: Elaborado por los investigadores

Al analizar los resultados de la matriz que genera el gráfico de indicadores se encuentra que el modelo de producción integrado tiene desde el punto de vista social, ambiental y económico, un comportamiento más sostenible en comparación con el modelo de producción extensivo, tal y como se puede ver en el gráfico 7.1.

En el capítulo ambiental se logra demostrar que en un modelo integrado de producción, es posible combinar la protección de los recursos naturales presentes en la finca, con la explotación de ganado de leche y otros proyectos complementarios, como lo son la producción de tilapia y reforestación para esta finca en particular.

Desde el punto de vista social, involucra un mejoramiento en necesidades de mano de obra, para poder satisfacer las demandas que exige el sistema integrado en comparación con el sistema extensivo, sin embargo otros indicadores se mantienen para ambos modelos, generando una sostenibilidad similar para el ámbito social.

Para el análisis económico del modelo integrado en comparación con el modelo extensivo, mejora el nivel de producción debido al incremento de animales en el hato y con ello el ingreso del inversionista; a la vez se incrementan los costos y se obtiene un costo evitado en la obtención de fertilizante orgánico mediante la biodigestión, al darse un cambio de este por el fertilizante químico.

7.2 Análisis financiero comparativo para ambos sistemas

Para este proyecto se determinó dos métodos para analizar el proyecto desde el punto de vista financiero, uno es el flujo de caja puro, es decir, sin ningún tipo de financiamiento y el otro un flujo de caja del inversionista, donde hay financiamiento sobre la inversión inicial y el capital de trabajo necesarios para iniciar el proyecto.

7.2.1 Discusión y resultados

El VAN o criterio del Valor Actual Neto, plantea que el proyecto debe de aceptarse si su VAN es igual o superior a cero donde el VAN es la diferencia de todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual. Si el resultado del VAN es igual a cero, indica que el proyecto renta justo lo que el inversionista exige de la inversión. Si el resultado fuese, por ejemplo, 100 positivos indicaría que el proyecto proporciona esa cantidad de remanente sobre lo exigido. Si el resultado fuesen 100 negativos debe interpretarse la cantidad que falta para que el proyecto rente lo exigido para el inversionista.

El criterio de la Tasa de Retorno o TIR, evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, por la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. La TIR representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero.

Si la TIR, es mayor o igual a la tasa de rendimiento mínima del inversionista el proyecto debe de aceptarse y si es menor debe de rechazarse¹¹³.

Se analizó los indicadores financieros VAN y TIR de ambos sistemas de producción y sus escenarios, uno con un financiamiento del 80% con una tasa de interés del 17,5 en el Banco Crédito Agrícola de Cartago (BCAC), beneficiándose mediante un convenio que existe entre la Asociación de Productores de Leche Tecnificados (ASOPROTEC) y el BCAC; y otro sin financiamiento.

En los resultados se observó que los valores de la TIR presentan inconsistencia debido a elementos matemáticos presentes en su fórmula a través del tiempo, lo que se conoce como puntos de Fisher, en otras palabras la TIR supone que los fondos generados por el proyecto serán reinvertidos a la tasa de rentabilidad del proyecto, de manera que si el proyecto genera una TIR de 249% dichos fondos serán reinvertidos a ésta tasa. Por lo anterior no se incluyó los valores de la TIR y se analizó el proyecto basado en el criterio del VAN, como se detalla a continuación.

Cuadro 7.4
Análisis de indicadores financieros por escenario
En millones de colones

Escenario A		VAN
Sistema extensivo	80% financiado	11 422 463.68
Sistema extensivo	sin financiar	10 960 911.32
Escenario B		VAN
Sistema integrado	80% financiado	37 657 367.51
Sistema integrado	sin financiar	32 260 865.16

Fuente: Elaboración propia

¹¹³ Sapag, N. Sapag, R. (2000). Preparación y evaluación de proyectos.

Para ambos sistemas de producción el proyecto en general obtuvo un VAN positivo, pero se obtienen mejores resultados a la hora de optar por financiar los requerimientos en inversiones. Para los resultados del VAN para cada sistema, ya sea extensivo o integrado separadamente, no se tiene grandes diferencias a la hora de compararlo, sin embargo si se comparan todos los resultados el sistema integrado refleja una mayor rentabilidad sobre las inversiones.

Al analizar los diferentes resultados financieros de los sistemas de producción, se utilizó el criterio de Richard Brealey en su libro *Principios de Finanzas Corporativas*, describe las siguientes características que hacen que el VAN sea considerado como un mejor indicador financiero. Dentro de las características fundamentales se encuentran. Primero, el criterio del VAN reconoce que un *dólar hoy vale más que un dólar mañana*, debido a que el dólar de hoy puede ser invertido para comenzar a rendir intereses inmediatamente. Cualquier regla de inversión que no reconozca el valor del dinero en el tiempo no puede considerarse inteligente. Segundo, *el VAN depende únicamente de los flujos de tesorería previstos procedentes del proyecto y del costo de oportunidad del capital*. Cualquier regla de inversión que se vea afectada por los gustos del directivo o la rentabilidad de otros proyectos independientes, conducirá a peores decisiones. Tercero, *debido a que todos los valores actuales se miden en dólares de hoy es posible sumarlos*. Solo el VAN posee la propiedad aditiva es decir se pueden unir dos proyectos y analizarlos a la vez por separado, por lo que es improbable que usted cometa el error de aceptar un mal proyecto. ¹¹⁴

7.2.2 Análisis de sensibilidad

Es un método utilizado para cuantificar la sensibilidad de un proyecto a cambios importantes en las variables de producción, las cuales pueden cambiar durante el proyecto. Las variables por analizar son la producción anual de leche contra el precio de venta.

¹¹⁴ Brealey, R; Myers, S. 1991. Principios de Finanzas Corporativas.

a) Análisis de sensibilidad con financiamiento sistema extensivo

Un cambio porcentual de un 15% menos en el precio de la leche sin variar la producción anual, provoca problemas de rentabilidad a la hora de analizar la sensibilidad del VAN, mientras que si se analizan la sensibilidad de la variable producción, el proyecto soporta hasta un descenso de un 10% en la producción anual de leche. Tal y como se aprecia en los anexos cuadro 21.

b) Análisis de sensibilidad con financiamiento sistema integrado

Cambios porcentuales decrecientes superiores al 15% en la variable producción sin variar el precio de venta por la leche, genera problemas de rentabilidad para el sistema y debido a que se obtiene un VAN con valores negativo, que tienen como consecuencia el rechazar el proyecto integrado, por otro lado el subsistema de tilapia no genera riesgo para el sistema a la hora de valorar su sensibilidad a cambio en las variables. Tal y como se aprecia en el anexo cuadro 59.

c) Análisis de sensibilidad sin financiamiento sistema extensivo

Este proyecto sin financiamiento es sensible si existen bajas en la producción superiores al 5%, esto sin variar el precio de venta establecido actualmente por la empresa Sigma Alimentos, según el comportamiento histórico de los precios en el país es poco probable los descensos en el mismo, por lo tanto la única variable que puede llegar a influenciar sobre el proyecto, es la variable producción de leche. Ver anexos cuadro 21a

d) Análisis de sensibilidad sin financiamiento sistema integrado

Este sistema integrado es menos sensible que el sistema tradicional, esto se ve reflejado en que el proyecto soporta niveles más bajos de producción de hasta un 15% aproximadamente o en su defecto, disminuciones superiores al 10% en el precio provocaría pérdidas para el sistema. El subsistema de tilapias no influye significativamente en el proyecto, esto se debe a que soporta descensos de hasta un 20% en los precios y la cantidad kilos generados. Ver anexos cuadro 59a.

VIII ALIANZAS ENTRE ENTIDADES PÚBLICAS Y PRIVADAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA PRODUCCIÓN

En la actualidad en nuestro país existe un fuerte interés por parte del ICE, en la formación de alianzas con productores del sector lechero nacional, para la construcción de biodigestores industriales, que favorezcan un ahorro energético tanto para los productores como para el país; al utilizar el gas como combustible y a la vez disminuir el uso de los fertilizantes químicos, al sustituirlos por un fertilizante de tipo orgánico.

Este tipo de proyectos son realizados por el I.C.E. por medio de departamento UEN-Centro Nacional de Planificación Eléctrica, con el objetivo de crear alternativas con potencial de desarrollo sostenible de los recursos energéticos renovables, para la generación eléctrica que garanticen un manejo amigable del medio ambiente, esto al formalizar alianzas estratégicas con empresas locales o extranjeras, proporcionando al empresario asesorías y soporte técnico con el objetivo de mejorar la calidad de vida, el desarrollo social y ambiental.¹¹⁵

Por otro lado el I.C.E., actualmente, tiene un esquema de generación hidroeléctrica en cascada en la cuenca alta del río Reventazón donde tiene tres plantas, Río Macho, Cachí y Angostura, que producen el 38% de la energía hidroeléctrica del país. En la parte sur se encuentran una serie de zonas protegidas, las cuales aseguran una cobertura boscosa que protegen el recurso hídrico en la zona.

La parte norte es importante por su producción agropecuaria, se produce el 85% de la papa y la cebolla del país, el 30% de la leche y la carne a nivel nacional. Un estudio, por parte de ICE, identificó la vertiente norte de la cuenca como la mayor productora de sedimentos, esto debido a factores como pendiente, clima, tipo, uso del suelo y tecnologías de producción, etc. También genera un conflicto entre la capacidad de uso y su utilización actual. En vista de la problemática de la cuenca, esta Institución ha asumido el compromiso para involucrarse con mayor determinación, de manera

¹¹⁵ Centro Nacional de Planificación Eléctrica., 2006. Plan empresarial 2006-2010.

coordinada con las otras instituciones de competencia, en la protección y manejo de las cuencas con fines de producción energética.¹¹⁶

En agosto del año 2000 se creó la “Unidad de Implementación del Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Reventazón” (UIPRE). Posteriormente en el año 2001 cambió su nombre a Unidad de Manejo de la Cuenca del Río Reventazón (UMCRE).

La UMCRE tiene a su cargo la revisión, ajuste y ejecución de los proyectos propuestos en el plan, además la elaboración de propuestas nuevas en caso de que así se justifiquen.

A la vez es un promotor y coordinador de esfuerzos entre instituciones del gobierno, organizaciones no gubernamentales, organizaciones comunales y de productores y cualquier otro tipo de grupo o personas que tengan interés en participar en la ejecución de las actividades, proyectos y programas.

En la zona donde se desarrolló el proyecto existe una importante colaboración por parte del ICE hacia las comunidades, dentro de los programas de trabajo de la UMCRE están;

- a. producción agrosilvostoril sostenible,
- b. manejo de la cobertura vegetal,
- c. rehabilitación de cauces y control de sedimentos y
- d. educación ambiental.

Para efectos de esta investigación se dio énfasis al programa de producción agrosilvopastoril sostenible, cuyo objetivo es apoyar actividades de desarrollo sostenible de tipo agrícola, pecuario y forestal mediante la participación directa de las comunidades. Esto busca realizar un cambio del uso actual del suelo en las áreas que existe sobreexplotación.¹¹⁷ Es de esta manera como las comunidades y el ICE se benefician de las alianzas; el productor nacional recibe colaboraciones como las donaciones de árboles, asesorías técnicas, mientras que el ICE busca incentivar al productor a la reforestación de los cauces de los ríos para reducir los niveles de sedimentos que llegan a los embalses.

¹¹⁶ Sogreah ING – Gómez Cajiao Y Asociados – Sinergia 69 S.A. 2000. Resumen ejecutivo del plan de manejo integrado de la cuenca del río Reventazón. San José, Costa Rica

¹¹⁷ Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2002). I Congreso Nacional de Agricultura Conservacionista.

IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones y recomendaciones obtenidas en el análisis financiero del proyecto para el sistema de pastoreo, esto con el objetivo de poder mejorar aspectos en el área del proyecto

Conclusiones

El escenario del sistema de producción tradicional o pastoreo es viable desde el punto de vista financiero, de mercado, legal y técnico y presenta mejores indicadores financieros cuando se logra financiar.

Con respecto a los análisis de sensibilidad, el proyecto es sensible a posibles cambios en la producción así como también a los precios en la venta de la leche.

El modelo depende de una sola actividad, la cual hace que éste sea más sensible a efectos externos, por ejemplo: el clima y su efecto sobre la producción.

No se valora ni se paga ante la SETENA el derecho del uso de las nacientes de agua para uso agrícola, por lo que se comete un error legal y ambiental, como se da en la mayoría de fincas de nuestro país; donde se utiliza el agua sin los permisos de uso y sin protección a la naciente.

El sistema tradicional extensivo en la finca Agropecuaria Los Juncos S.A. es rentable financieramente tal y como lo demuestra el VAN, sin embargo su efecto directo hacia el medio ambiente es perjudicial.

Recomendaciones

Buscar alguna actividad que pueda complementar la actividad de producción de leche.
Optar por un financiamiento para este modelo, ya que se obtienen mejores indicadores financieros, además de buscar alternativas en el manejo de ganado de leche para mitigar el efecto clima sobre la producción.

Mejorar el manejo ambiental de los desechos de producción

Solicitar las debidas concesiones de uso de agua ante la SETENA.

Conclusiones y recomendaciones obtenidas en el análisis financiero del proyecto para el sistema de diversificación de actividades de producción,

Conclusiones

El modelo de sistema integrado es viable desde el punto de vista financiero, de mercado, legal y técnico.

El proyecto presenta mejores indicadores financieros cuando se logra financiar.

Con respecto a los análisis de sensibilidad es sensible a posibles cambios en la producción y los precios en la venta de la leche no así tilapias.

Desde el punto de vista ambiental este modelo de producción se preocupa por mitigar los daños ambientales.

El modelo depende de varias actividades lo cual hace que este modelo sea menos sensible a efectos externos por ejemplo; el clima y su efecto sobre la producción.

Se obtienen ante la SETENA y el departamento de aguas del MINAET el derecho de uso de las nacientes de agua para uso agrícola.

Reforestación

Mediante la reforestación se puede obtener un ingreso adicional al largo plazo por la venta de madera, sin embargo, en esta finca en particular, este ingreso no se refleja debido a que se encuentra en la cuenca de protección del Río Birrís y por ley las nacientes deben estar protegidas 100 metros alrededor y por ello la legislación nacional obliga al dueño a contribuir con la protección de sus nacientes mediante la reforestación.

También la reforestación contribuye directamente al mantenimiento del corredor biológico aportando la flora y fauna necesarias para el ecosistema de la zona.

Los desechos, residuos o subproductos son el resultado inevitable de toda actividad del ser humano, en este caso la boñiga de vaca es uno de los desechos más contaminantes del medio ambiente; es por ello que es necesario desarrollar técnicas de reutilización, ya que, como se comprueba en el estudio, son un importante sustituto del abono químico cuyo precio en el mercado es muy elevado, son producto de la actividad y se disminuye su efecto en el ambiente.

El biodigestor lleva una importante inversión económica en el proyecto, sin embargo con él se obtienen dos productos el biogás y el efluente u abono orgánico.

Las alianzas entre entidades públicas y privadas aportan un gran apoyo principalmente en la parte técnica, con una adecuada orientación del como aprovechar el excremento de los animales en estabulación para generar combustible (biogas), disminuyendo con su utilización el consumo de electricidad.

Las alianzas entre entidades públicas y privadas para el desarrollo sostenible de producción y de diversificación de actividades, es un tema reciente e importante, ya que busca obtener beneficios para los involucrados. Este apoyo mutuo tiene objetivos como: buscar beneficios para el productor nacional por medio de la utilización de herramientas y equipos de los entes públicos, la donación de semillas y árboles, además de las asesorías que se brindan.

Las instituciones públicas obtienen beneficios sociales, por ejemplo las alianzas para el manejo de cuencas, en las cuales se trata de reducir los niveles de erosión, beneficiando así los embalses; utilizados para la generación de electricidad. El productor se beneficia al reforestar áreas propensas a deslizamientos ya sea con frutales, especies maderables o pastos de corta.

Para la finca la alianza con el Instituto Costarricense de Electricidad, obtuvo la colaboración por parte de esta institución, donando especies nativas de la zona para una adecuada reforestación y para futuras reducciones en la cantidad de sedimentos que llegan a sus embalses y traen costos muy altos.

La formalización de la alianza favoreció el desarrollo de este proyecto debido a que el aporte del ICE, como institución pública, fue determinante para la implementación del manejo de desechos mediante la construcción del biodigestor y en plan de reforestación para la protección de las nacientes, sin esta alianza sería muy difícil para un productor nacional implementar una finca agro sostenible.

De acuerdo con los indicadores económicos, ecológicos y sociales para el sistema agropecuario sostenible, se demuestra un cambio positivo de la actividad debido a que se reflejan beneficios desde los tres puntos de vista.

El recurso hídrico es el más importante, la finca posee tres ojos de agua los cuales la abastecen y aunque el agua no es apta para el consumo humano, si lo es para el mantenimiento de los pastos, árboles, la acuicultura e hidratación del hato.

El recurso hídrico se utiliza por dos de los subsistemas en estudio (la acuicultura y la ganadería estabulada), actualmente es un recurso que no posee estándares de regulación sobre nacientes y caudal de agua dentro de las fincas privadas en nuestros país

En la comparación entre el sistema de producción agropecuario convencional o extensivo y un sistema de producción agropecuario con innovación tecnológica en ganado de leche, acuicultura y reforestación, es importante la variabilidad en la finca ya que se puede incrementar el hato al doble con el mismo espacio así como también, aprovechar la reforestación para la protección del recurso hídrico, el cual es aprovechable para otras actividades tales como la acuicultura.

Finalmente, una vez analizados los diferentes escenarios financieros de cada sistema de producción, el sistema de producción de tipo extensivo es rentable cuando se cuenta con la posibilidad de optar por el financiamiento, mismo comportamiento se presenta en sistema integrado de producción, sin embargo si se analizan las variables financieras en conjunto con las ambientales, el sistema integrado con financiamiento es la mejor opción de todas las analizadas.

Recomendaciones

Buscar financiamiento para implementar cualquiera de los dos sistemas de producción, ya que se obtienen mejores resultados en los indicadores financieros. Sin embargo, es necesario para un modelo de producción de ganado de tipo extensivo, buscar alternativas para mitigar el efecto del clima sobre la producción y sobre el daño ambiental.

Ambos tipos de sistemas de producción son rentables, sin embargo un sistema extensivo no refleja ni valoriza la degradación que sufre el medio ambiente por medio del pastoreo intensivo, por lo tanto se recomienda el sistema integrado de producción basándose en los resultados financieros y de la sostenibilidad ambiental, según Hünнемeyer. No obstante la implementación de las mejoras en el sistema integrado tiene un costo muy elevado, pero gracias a la existencia de la alianza de la finca con el I.C.E., es que muchas de las inversiones fueron realizadas en conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, A, 2001. Suelos tropicales. EUNED. San José Costa Rica.
- Arronis, V. 2003. Recomendaciones sobre Sistemas Intensivos de Producción bde Carne: Estabulación, Semiabulación y Sumplementación Estratégica en Pastoreo. Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG. San José, Costa Rica.
- Barrantes, G. (2006). Evaluación del servicio ambiental hídrico y su aplicación al ajuste de cánones y tarifas de agua. Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS). San José, Costa Rica.
- Bogarín, N. (2007). Proyecto de Reforestación en la Finca Agropecuaria los Juncos, Paraíso Cartago. Informe. Cartago, Costa Rica.
- Bolaños, C. (2002). Factibilidad técnica y económica para el establecimiento de un estabulado para 72 novillos de engorde, en la provincia de Alajuela. Trabajo final de graduación para optar por el grado de licenciado en economía agrícola modalidad proyecto de graduación. Universidad de Costa Rica. Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios.
- Brealey, R; Myers, S. 1991. Principios de Finanzas Corporativas. McGraw-Hill segunda edición. México.
- Cabalceta G; Henríquez C. (1999). Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. 1 ed. San José Costa Rica.
- Castro, A, (2002). Ganadería de leche. Enfoque empresarial. 2 ed. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Camino R; Müller S. (1993). Sostenibilidad de la Agricultura y los Recursos Naturales: base para establecer indicadores. Ed. CIDIE. San José, Costa Rica.
- CEPAL, (2003). Istmo Centroamericano: Desafíos y Oportunidades del Desarrollo Agropecuario Sustentable. Organización de las Naciones Unidas.
- CIPAV-CATIE. (2003). Usos de la Tierra en fincas Ganaderas: Guía para el pago de servicios ambientales en el proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Primera edición. Cali Colombia.
- Dillon, J; Hardaker, B. (1994). La investigación sobre la administración rural para el pequeño agricultor. Organización para las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Durán, E.(1998). Validación de un modelo de producción intensiva de tilapia en estanques de tierra. Tesis de Licenciatura U.N.A, Heredia. Costa Rica.

- Fondo Nacional de financiamiento Forestal. (2000). Plan nacional de desarrollo forestal, 2001-2010. San José Costa Rica
- Gran enciclopedia didáctica ilustrada. Recursos Naturales. Volumen 5. SALVAT. Graficas Monte Albán, S.A. México.
- Hünнемeyer A; de Camino R; Müller S. 1997. Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica: indicadores para la agricultura y los recursos naturales. Ed. M Araya. San José, CR, GTZ. P. 19-27. (Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible n°. 4).
- Instituto Costarricense de Electricidad, (2005). La Importancia del Biogás para Costa Rica. Programa de investigación en Energía. Cartago. Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Electricidad, (2005). Centro Nacional de Planificación Eléctrica Proceso Tecnologías de Generación. Proyecto piloto de generación de electricidad a partir de biogás en la finca Robago. Instituto Costarricense de Electricidad. 2005.
- Instituto Costarricense de Electricidad, (2006). Centro Nacional de Planificación Eléctrica. Plan empresarial 2006-2010. San José Costa Rica.
- Jiménez, M; Leal, J; Moya, G. (2004). Seminario de Graduación, Escuela de Zootecnia, UCR.
- Jiménez, W. (2003). Curso de bosques y silvicultura. Universidad Nacional. Escuela de Ciencias Ambientales.
- Martínez, H. (2004). El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE Turrialba, Costa Rica.
- Marchamalo, M. (2004). Ordenación del territorio para la producción de servicios ambientales hídricos. Aplicación a la cuenca del Río Birrís (Costa Rica). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Proyecto MAG/FAO. San José, Costa Rica. 1996.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2002). I Congreso Nacional de Agricultura Conservacionista, San José, 28-29 noviembre, 2002.
- Müller S. (1996). ¿Cómo medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de agricultura y los recursos naturales. GTZ/IICA, San José Costa Rica.
- Naciones Unidas. (1998). Indicadores de desarrollo sostenible: marco y metodologías. Nueva York.

- Nanne, 1993. Sector Acuicola, Antecedentes, Situación actual y perspectivas del sector. San José Costa Rica.
- Ortuño, L. (2004). El biodigestor en el manejo de lecherías. Proyecto de gradación para optar por el título de Licenciada en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Zootecnia. San José Costa Rica.
- Quirós, O. (2000). Sostenibilidad de formas de producción agropecuarias en empresas familiares agrícolas en Costa Rica. Costa Rica.
- Quiros, O; Hartwich, F. (2003). Alianzas público-privadas para la investigación y el desarrollo de cadenas agroindustriales: la situación en Costa Rica. ISNAR-IICA. Coronado, Costa Rica.
- PEREZ, E. (1995). Análisis Económico de un Sistema de Engorde de Terneros en Tilarán. Revista Coopemontecillos. Costa Rica.
- Ramírez, F. (2001). Determinación de la rentabilidad de usar el ganado de engorde estabulado en una finca agropecuaria de Bajos de Jorco de Acosta, San José, Costa Rica. Informe de práctica de especialidad presentado como requisito parcial para optar al grado de bachiller en Ingeniería Agropecuaria Administrativa con énfasis en Empresas Agropecuarias. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa. Cartago, Costa Rica.
- Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N° 31849 -MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC. Costa Rica.
- Ruiz, R. (1980). Introducción de la tilapia en Costa Rica. Aspectos fenotípicos y taxonómicos. Revista ASBANA. San José Costa Rica.
- Sánchez, A. (1993). El plan de negocios del emprendedor. Mc Graw Hill, México.
- Sánchez, G; Soto, J. Calidad nutricional de los forrajes de una zona con niveles medios de producción de leche, en el trópico húmedo del norte de Costa Rica. [Agronomía costarricense: revista de ciencias agrícolas / Ministerio de Agricultura y Ganadería, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Universidad de Costa Rica. Vol.23, no.2 pp170 Revista.](#)
- Sapag, N. Sapag, R. (2000). Preparación y evaluación de proyectos. Cuarta edición. Mc Graw Hill. Santiago de Chile.
- Segura, O; Miranda, M. (2004). Agenda ambiental del agua en Costa Rica. Heredia, EFUNA. Costa Rica.

- Sogreah ING – Gómez Cajiao Y Asociados –Sinergia 69 S.A. (2000). Resumen ejecutivo del plan de manejo integrado de la cuenca del río Reventazón. San José, Costa Rica.
- Vieira, F; Harcwich, F. (2002). *Enfocándose en alianzas publico privadas para la investigación agroindustrial: Marco metodológico*. Servicio Internacional para la investigación Agrícola Nacional ISNAR/ IFPRI. San José, Costa Rica.
- Villalobos, M. (2001). *Estabulación y Semiabulación de Ganado de Carne: Análisis Económico e Impacto Ambiental*. Curso de Aspectos Socioeconómicos del Desarrollo Sostenible. Universidad de Costa Rica. Programa de Doctorado en Sistemas de Producción Agrícola Tropical Sostenible. San José Costa Rica.

Referencias bibliográficas de software, bases de datos e investigaciones

- Aforo, [<http://www.dse.go.cr/es/02ServiciosInfo/Legislacion/PDF/Ambiente/Aguas/ManualTecnicoDpto.pdf>] 28 de noviembre de 2008.
- Aforo. [<http://www.arqhys.com/construccion/aforos.html>]. 17 de abril 2007
- Alianzas estratégicas en Costa Rica, [www.grupoice.com] 19 de Junio 2006.
- Alimentación adecuada para el ganado de leche, [[www.engormix.com/alimentacion adecuada ganado lechero forumview1649.htm](http://www.engormix.com/alimentacion_adecuada_ganado_lechero_forumview1649.htm)], 25 de Octubre de 2008.
- Antecedentes. *Cámara Nacional de Productores de Leche*. 12 de Abril del 2007.
- Biogas system, [www.fao.org/waicent/faoinfo/sustdev/EGGre0022.htm]. 17 de junio de 2002.
- Calidad de agua. [http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua]. 17 de abril 2007
- Consumo energético, [[http://www.aguabolivia.org/situacionaguaX/IIIEncAguas/contenido/trabajos azul/TC-185.htm](http://www.aguabolivia.org/situacionaguaX/IIIEncAguas/contenido/trabajos_azul/TC-185.htm)] 30 de Enero de 2007.
- Cuenca hidrográfica, [<http://www.dse.go.cr/es/02ServiciosInfo/Legislacion/PDF/Ambiente/Aguas/ManualTecnicoDpto.pdf>] 07 de noviembre de 2007.
- Cultivo de tilapia. [<http://www.alicorp.com.pe/>], 18 de diciembre del 2006.
- Diversificación agropecuaria, [www.centa.gob.sv/publicacionespecial/doc/Diversificacion.pdf]. 07 de noviembre de 2006.

- El cultivo de la tilapia en Costa Rica, [www.mag.go.cr/incopesca], 14 de junio 2006.
- Estabulación de ganado de leche, [www.agroinformacion.com/leer-contenidos.aspx], 20 de Julio de 2006.
- Estrés para el ganado por el calor. [fmvz.uat.edu.mx/bpleche/bpleche/BPL17.htm]. 19 de noviembre de 2006.
- Ganadería extensiva de leche en Costa Rica. [www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Siavosh6.htm]. 19 de Noviembre de 2006.
- Ganadería extensiva de leche en Costa Rica. [www.fao.org/wairdocs/lead/x6366s/x6366s10.htm]. 19 de noviembre de 2006.
- Innovación tecnológica, [www.monografias.com/trabajos15/innovacion-tecno/innovacion-tecno.shtml]. 09 de noviembre del 2006.
- Ley forestal, [www.leyforestal.com] 14 de agosto 2007.
- Nivel de escolaridad [www.observatoriolaboral.gob.mx/opservicios2.asp] 22 de mayo 2007
- Reforestación, [www.grupoice.com/esp/ele/manejo_cuencas/biblio/desple/des_refo.html]. 07 de noviembre de 2006.
- Reforestación. [<http://es.wikipedia.org/wiki/Reforestaci%C3%B3n>] 22 de mayo 2007.
- Pago por servicios ambientales. [www.fonafifo.com]. 19 de septiembre 2006.
- Sétimo Informe Estado de la Nación PNUD 2002. [196.40.23.180/biblio/cedil/estudios/estudios/ambiente.htm], 21 septiembre 2006.
- Situación actual de la reforestación en Costa Rica. [196.40.23.180/biblio/cedil/estudios/estudios/ambiente.htm]. 21 de septiembre 2006.
- Sistemas, [www.ilustrados.com/publicaciones]. 02 de Noviembre de 2006.
- Sistemas de pastoreo, [http://www.engormix.com/sistema_rotativo_mejorado_pastoreo_s_articulos_92_2_GDL.htm] Noviembre 2007.

- Ventaja comparativa,
[\[www.monografias.com/trabajos13/esven/esven.shtml#estr#estr\]](http://www.monografias.com/trabajos13/esven/esven.shtml#estr#estr). 09 de
noviembre de 2006.

Anexos

Anexo 1 Resultados de análisis de suelos

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS

NOMBRE: MAG Cartago (ASA Paraiso)

FECHA: 12 de febrero de 2009

FAX: 574-3187

INFORME #

Cartago, Paraiso

IDENT.		cmol(+)l					mg/l					DESCRIPCIÓN
# LAB.	#CAMPO	pH	Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	
231	1	4,9	0,80	4,7	1,3	0,10	4	1,0	5	3	120	Rodrigo Gómez S. Pasto de corte
232	2	5,1	0,55	4,5	2,5	0,20	4	1,7	5	6	165	Rodrigo Gómez S. Bosque
233	3	5,3	0,35	4,9	2,3	0,56	6	1,6	3	5	196	Rodrigo Gómez S. Potrero
234	4	5,2	0,40	5,8	2,6	0,38	7	2,5	6	3	323	Rodrigo Gómez S.

Ing. Alexis Vargas Villagra

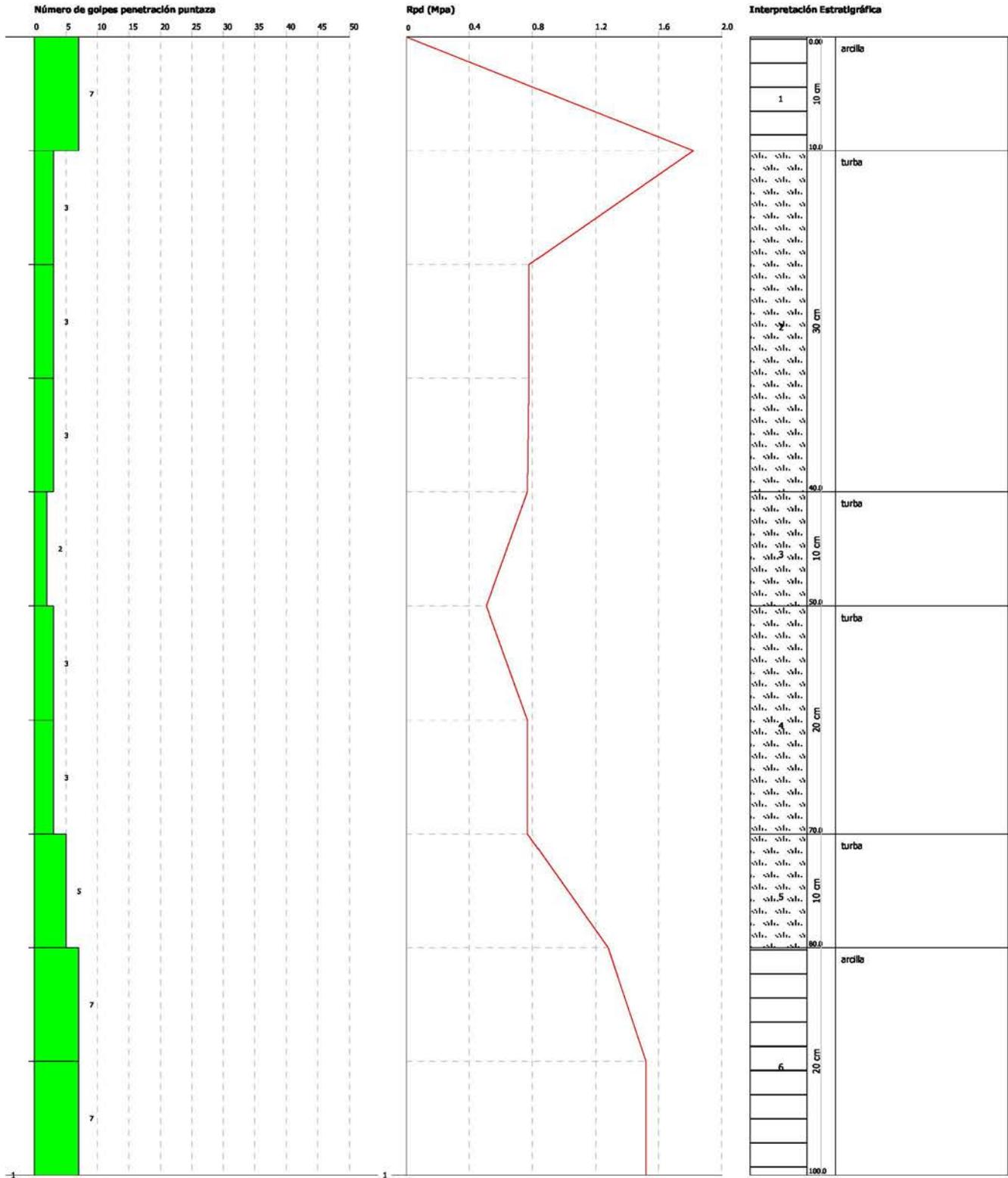
Anexo 2 Resultados de análisis de compactación.

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPL-1
 Equipo utilizado... DPL GeoExploraciones
DIAGRAMA NÚMERO DE GOLPES PUNTAZA-Rpd

Cliente : Karolino Martínez Umaña
 Obra : Tests Licenciatura
 Localidad : Cervantes, Paraiso de Cartago

Fecha :07/05/2008

Escala 1:5



ESTIMA PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO DPL-1**SUELOS COHESIVOS****Cohesión no drenada**

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Cu (KPa)
Estrato 1	2.74	0.10	Terzaghi-Peck	16.77
Estrato 2	1.18	0.40	Terzaghi-Peck	7.26
Estrato 3	0.78	0.50	Terzaghi-Peck	4.81
Estrato 4	1.18	0.70	Terzaghi-Peck	7.26
Estrato 5	1.96	0.80	Terzaghi-Peck	12.06
Estrato 6	2.74	1.00	Terzaghi-Peck	16.77

Qc (resistencia puntaza penetrómetro estático)

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Qc (KPa)
Estrato 1	2.74	0.10	Robertson (1983)	537.40
Estrato 2	1.18	0.40	Robertson (1983)	231.44
Estrato 3	0.78	0.50	Robertson (1983)	152.98
Estrato 4	1.18	0.70	Robertson (1983)	231.44
Estrato 5	1.96	0.80	Robertson (1983)	384.42
Estrato 6	2.74	1.00	Robertson (1983)	537.40

Módulo edométrico

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Eed (Mpa)
Estrato 1	2.74	0.10	Stroud e Butler (1975)	1.23
Estrato 2	1.18	0.40	Stroud e Butler (1975)	0.53
Estrato 3	0.78	0.50	Stroud e Butler (1975)	0.35
Estrato 4	1.18	0.70	Stroud e Butler (1975)	0.53
Estrato 5	1.96	0.80	Stroud e Butler (1975)	0.88
Estrato 6	2.74	1.00	Stroud e Butler (1975)	1.23

Módulo de Young

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Ey (Mpa)
Estrato 1	2.74	0.10	Apollonia	2.69
Estrato 2	1.18	0.40	Apollonia	1.16
Estrato 3	0.78	0.50	Apollonia	0.76
Estrato 4	1.18	0.70	Apollonia	1.16
Estrato 5	1.96	0.80	Apollonia	1.92
Estrato 6	2.74	1.00	Apollonia	2.69

Clasificación AGI (Assoc. It. Geolog.)

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Clasificación
Estrato 1	2.74	0.10	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Estrato 2	1.18	0.40	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Estrato 3	0.78	0.50	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Estrato 4	1.18	0.70	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Estrato 5	1.96	0.80	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Estrato 6	2.74	1.00	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE

Peso específico

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Peso específico (KN/m ³)
Estrato 1	2.74	0.10	Meyerhof ed altri	15.89
Estrato 2	1.18	0.40	Meyerhof ed altri	14.71
Estrato 3	0.78	0.50	Meyerhof ed altri	14.32
Estrato 4	1.18	0.70	Meyerhof ed altri	14.71
Estrato 5	1.96	0.80	Meyerhof ed altri	15.30
Estrato 6	2.74	1.00	Meyerhof ed altri	15.89

Peso específico saturado

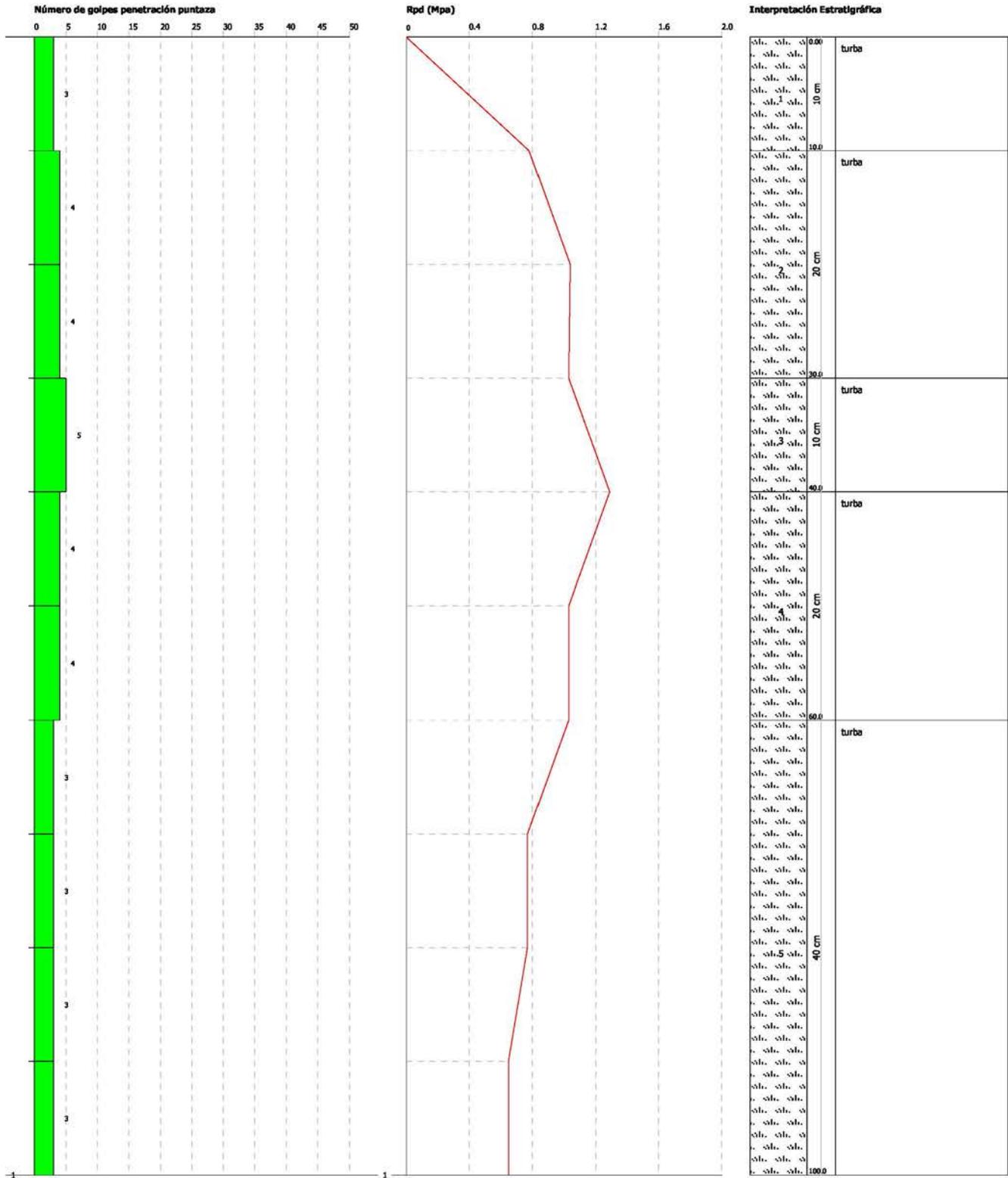
	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Peso específico saturado (KN/m ³)
Estrato 1	2.74	0.10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.24
Estrato 2	1.18	0.40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.14
Estrato 3	0.78	0.50	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.04
Estrato 4	1.18	0.70	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.14
Estrato 5	1.96	0.80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.14
Estrato 6	2.74	1.00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.24

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPL-2
 Equipo utilizado... DPL GeoExploraciones
DIAGRAMA NÚMERO DE GOLPES PUNTAZA-Rpd

Cliente : Karoline Martínez Umaña
 Obra : Tests Licenciatura
 Localidad : Cervantes, Paraiso de Cartago

Fecha :07/05/2008

Escala 1:5



ESTIMA PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO DPL-2**SUELOS COHESIVOS****Cohesión no drenada**

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Cu (KPa)
Estrato 1	1.18	0.10	Terzaghi-Peck	7.26
Estrato 2	1.57	0.30	Terzaghi-Peck	9.61
Estrato 3	1.96	0.40	Terzaghi-Peck	12.06
Estrato 4	1.57	0.60	Terzaghi-Peck	9.61
Estrato 5	1.18	1.00	Terzaghi-Peck	7.26

Qc (resistencia puntaza penetrómetro estático)

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Qc (KPa)
Estrato 1	1.18	0.10	Robertson (1983)	231.44
Estrato 2	1.57	0.30	Robertson (1983)	307.93
Estrato 3	1.96	0.40	Robertson (1983)	384.42
Estrato 4	1.57	0.60	Robertson (1983)	307.93
Estrato 5	1.18	1.00	Robertson (1983)	231.44

Módulo edométrico

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Eed (Mpa)
Estrato 1	1.18	0.10	Stroud e Butler (1975)	0.53
Estrato 2	1.57	0.30	Stroud e Butler (1975)	0.71
Estrato 3	1.96	0.40	Stroud e Butler (1975)	0.88
Estrato 4	1.57	0.60	Stroud e Butler (1975)	0.71
Estrato 5	1.18	1.00	Stroud e Butler (1975)	0.53

Módulo de Young

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Ey (Mpa)
Estrato 1	1.18	0.10	Apollonia	1.16
Estrato 2	1.57	0.30	Apollonia	1.54
Estrato 3	1.96	0.40	Apollonia	1.92
Estrato 4	1.57	0.60	Apollonia	1.54
Estrato 5	1.18	1.00	Apollonia	1.16

Clasificación AGI (Assoc. It. Geolog.)

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Clasificación
Estrato 1	1.18	0.10	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Estrato 2	1.57	0.30	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Estrato 3	1.96	0.40	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Estrato 4	1.57	0.60	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Estrato 5	1.18	1.00	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA

Peso específico

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Peso específico (KN/m ³)
Estrato 1	1.18	0.10	Meyerhof ed altri	14.71
Estrato 2	1.57	0.30	Meyerhof ed altri	15.00

Estrato 3	1.96	0.40	Meyerhof ed altri	15.30
Estrato 4	1.57	0.60	Meyerhof ed altri	15.00
Estrato 5	1.18	1.00	Meyerhof ed altri	14.71

Peso específico saturado

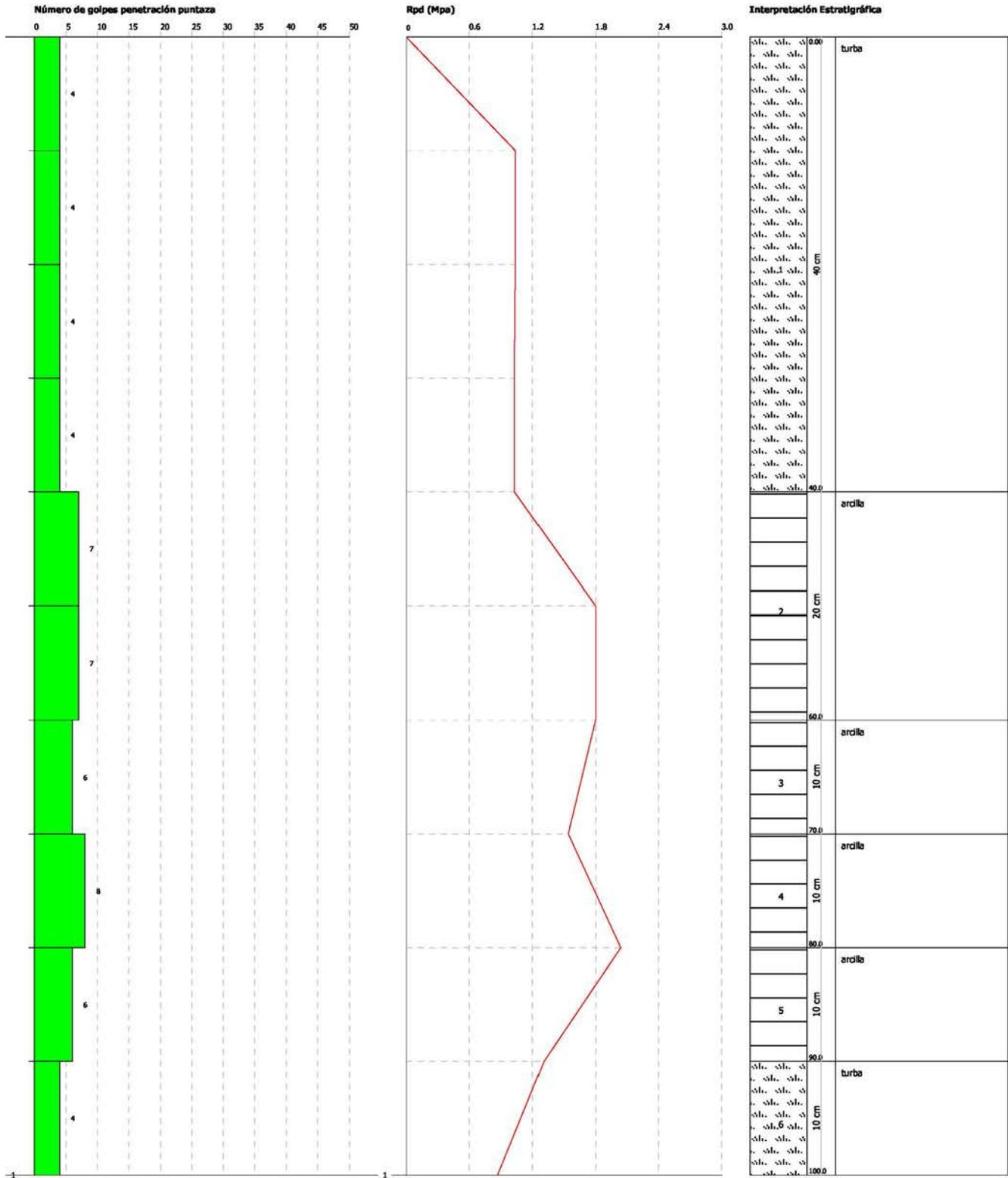
	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Peso específico saturado (KN/m ³)
Estrato 1	1.18	0.10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.14
Estrato 2	1.57	0.30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.14
Estrato 3	1.96	0.40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.14
Estrato 4	1.57	0.60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.14
Estrato 5	1.18	1.00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.14

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DPL-3
 Equipo utilizado... DPL GeoExploraciones
DIAGRAMA NÚMERO DE GOLPES PUNTAZA-Rpd

Cliente : Karolino Martínez Umaña
 Obra : Tests Licenciatura
 Localidad : Cervantes, Paraiso de Cartago

Fecha :07/05/2008

Escala 1:5



ESTIMA PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO DPL-3**SUELOS COHESIVOS****Cohesión no drenada**

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Cu (KPa)
Estrato 1	1.57	0.40	Terzaghi-Peck	9.61
Estrato 2	2.74	0.60	Terzaghi-Peck	16.77
Estrato 3	2.35	0.70	Terzaghi-Peck	14.42
Estrato 4	3.14	0.80	Terzaghi-Peck	19.22
Estrato 5	2.35	0.90	Terzaghi-Peck	14.42
Estrato 6	1.57	1.00	Terzaghi-Peck	9.61

Qc (resistencia puntaza penetrómetro estático)

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Qc (KPa)
Estrato 1	1.57	0.40	Robertson (1983)	307.93
Estrato 2	2.74	0.60	Robertson (1983)	537.40
Estrato 3	2.35	0.70	Robertson (1983)	460.91
Estrato 4	3.14	0.80	Robertson (1983)	615.86
Estrato 5	2.35	0.90	Robertson (1983)	460.91
Estrato 6	1.57	1.00	Robertson (1983)	307.93

Módulo edométrico

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Eed (Mpa)
Estrato 1	1.57	0.40	Stroud e Butler (1975)	0.71
Estrato 2	2.74	0.60	Stroud e Butler (1975)	1.23
Estrato 3	2.35	0.70	Stroud e Butler (1975)	1.06
Estrato 4	3.14	0.80	Stroud e Butler (1975)	1.41
Estrato 5	2.35	0.90	Stroud e Butler (1975)	1.06
Estrato 6	1.57	1.00	Stroud e Butler (1975)	0.71

Módulo de Young

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Ey (Mpa)
Estrato 1	1.57	0.40	Apollonia	1.54
Estrato 2	2.74	0.60	Apollonia	2.69
Estrato 3	2.35	0.70	Apollonia	2.30
Estrato 4	3.14	0.80	Apollonia	3.08
Estrato 5	2.35	0.90	Apollonia	2.30
Estrato 6	1.57	1.00	Apollonia	1.54

Clasificación AGI (Assoc. It. Geolog.)

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Clasificación
Estrato 1	1.57	0.40	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Estrato 2	2.74	0.60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Estrato 3	2.35	0.70	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Estrato 4	3.14	0.80	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Estrato 5	2.35	0.90	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Estrato 6	1.57	1.00	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA

Peso específico

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Peso específico (KN/m ³)
Estrato 1	1.57	0.40	Meyerhof ed altri	15.00
Estrato 2	2.74	0.60	Meyerhof ed altri	15.89
Estrato 3	2.35	0.70	Meyerhof ed altri	15.59
Estrato 4	3.14	0.80	Meyerhof ed altri	16.08
Estrato 5	2.35	0.90	Meyerhof ed altri	15.59
Estrato 6	1.57	1.00	Meyerhof ed altri	15.00

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. estrato (m)	Correlación	Peso específico saturado (KN/m ³)
Estrato 1	1.57	0.40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.14
Estrato 2	2.74	0.60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.24
Estrato 3	2.35	0.70	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.24
Estrato 4	3.14	0.80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.24
Estrato 5	2.35	0.90	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.24
Estrato 6	1.57	1.00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18.14

Anexo 3 Resultados de análisis de contenido de coliformes fecales en los ojos de agua.



CODIGO:
LMA-PGT-09/
R-01

Reporte de ensayo

Versión N° 3
Fecha: 14/02/2007

SOLICITANTE: Carolina Martínez
DIRECCION: Las Mesas, Cervantes
ORIGEN DE LAS MUESTRAS: traídas por el interesado
NUMERO DE MUESTRAS: 3(tres)
CONSECUTIVO PLAN DE MUESTREO: -----
CONSECUTIVO DATOS DE MUESTREO: -----
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 28/08/07
FECHA Y HORA DE INGRESO
MUESTRA Y REALIZACION
DEL ENSAYO: 28/08/07
FECHA EMISION DEL
REPORTE: 4/09/07

Muestra	Coliformes Totales (NMP/100mL)	Coliformes fecales (NMP/100mL)
1	>1600	>1600
2	>1600	>1600
3	>1600	>1600

Interpretación: muestras destacadas en negrita NO potables según normativa de la OMS

Notas:

1. Los resultados de este informe son exclusivos para la(s) muestra(s) analizada(s) que corresponde(n) a fuente
2. Métodos de análisis y muestreos realizados de acuerdo a los instructivos basados en la traducción del LMA-E-025 Standard Methods for the examination of water and Wastewater, 21ª Edición, 2005.
3. Si el cliente desea conocer la incertidumbre asociada a los resultados presentados puede comunicarse a los teléfonos del LMA indicados en la parte inferior de este documento.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE MICROBIOLOGIA
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS



CODIGO:
LMA-PGT-09/
R-01

Reporte de ensayo

Versión N° 3
Fecha: 14/02/2007

También puede dirigirse a las instalaciones del Laboratorio ubicadas en la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio, en San Pedro de Montes de Oca.

4. La(s) muestra(s) referida(s) en este reporte se mantendrá en custodia por 5 días luego de la emisión de este informe. Concluido este periodo se desechará(n). El Laboratorio no se hace responsable por la representatividad de las muestras traídas por el cliente.
5. No puede reproducirse parcial ni totalmente sin autorización del Laboratorio de Microbiología de Aguas
6. Reporte de ensayo nulo sin el sello del LMA.
7. NMP= número más probable de coliformes fecales o totales.


Dra. María Laura Arias Echandi
Directora del LMA

Controlado por Microbiología
LMA



TEL (506) 207-43-61/2074270 TEL/FAX (506) 253-0066

Anexo 4 Tabla de ración de alimento sobre el porcentaje de la biomasa del pez

Ración de alimento sobre el porcentaje de la biomasa del pez.

Intervalo de peso	Ración de alimento en %/diario
1-5	10.0
5-10	6.3
10-20	5.2
20-50	4.6
50-70	3.3
70-100	2.8
100-150	2.2
150-200	1.7
200-300	1.5
300-400	1.3
Mayor de 400	1.2

Fuente: Bersak 1982.

Ración de alimento sobre el porcentaje de la biomasa del pez, adaptado a niveles de temperatura inferiores a 25°C.

Edad (meses)	Intervalo de peso (gramos)	Ración de alimento en %/diario
1	1-5	10
2	5-10	9
3	10-20	8
4	20-50	7
5	50-70	6
6	70-100	5
7	100-150	4
8	150-200	3
9	200-300	2
10	300-400	1
≥ 10	Mayor de 400	1

Fuente: Bersak 1982.

Anexo 5 Cuadros de costos e inversiones para el sistema de producción de leche tradicional o extensivo con y sin financiamiento

Cuadro 1
Reinversiones en equipamiento

Horizonte del proyecto 10						
Inversión	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación	Valor de desecho
Equipo de inseminación	0	341 800.00	0	10	0.00	0.00
Equipo de ordeño	1	3 150 000.00	3150000	10	315 000.00	0.00
Apartos de estrella africana	0	13 000.00	0	10	0.00	0.00
Tanque de enfriamiento	0	1 500 000.00	0	10	0.00	0.00
Total			₡3 150 000.00		315 000.00	0

Cuadro 2
Depreciación del hato lechero

	precio x vaca	Vida útil cantidad vacas	15	Depreciación x vaca/ año	depreciación año	depreciación total
Año 0	450 000.00	25		30 000.00	750 000.00	750 000.00
Año 1	450 000.00	21		30 000.00	630 000.00	763 333.33
Año 1	500 000.00	4		33 333.33	133 333.33	
	Total vacas	25				
Año 2	450 000.00	17		30 000.00	510 000.00	790 000.00
Año 2	500 000.00	4		33 333.33	133 333.33	
Año 2	550 000.00	4		36 666.67	146 666.67	
	Total vacas	25				
Año 3	450 000.00	13		30 000.00	390 000.00	830 000.00
Año 3	500 000.00	4		33 333.33	133 333.33	
Año 3	550 000.00	4		36 666.67	146 666.67	
Año 3	600 000.00	4		40 000.00	160 000.00	
	Total vacas	25				
Año 4	450 000.00	9		30 000.00	270 000.00	883 333.33
Año 4	500 000.00	4		33 333.33	133 333.33	
Año 4	550 000.00	4		36 666.67	146 666.67	
Año 4	600 000.00	4		40 000.00	160 000.00	
Año 4	650 000.00	4		43 333.33	173 333.33	
	Total vacas	25				
Año 5	450 000.00	5		30 000.00	150 000.00	956 666.67
Año 5	500 000.00	4		33 333.33	133 333.33	
Año 5	550 000.00	4		36 666.67	146 666.67	
Año 5	600 000.00	4		40 000.00	160 000.00	
Año 5	650 000.00	4		43 333.33	173 333.33	
Año 5	725 000.00	4		48 333.33	193 333.33	

	Total vacas	25			
Año 6	450 000.00	1	30 000.00	30 000.00	1 050 000.00
Año 6	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	
Año 6	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Año 6	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Año 6	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Año 6	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Año 6	800 000.00	4	53 333.33	213 333.33	
	Total vacas	25			
Año 7	450 000.00	0	30 000.00	0.00	1 146 666.67
Año 7	500 000.00	1	33 333.33	33 333.33	
Año 7	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Año 7	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Año 7	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Año 7	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Año 7	800 000.00	4	53 333.33	213 333.33	
Año 7	850 000.00	4	56 666.67	226 666.67	
	Total vacas	25			
Año 8	450 000.00	0	30 000.00	0.00	1 243 333.33
Año 8	500 000.00	0	33 333.33	0.00	
Año 8	550 000.00	1	36 666.67	36 666.67	
Año 8	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Año 8	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Año 8	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Año 8	800 000.00	4	53 333.33	213 333.33	
Año 8	850 000.00	4	56 666.67	226 666.67	
Año 8	900 000.00	4	60 000.00	240 000.00	
	Total vacas	25			
Año 9	450 000.00	0	30 000.00	0.00	1 353 333.33
Año 9	500 000.00	0	33 333.33	0.00	
Año 9	550 000.00	0	36 666.67	0.00	

Año 9	600 000.00	1	40 000.00	40 000.00	
Año 9	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Año 9	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Año 9	800 000.00	4	53 333.33	213 333.33	
Año 9	850 000.00	4	56 666.67	226 666.67	
Año 9	900 000.00	4	60 000.00	240 000.00	
Año 9	1 000 000.00	4	66 666.67	266 666.67	
Total vacas		25			
Año 10	450 000.00	0	30 000.00	0.00	1 476 666.67
Año 10	500 000.00	0	33 333.33	0.00	
Año 10	550 000.00	0	36 666.67	0.00	
Año 10	600 000.00	0	40 000.00	0.00	
Año 10	650 000.00	1	43 333.33	43 333.33	
Año 10	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Año 10	800 000.00	4	53 333.33	213 333.33	
Año 10	850 000.00	4	56 666.67	226 666.67	
Año 10	900 000.00	4	60 000.00	240 000.00	
Año 10	1 000 000.00	4	66 666.67	266 666.67	
Año 10	1 100 000.00	4	73 333.33	293 333.33	
Total vacas		25			11 243 333.33

Cuadro 3
Inversiones en obras físicas

Inversión	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación	Valor de desecho
Bodega para alimento	0	750000	0.00	10	0.00	0.00
Cuarto para tanque de enfriamiento	0	750000	0.00	10	0.00	0.00
Galerón para terneras y vacas enfermas	1	913 793.85	913 793.85	10	91 379.39	0.00
Galerón para ordeño	0	5 407 812.00	0.00	10	0.00	0.00
	1	0	0.00	10	0.00	0.00
Totales			913 793.85		91 379.39	0.00

Cuadro 4
Herramientas agropecuarias básicas

	Cantidad	Costo unitario	Total
Alambre liso galvanizado para cerca carrucha	0	11180	0
Bomba de espalda	0	30000	0
Carretillo	0	22200	0
Cuchillo	0	1375	0
Escobón	0	6000	0
Manguera	0	15950	0
Palas	0	3395	0
Postes vivos	0	250	0
Pulsador	0	60000	0
Tenazas	0	5500	0
Total			€0.00

Cuadro 5
Balance de Personal

Cargo	Cantidad	Remuneración anual		Carga social
		Unitaria/Día	Total/anual	
Vaquero	1	6 428.57	2 314 285.71	601 714.29
Peón de campo	0.5	6 428.57	771 428.57	200 571.43
Total:				€3 888 000.00

Cuadro 6
Balance insumos básicos

Variable	Unidad	Cantidad	Costo	Costo anual
Agua	m3		3000	36 000.00
Energía	kwhs	4320	10.00	43 200.00
Total:				€79 200.00

Cuadro 7
Costos servicios profesionales

	Total anual
Servicios profesionales contador	30 000.00
Servicios veterinario	160 000.00
Total:	€190 000.00

Cuadro 8
Costos de operación

	Cantidad	Ciclos por año	Costo anual	Total
Control sanitario	1.00	1.0	322 881.00	322 881.00
Costos en alimentación	1.00	1	8 509 133.48	8 509 133.48
Costos mantenimiento pasto	1.00	1	6 992 550.00	6 992 550.00
Costo mantenimiento equipo e instalaciones	1.00	1	89 550.00	89 550.00
Alquiler de finca	0.00	0	200 000.00	0.00
Subtotal				
Imprevistos	1.00	1	360 000.00	360 000.00
Total:				€16 274 114.48

Cuadro 9
Costo mantenimiento equipo e instalaciones

	Unidades	Cantidad/año	Precio	Total
Aceite bomba de vacio	gl	4.00	3 875.00	15 500.00
Acido stoncide removedor de piedra de leche	gl	3.00	2 320.00	6 960.00
Ajax con triclorín	250gr	12.00	210.00	2 520.00
Cepillo para colectores	Unidades	3.00	3 010.00	9 030.00
Cepillos para mangueras	Unidades	3.00	2 100.00	6 300.00
Cloro al 13%	gl	12.00	1 655.00	19 860.00
Esponjas verde	Unidades	12.00	135.00	1 620.00
Jabón alcalino	gl	8.00	3 470.00	27 760.00
Total:				€89 550.00

Cuadro 10
Costo de alimentación

	Animales	Promedio producción diario	12 kilos	
	33	Hato en producción	21	Unidades
	Mensual	Cantidad alimento	Costo x kilo	Costo mensual
Vacas en producción	21	2520	186.33	469 560.00
Prolac	21	94.5	411.11	38 850.00
Minerales Minpro	21	56.7	416.30	23 604.46
	Mensual			
Vacas secas del 7 al 8 mes	2	60	160.00	9 600.00
Vacas secas del 8 al 9 mes alimento fase 1	2	240	217.78	52 266.67
Minerales premix pre-parto	4	9.6	487.50	4 680.00
Novillas	4	240	175.56	42 133.33
Terneras	4	240	208.56	50 053.33
Leche en polvo para terneras		288	210.00	60 480.00
Total:				€709 094.46

Cuadro 11
Costos control salud animal

	Dosis/animal	Aplicaciones	Costo	Costo Unitario	Costo Total
Vacuna doble (50 ml) Vacas y novillas	5ml	1	2915	58.3	9 911.00
Vacuna Antrax (100 ml)	2ml	1	4850	48.5	970.00
Medicamentos salud animal		5	60000	15000	300 000.00
Control brucelosis y tuberculosis		10	80000	1200	12 000.00
Total:					€322 881.00

Cuadro 12
Costos mantenimiento pasto

	Precio	Costo por kilo	Cantidad	Costo total
Cal	895	19.46	4140	80550.00
Fertilizante nitrogenado	18000	391.30	17664	6 912 000.00
Total:				€6 992 550.00

Cuadro 13
Costo de la electricidad (JASEC)

	Cantidad	Costo	Total
Consumo total	1032.00		
Base KWH	30.00	45.80	1374.00
A partir de los 30			
Consumo KWH	1002.00	47.55	47646.00
Subtotal			49020.00
Impuesto	0.13	6.18	6372.60
Alumbrado publico	1.58	1.58	1630.40
Total:		101.11	€57 023.00

Cuadro 14
Producción de leche anual/kilos

	Cantidad	Unidad de medida	Precio litro de leche	1893	kilo sólidos
Producción promedio por animal cond. Normal	15	Kilos	Sólidos totales Jersey	13.25%	Aprox
Efecto clima sobre producción (verano-invierno)	0.20	%	Precio litro	250.82	Litro
Hato en producción	21	Unidades	Ingreso x venta leche	€ 22 754 617.20	Kilos
Total producción de leche diaria	252	Kilos			
Total producción de leche mensual	7 560	Kilos			
Total producción de leche anual	90 720	Kilos			

Cuadro 15
Ingreso por venta de terneras

Ingreso por venta de terneras	Cantidad	Precio venta	Total
Machos	15	3000	45000
Hembras	10	25000	250000
Total:			€295 000.00

Cuadro 16
Ingreso por venta de vacas de desecho

	Cantidad	Precio venta	Total
Ventas de vacas de desecho	4	75000	€300 000.00

**Anexo 6 Análisis financiero sistema de producción de leche tradicional
o extensivo con financiamiento**

Cuadro 17
Flujo de caja sistema de producción de ganado de leche tradicional
Con financiamiento

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta de leche		22 754 617.20	25 030 078.92	27 533 086.81	30 286 395.49	33 315 035.04	36 646 538.55	40 311 192.40	44 342 311.64	48 776 542.81	53 654 197.09
Venta de terneros		295 000.00	309 750.00	325 237.50	341 499.38	358 574.34	376 503.06	395 328.21	415 094.62	435 849.36	457 641.82
Venta por vacas de desecho		225 000.00	236 250.00	248 062.50	260 465.63	273 488.91	287 163.35	301 521.52	316 597.60	332 427.47	349 048.85
Total ingresos		23 274 617.20	25 576 078.92	28 106 386.81	30 888 360.49	33 947 098.29	37 310 204.96	41 008 042.13	45 074 003.86	49 544 819.64	54 460 887.76
Gastos servicios profesionales		190 000.00	209 000.00	229 900.00	252 890.00	278 179.00	305 996.90	336 596.59	370 256.25	407 281.87	448 010.06
Costos de operación		16 274 114.48	17 901 525.93	19 691 678.52	21 660 846.37	23 826 931.01	26 209 624.11	28 830 586.52	31 713 645.17	34 885 009.69	38 373 510.66
Costos balance de personal		3 888 000.00	4 276 800.00	4 704 480.00	5 174 928.00	5 692 420.80	6 261 662.88	6 887 829.17	7 576 612.08	8 334 273.29	9 167 700.62
Costo insumos básicos		79 200.00	87 120.00	95 832.00	105 415.20	115 956.72	127 552.39	140 307.63	154 338.39	169 772.23	186 749.46
Gastos no desembolsables:											
Depreciación equipos y edificios		406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39
Depreciación hato		750 000.00	763 333.33	830 000.00	883 333.33	956 666.67	1 050 000.00	1 146 666.67	1 243 333.33	1 353 333.33	1 476 666.67
Amortización activo nominal		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total gastos no desembolsables		1 156 379.39	1 169 712.72	1 236 379.39	1 289 712.72	1 363 046.05	1 456 379.39	1 553 046.05	1 649 712.72	1 759 712.72	1 883 046.05
Valor en libros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Intereses		568 931.14	544 141.08	515 012.75	480 786.97	440 571.67	393 318.70	337 796.46	272 557.83	195 902.44	105 832.35
UAI		1 117 992.20	1 387 779.20	1 633 104.16	1 923 781.24	2 229 993.04	2 555 670.59	2 921 879.71	3 336 881.41	3 792 867.39	4 296 038.56
Imp/Renta 15%		167 698.83	208 166.88	244 965.62	288 567.19	334 498.96	383 350.59	438 281.96	500 532.21	568 930.11	644 405.78
Utilidad neta		950 293.37	1 179 612.32	1 388 138.53	1 635 214.05	1 895 494.08	2 172 320.00	2 483 597.75	2 836 349.20	3 223 937.28	3 651 632.77
Ajuste gastos no desembolsables		1 156 379.39	1 169 712.72	1 236 379.39	1 289 712.72	1 363 046.05	1 456 379.39	1 553 046.05	1 649 712.72	1 759 712.72	1 883 046.05
Valor en libros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Flujo de operación		2 106 672.75	2 349 325.04	2 624 517.92	2 924 926.77	3 258 540.14	3 628 699.39	4 036 643.81	4 486 061.92	4 983 650.00	5 534 678.83
Inversiones:											
Equipos e infraestructura	4 063 793.85										
Capital de trabajo	8 543.91	9 493.23	9 778.03	10 071.37	10 373.51	10 684.72	11 005.26	11 335.42	11 675.48	12 025.74	0.00
Activo nominal	0.00										
Préstamo	3 251 035.08										
Amortización del préstamo		141 657.51	166 447.57	195 575.90	229 801.68	270 016.97	317 269.94	372 792.18	438 030.82	514 686.21	604 756.30
Recuperación de capital de trabajo											104 986.68
Costo de oportunidad											0.00
Valor residual											0.00
Flujo de caja	-821 302.68	1 955 522.01	2 173 099.44	2 418 870.65	2 684 751.58	2 977 838.44	3 300 424.18	3 652 516.20	4 036 355.62	4 456 938.05	4 929 922.53
Flujo de caja acumulado	-821 302.68	1 134 219.33	3 307 318.77	5 726 189.42	8 410 941.00	11 388 779.44	14 689 203.62	18 341 719.83	22 378 075.45	26 835 013.50	31 764 936.03
TIR		249.25%									
VAN		11 422 463.68									

Cuadro 18
Requerimiento de capital de trabajo

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Cantidad de producto		90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00
Precio por unidad		250.82	275.90	303.50	333.84	367.23	403.95	444.35	488.78	537.66	591.43
Días de desfase		7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Días anuales		360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
Costo operativo		16 274 114.48	16 762 337.91	17 265 208.05	17 783 164.29	18 316 659.22	18 866 159.00	19 432 143.77	20 015 108.08	20 615 561.32	21 234 028.16
Costo operativo por kilo de leche prod	316 441.11	179.39	184.77	190.31	196.02	201.90	207.96	214.20	220.63	227.24	234.06
Requerimiento de capital de trabajo	8 543.91	9 493.23	9 778.03	10 071.37	10 373.51	10 684.72	11 005.26	11 335.42	11 675.48	12 025.74	

Cuadro 19
Costo de Oportunidad

Costo de capital	0.19
K0	0.015

Cuadro 20
Préstamo*

Año	Préstamo	Cuota	Interés	Amortización
1	3 251 035.08	-710 588.65	568 931.14	141 657.51
2	3 109 377.57	-710 588.65	544 141.08	166 447.57
3	2 942 930.00	-710 588.65	515 012.75	195 575.90
4	2 747 354.10	-710 588.65	480 786.97	229 801.68
5	2 517 552.42	-710 588.65	440 571.67	270 016.97
6	2 247 535.45	-710 588.65	393 318.70	317 269.94
7	1 930 265.50	-710 588.65	337 796.46	372 792.18
8	1 557 473.32	-710 588.65	272 557.83	438 030.82
9	1 119 442.50	-710 588.65	195 902.44	514 686.21
10	604 756.30	-710 588.65	105 832.35	604 756.30

Cuadro 21
Análisis de sensibilidad con financiamiento

Cambio de precios venta del producto						
TIR Proyecto:						
	249.25%	250.82	238.279	226.365	215.046	204.293
Volúmenes de producción	90720	249.22%	132.45%	19.29%	#¡DIV/0!	#¡NUM!
	86184	132.45%	19.29%	#¡DIV/0!	#¡NUM!	#¡DIV/0!
	81874.8	19.29%	#¡DIV/0!	#¡NUM!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	77781.06	#¡DIV/0!	#¡NUM!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	73892.007	#¡NUM!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡NUM!

Cambio de precios venta del producto						
VAN Proyecto						
	11 422 463.68	250.82	238.279	226.365	215.046	204.293
Volúmenes de producción	90720	11 421 297.29	5 570 223.69	11 680.44	-5 269 262.24	-10 286 134.45
	86184	5 570 223.69	11 703.76	-5 268 912.32	-10 285 807.86	-15 051 836.47
	81874.8	11 703.76	-5 268 890.16	-10 285 475.44	-15 051 526.21	-19 579 253.38
	77781.06	-5 268 890.16	-10 285 454.39	-15 051 210.41	-19 578 958.63	-23 880 299.45
	73892.007	-10 285 454.39	-15 051 190.41	-19 578 658.62	-23 880 019.44	-27 966 293.21

Anexo 7 Análisis financiero sistema de producción de leche tradicional o extensivo sin financiamiento

Cuadro 17^a
Flujo de caja sistema de producción de ganado de leche tradicional
Sin financiamiento

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta de leche		22 754 617.20	25 030 078.92	27 533 086.81	30 286 395.49	33 315 035.04	36 646 538.55	40 311 192.40	44 342 311.64	48 776 542.81	53 654 197.09
Venta de terneros		295 000.00	309 750.00	325 237.50	341 499.38	358 574.34	376 503.06	395 328.21	415 094.62	435 849.36	457 641.82
Venta por vacas de desecho		225 000.00	236 250.00	248 062.50	260 465.63	273 488.91	287 163.35	301 521.52	316 597.60	332 427.47	349 048.85
Total ingresos		23 274 617.20	25 576 078.92	28 106 386.81	30 888 360.49	33 947 098.29	37 310 204.96	41 008 042.13	45 074 003.86	49 544 819.64	54 460 887.76
Gastos servicios profesionales		190 000.00	209 000.00	229 900.00	252 890.00	278 179.00	305 996.90	336 596.59	370 256.25	407 281.87	448 010.06
Costos de operación		16 274 114.48	17 901 525.93	19 691 678.52	21 660 846.37	23 826 931.01	26 209 624.11	28 830 586.52	31 713 645.17	34 885 009.69	38 373 510.66
Costos balance de personal		3 888 000.00	4 276 800.00	4 704 480.00	5 174 928.00	5 692 420.80	6 261 662.88	6 887 829.17	7 576 612.08	8 334 273.29	9 167 700.62
Costo insumos básicos		79 200.00	87 120.00	95 832.00	105 415.20	115 956.72	127 552.39	140 307.63	154 338.39	169 772.23	186 749.46
Gastos no desembolsables:											
Depreciación equipos y edificios		406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39	406 379.39
Depreciación hato		750 000.00	763 333.33	830 000.00	883 333.33	956 666.67	1 050 000.00	1 146 666.67	1 243 333.33	1 353 333.33	1 476 666.67
Amortización activo nominal		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total gastos no desembolsables		1 156 379.39	1 169 712.72	1 236 379.39	1 289 712.72	1 363 046.05	1 456 379.39	1 553 046.05	1 649 712.72	1 759 712.72	1 883 046.05
Valor en libros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Intereses		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UAI		1 686 923.34	1 931 920.28	2 148 116.91	2 404 568.20	2 670 564.71	2 948 989.29	3 259 676.17	3 609 439.24	3 988 769.83	4 401 870.91
Imp/Renta 15%		253 038.50	289 788.04	322 217.54	360 685.23	400 584.71	442 348.39	488 951.43	541 415.89	598 315.47	660 280.64
Utilidad neta		1 433 884.84	1 642 132.23	1 825 899.37	2 043 882.97	2 269 980.01	2 506 640.90	2 770 724.75	3 068 023.36	3 390 454.35	3 741 590.27
Ajuste gastos no desembolsables		1 156 379.39	1 169 712.72	1 236 379.39	1 289 712.72	1 363 046.05	1 456 379.39	1 553 046.05	1 649 712.72	1 759 712.72	1 883 046.05
Valor en libros		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Flujo de operación		2 590 264.22	2 811 844.95	3 062 278.76	3 333 595.69	3 633 026.06	3 963 020.28	4 323 770.80	4 717 736.08	5 150 167.07	5 624 636.32
Inversiones:											
Equipos e infraestructura	4 063 793.85										
Capital de trabajo	8 543.91	9 493.23	9 778.03	10 071.37	10 373.51	10 684.72	11 005.26	11 335.42	11 675.48	12 025.74	0.00
Activo nominal	0.00										
Préstamo	0.00										
Amortización del préstamo		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recuperación de capital de trabajo											104 986.68
Costo de oportunidad											
Valor residual											0.00
Flujo de caja	-4 072 337.76	2 580 770.99	2 802 066.92	3 052 207.39	3 323 222.18	3 622 341.34	3 952 015.03	4 312 435.38	4 706 060.60	5 138 141.33	5 624 636.32
Flujo de caja acumulado	-4 072 337.76	-1 491 566.77	1 310 500.15	4 362 707.54	7 685 929.71	11 308 271.06	15 260 286.08	19 572 721.46	24 278 782.06	29 416 923.39	35 041 559.71
TIR	71.52%										
VAN	10 960 911.32										

Cuadro 18^a
Requerimiento de capital de trabajo

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Cantidad de producto		90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00	90 720.00
Precio por unidad		250.82	275.90	303.50	333.84	367.23	403.95	444.35	488.78	537.66	591.43
Días de desfase		7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Días anuales		360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
Costo operativo		16 274 114.48	16 762 337.91	17 265 208.05	17 783 164.29	18 316 659.22	18 866 159.00	19 432 143.77	20 015 108.08	20 615 561.32	21 234 028.16
Costo operativo por kilo de leche prod	316 441.11	179.39	184.77	190.31	196.02	201.90	207.96	214.20	220.63	227.24	234.06
Requerimiento de capital de trabajo	8 543.91	9 493.23	9 778.03	10 071.37	10 373.51	10 684.72	11 005.26	11 335.42	11 675.48	12 025.74	

Cuadro 19a
Costo de Oportunidad

Costo de capital	0.19
K0	0.015

Cuadro 20*
Préstamo*

Año	Préstamo	Cuota	Interés	Amortización
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 21a
Análisis de sensibilidad sin financiamiento

Cambio de precios venta del producto

TIR Proyecto:						
71.52%		250.82	238.279	226.365	215.046	204.293
90720	71.51%		45.77%	16.05%	#¡NUM!	#¡DIV/0!
86184	45.77%		16.05%	#¡NUM!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
81874.8	16.05%		#¡NUM!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡NUM!
77781.06	#¡NUM!		#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡NUM!	#¡DIV/0!
73892.007	#¡DIV/0!		#¡DIV/0!	#¡NUM!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!

Volúmenes de producción

Cambio de precios venta del producto

VAN Proyecto						
10 960 911.32		250.82	238.279	226.365	215.046	204.293
90720	10 959 744.93		5 108 671.33	-449 871.92	-5 730 814.60	-10 747 686.81
86184	5 108 671.33		-449 848.60	-5 730 464.68	-10 747 360.22	-15 513 388.83
81874.8	-449 848.60		-5 730 442.52	-10 747 027.80	-15 513 078.57	-20 040 805.74
77781.06	-5 730 442.52		-10 747 006.75	-15 512 762.77	-20 040 510.99	-24 341 851.81
73892.007	-10 747 006.75		-15 512 742.77	-20 040 210.98	-24 341 571.80	-28 427 845.57

Volúmenes de producción

**Anexo 8 Cuadros de costos e inversiones para el sistema de producción
de leche intensivo con y sin financiamiento**

Cuadro 22
Inversiones en equipamiento

Inversión	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Horizonte del proyecto 10		
				Vida útil	Depreciación	Valor de desecho
Sistema de ganado de leche						
Tractor	1	8 750 000.00	8 750 000.00	10	875000	
Carreta para jalar pasto	1	250 000.00	250 000.00	10	25000	
Equipo de inseminación	0	341 800.00	0.00	10	0	
Equipo de ordeño	1	3 150 000.00	3 150 000.00	10	315000	
Hato lechero	15	800 000.00	12 000 000.00	15	800000	4 000 000.00
Pastizales	1	450 000.00	450 000.00	10	45000	
Hules	40	50 000.00	2 000 000.00	10	200000	
Tanque enfriamiento	0	1 500 000.00	0.00	10	0	
Subtotal			¢26 600 000.00		¢2 260 000.00	¢4 000 000.00
Sistema de tilapias						
Trasmallo	1	30 000.00	30 000.00	20	1500	15000
Tarraya	2	25 000.00	50 000.00	20	2500	25000
Alevines	0	30.00	0.00			
Subtotal			¢80 000.00		¢4 000.00	¢40 000.00
Sistema reforestación						
Árboles	263	400.00	105 200.00	10	10520	0
Concesión de aguas SETENA y MINAET	1	500 000.00	500 000.00	15	0	0
Subtotal			605 200.00		10 520.00	0.00
Total			¢27 810 400.00		¢2 274 520.00	¢4 040 000.00

Cuadro 23
Inversiones en obras físicas

Inversión	Cantidad	Costo unitario	Horizonte del proyecto		Depreciación	Valor de desecho
			Costo total	Vida útil		
Bodega para alimento	1	0	0.00	10	0.00	0.00
Cuarto para tanque de enfriamiento	1	0	0.00	10	0.00	0.00
Galerón para terneras y vacas enfermas	1	0.00	913 793.85	10	91 379.38	0.00
Galerón para ordeño	1	0.00	0.00	10	0.00	0.00
Galerón de estabulación	1	0.00	13 500 000.00	10	1 350 000.00	0.00
Biodigestor	1	0	4 823 062.20	10	482 306.22	0.00
Subtotal			₡19 236 856.05		1 923 685.60	0.00
Sistema de tilapias						
Construcción estanque de levante y cría	1	466 816.67	466 816.67	15	31 121.11	155 605.56
Subtotal			₡466 816.67		31 121.11	0.00
	1	0.00	0.00		0.00	0.00
Totales			₡19 703 672.71		₡1 954 806.72	

Cuadro 24
Herramientas agropecuarias básicas

	Cantidad	Costo unitario	Total
Alambre liso galvanizado para cerca carrucha	0	11180	0
Bomba de espalda	0	30000	0
Carretillo	0	22200	0
Cuchillo	3	1375	4125
Escobón	0	6000	0
Manguera	2	15950	31900
Palas	2	3395	6790
Postes vivos	3000	250	750000
Pulsador	0	60000	0
Tenazas	0	5500	0
Total			₡792 815.00

Cuadro 25
Inversión en cuadras para vacas

Detalle	Costo unitario	Cantidad	Total
Mano de obra	300000	1	300 000.00
Baldosas	4555	50	227 750.00
Reglas 1x3x4 Pilon	1450	46	66 700.00
Piezas de 2x4x4 Pilon	3965.384615	23	91 203.85
Clavos	580	8	4 640.00
Arandelas de hule	1300	1	1 300.00
Cemento	3600	4	14 400.00
Zinc largo 28	6650	28	186 200.00
Alambre negro	545	5	2 725.00
Arena	25000	0.5	12 500.00
Bota agua	2125	3	6 375.00
Total			₡913 793.85

Cuadro 26
Detalle Inversiones Biodigestor

	Cantidad	Precio unitario	Total
Mano de obra	1	654 000.00	654 000.00
Tabla formaleta 1x12x4	24	3 250.00	78 000.00
Regla 1x3x4	10	1 460.00	14 600.00
Alambre negro	53	580.00	30 740.00
Varilla ¼	27	560.00	15 120.00
Varilla 3/8	88	1 445.00	127 160.00
Varilla ½	139	2 560.00	355 840.00
Clavos	3	580.00	1 740.00
Clavos de acero	1	3 185.00	3 185.00
Cuerda albañil	2	500.00	1 000.00
Horas maquina	11	7 500.00	82 500.00
Lastre pa camino	2	20 000.00	40 000.00
Planta electricidad	1	0.00	1 450 000.00
Block 15x20x40	743	255.00	189 465.00
Tubo 6 pulgadas	2	15 000.00	30 000.00
Tubo ¾	1	1 750.00	1 750.00
Tubos de ½	10	1 550.00	15 500.00
Tee 2''	12	858.41	10 300.92
Codos de 90	4	584.07	2 336.28
Tubos de 2 pul SRD 17	6	12 000.00	72 000.00
Llave paso 2 pulgadas	15	2 730.00	40 950.00
Tubo novafort 8	5	38 260.00	191 300.00
Codo 90 8	2	29 100.00	58 200.00
Bomba 6 caballos de fuerza	1	0.00	350 000.00
Llave de paso 4''	2	13 850.00	27 700.00
Riel prensar lona	1	56 000.00	56 000.00
Tubo 8 de cemento	7	1 500.00	10 500.00
Lona	1	150 000.00	150 000.00
Cal	35	650.00	22 750.00
Hojas de segueta	8	425.00	3 400.00
Pegamento	3	1 325.00	3 975.00
Arena lavada	9	7 700.00	69 300.00
Piedra cuartilla	12	8 000.00	96 000.00
Cemento	150	3 785.00	567 750.00
Total			Q4 823 062.20

Cuadro 27
Inversiones en obras físicas

Inversión	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación	Valor de desecho
Bodega para alimento	1	0	750 000.00	10	75 000.00	0.00
Cuarto para tanque de enfriamiento	1	0	750 000.00	10	75 000.00	0.00
Galerón para terneras y vacas enfermas	1	0.00	913 793.85	10	91 379.38	0.00
Galerón para ordeño	1	0.00	5 407 812.00	10	540 781.20	0.00
	1	0	0.00	10	0.00	0.00
			€6 321			
Totales			605.85		€782 160.58	

Cuadro 28
Inversión en construcción del instalaciones del semi/estabulado

Detalle	Cantidad	Total
Piso	1	476 800.00
Paredes	1	490 205.00
Comedor	1	1 154 030.00
Techo	1	2 126 891.00
Área de ordeño	1	2 499 151.00
Cuarto de leche	1	950 000.00
Bodega concentrados	1	850 000.00
Cuadras para vacas	1	913 793.85
Bodega medicamentos	1	450 000.00
Total lechería		€9 910 870.85

Cuadro 29
Inversión en Pastizales

	Cantidad m ²	Costo unitario	Total
Potreros			
Pasto estrella africana	40000	0	0
Corta			
Pasto camerún	15000	30	450000
Total			Q450 000.00

Cuadro 30
Inversiones en equipamiento

Inversión	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Vida útil	Valor de desecho
Malla	3	9 200.00	27600		
Mangueras	3	18 975.00	56925		
Trasmallo					
Total			Q561 750.00		

Cuadro 31
Inversiones en obras físicas

Inversión	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Vida útil	Unidad de medida
Construcción del estanque y bodega	1	1 746 816.67	1 746 816.67		
Totales			Q1 746 816.67		

Cuadro 32
Inversiones para reforestación
Detalle especies

	Nombre científico	Detalle	Cantidad	Precio unitario	Total
Protección de nacientes		Sotocaballo *	100	400.00	40 000.00
		Trueno*	12	400.00	4 800.00
		Total	112		
Maderables	Fraxinus udhei	Fresno	6	400.00	2 400.00
	Astronium graveolens	Ron ron	4	400.00	1 600.00
	Cordia alliodora	Laurel*	100	400.00	40 000.00
	Cedrela sp	Cedro nogal*	4	400.00	1 600.00
	Cedrela tonduzii	Cedro dulce*	100	400.00	40 000.00
		Total	214		
Forrajeros	Acacia sp	Cabello de Angel	5	400.00	2 000.00
	Citaxilum donnell-smithii	Dama	5	400.00	2 000.00
	Citaxilum donnell-smithii	Dama*	35	400.00	14 000.00
	Eugenia costaricensis	Guayabillo *	18	400.00	7 200.00
	Casimidora sp	Matasano*	1	400.00	400.00
	Psidium friedrichianum	Cas*	5	400.00	2 000.00
	Ardisia revoluta	Tucuico	5	400.00	2 000.00
		Raspa guacal	5	400.00	2 000.00
	Schinus sp	Pirul	5	400.00	2 000.00
		Total	84		
Ornamental		SanJuan*	15	400.00	6 000.00
	Jacaranda mimosifolia	Jacaranda*	25	400.00	10 000.00
		Hisopo*	13	400.00	5 200.00
		Total	53		
	Total árboles	463		Q185 200.00	

Cuadro 33
Costos de siembra de árboles

	Costo unitario	Cantidad	Total
Abono	17 050	1	17 050
Asesorías	1 250	8	10 000
Gasolina	1 900	2	3 800
Herbicidas	4 500	1	4 500
Mano de obra	500	132	66 000
Otros	2 000	1	2 000
Total			₡103 350.00

Cuadro 34
Costos de mantenimiento de árboles

Herbicidas	Cantidad	Precio	Fertilizantes	Cantidad	Precio
Mirex	4	1000	10-30-10	1	35000
Volaton	4	475	Ácidos húmicos	1	2500
Total		₡5 900.00	Total		₡37 500.00

Cuadro 35
Balance de Personal

Cargo	Cantidad	Unitaria/Día	Remuneración anual	
			Total	Carga social
Vaquero	1	6 428.57	2 314 285.71	601 714.29
Peón de campo	2	6 428.57	3 085 713.60	802 285.54
Administración 1/2 tiempo	0.5	7 933.33	1 903 999.20	495 039.79
Total				₡9 203 038.13

Cuadro 36
Programa de fertilización pasto de piso

	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Fertilizante Nitrogenado	Quintal	72	17600	1267200
Fertilizante alto en magnesio y fosforo	Quintal	8	25000	200000
Cal	Quintal	25	895	22375
Agroquímicos	L	4	4500	18000
Total				€1 507 575.00

Cuadro 37
Costos fijos

	Unidad de medida	Cantidad	Costo	Costo anual
Agua	m3	12	2000	24 000.00
Energía	kwhs	12	45000.00	540 000.00
Teléfono		12	4000.00	48 000.00
Total				€612 000.00

Cuadro 38
Costos servicios profesionales

	Total anual
Servicios en mantenimiento	120 000.00
Servicios profesionales contador	30 000.00
Servicios veterinario	216 000.00
Total	€366 000.00

Cuadro 39
Gastos de operación

	Cantidad	Ciclos por año	Costo anual	Total
Control sanitario	1.00	0.5	386 087.50	193 043.75
Costos en alimentación vacas	1.00	12	1 675 704.09	20 108 449.13
Costos mantenimiento pasto y pasto de corta	1.00	1	851 106.52	2 358 681.52
Costo mantenimiento equipo e instalaciones	1.00	1	167 920.00	167 920.00
Costo alevines de tilapia	6 000.00	30	180 000.00	180 000.00
Costo alimentación tilapias	1.00	1	1 362 632.10	1 362 632.10
Costo fertilización estanque	1.00	1	54 000.00	54 000.00
Costo manteniendo árboles	1.00	1	456 940.00	456 940.00
Costo mantenimiento agua	1.00	1	231 800.00	231 800.00
Costo mantenimiento equipos	1.00	1	500 000.00	500 000.00
Subtotal				
Imprevistos	1.00	1	600 000.00	600 000.00
Total				Q26 033 466.51

Cuadro 40
Costo mantenimiento equipo e instalaciones

	Unidades	Cantidad/año	Precio	Total
Aceite bomba de vacio	gl	2.00	3 875.00	7 750.00
Acido stoncide removedor de piedra de leche	gl	3.00	2 320.00	6 960.00
Ajax con triclorin	250gr	12.00	210.00	2 520.00
Cepillo para colectores	Unidades	3.00	3 010.00	9 030.00
Cepillos para mangueras	Unidades	3.00	2 100.00	6 300.00
Cloro al 4%	Galón	12	670.00	8 040.00
Cloro al 12% (Hipo cloro)	gl	12.00	1 655.00	19 860.00
EM-1	lts	24.00	3 610.00	86 640.00
Jabón alcalino	gl	6.00	3 470.00	20 820.00
Total				Q167 920.00

Cuadro 41
Costo mantenimiento recurso hídrico

	Cantidad	Costo	Total
Análisis de agua	1.00	75 000.00	75 000.00
Otros	1.00	80 000.00	80 000.00
Mano obra	12.00	6 400.00	76 800.00
Total		Total:	€231 800.00

Cuadro 42
Costo mantenimiento suelo

	Cantidad	Costo	Total
Alquiler de terreno ha/añual	0.00	180 000.00	0.00
Total			€0.00

Cuadro 43
Costo mantenimiento reforestación

	Cantidad	Costo	Total
Total			€456 940.00

Cuadro 44
Alimentación vacas

Detalle	Animales	Promedio	15 kilos	
	56	producción diario	35 Unidades	
	Mensual	Hato en producción	Costo x kilo	Costo mensual
		Cantidad alimento		
Vacas en producción	35	6300	186.33	1 173 900.00
Prolac	35	105	411.11	43 166.67
Miel	35	1050	54.00	56 700.00
Minerales Minpro	35	94.5	416.30	39 340.76
	Mensual			
Vacas secas del 7 al 8 mes	2.5	150	160.00	24 000.00
Vacas secas del 8 al 9 mes	2.5	300	217.78	65 333.33
Minerales premix pre-parto	5	12	487.50	5 850.00
Novillas	6	360	175.56	63 200.00
Terneras	10	600	175.56	105 333.33
Bueyes	2	240	160.00	38 400.00
Leche en polvo para terneras	16	288	210.00	60 480.00
Costo total			Total:	Q1 675 704.09

Cuadro 45
Costos control salud animal

	Dosis/animal	Aplicaciones	Costo	Costo Unitario	Costo Total
Vacuna doble (50 ml) Vacas y novillas	5ml	1	2915	58.3	13 117.50
Vacuna Antrax (100 ml)	2ml	1	4850	48.5	970.00
Medicamentos salud animal		6	60000	15000	360 000.00
Control brucelosis y tuberculosis		10	80000	1200	12 000.00
Total:					Q386 087.50

Cuadro 46
Costos mantenimiento pasto corta

	Precio	Costo por kilo	Cantidad	Costo total
Cal	895	19.46	4140	80550
Formula alta en magnesio y fosforo	17500	380.43	360	136956.52
Fertilizante nitrogenado	17600	382.61	1656	633 600.00
Total:				Q851 106.52

Cuadro 47
Costo de la electricidad (JASEC)

	Cantidad	Costo	Total
Consumo total	810.00		
Base KWH	30.00	45.80	1374.00
A partir de los 30			
Consumo KWH	780.00	47.55	37089.70
Subtotal			Q38 463.70
Impuesto	0.13	6.18	5000.28
Alumbrado publico		1.58	1279.67
Total		101.11	Q44 743.66

Cuadro 48
Costo alimentación de tilapia

	Cantidad	Precio	Total
Alimento para alevín	2	13 545.00	27 090.00
Alimento fase 2	8	8 463.00	67 704.00
Alimento fase 4	12	8 363.00	100 356.00
Alimento fase 6	16	8 300.00	132 800.00
Total			Q1 362 632.10

Ver anexo 4 Tabla de ración de alimento sobre el porcentaje de la biomasa del pez

Cuadro 49
Costos fertilización de estanques

	Cantidad	Precio	Total
Fertilizante orgánico (Boñiga en sacos)	12	4 000.00	48 000.00
Cal estanque de levante en sacos	1	850.00	850.00
Cal estanque de engorde en sacos	8	895.00	7 160.00
Total			₡54 000.00

Cuadro 50
Producción de leche anual/kilos

Producción promedio por animal condición. Normal	15 Kilos	Precio litro de leche	1893	kilo sólidos
Efecto clima sobre producción (verano-invierno)	0.10 %		Sólidos totales Jersey	13.25%
Hato en producción	35 unidades	Precio litro	250.82	litro
Total producción de leche diaria	473 Kilos	Ingreso x venta	₡ 42 664 907.25	kilos
Total producción de leche mensual	14 175 Kilos	leche		
Total producción de leche anual	170 100 Kilos			

Cuadro 51
Ingreso por venta de terneras

	Cantidad	Precio venta	Total
Machos	15	2500	37500
Hembras	10	25000	250000
Total			₡287 500.00

Cuadro 52
Ingreso por venta de vacas de desecho

	Cantidad	Precio venta	Total
Ventas de vacas de desecho a partir del año 4	5	75000	₡375 000.00

Cuadro 53
Beneficios generados por el biodigestor

	Cantidad	Pr. Sustituto	Ahorro anual
Efluente	182500	12	2 190 000.00
Gas para generar electricidad durante 3 horas/día	12	5592.6	67111.20
Total			Q2 257 111.20

Cuadro 54
Ingreso por venta de tilapias

	Cantidad	Precio venta	Total
Kilos de tilapia fresca	4000	1440	5760000
Total			Q5 760 000.00

Cuadro 60
Depreciación del hato lechero

	precio x vaca	Vida útil cantidad vacas	15 depreciación x vaca/año	depreciación año	depreciación total
Año 0	450 000.00	40	30 000.00	1 200 000.00	1 200 000.00
Año 1	450 000.00	36	30 000.00	1 080 000.00	1 213 333.33
Año 1	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	
Total vacas		40			
Año 2	450 000.00	32	30 000.00	960 000.00	1 240 000.00
Año 2	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	
Año 2	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Total vacas		40			
Año 3	450 000.00	28	30 000.00	840 000.00	1 280 000.00
Año 3	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	
Año 3	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Año 3	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Total vacas		40			
Año 4	450 000.00	24	30 000.00	720 000.00	1 333 333.33
Año 4	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	
Año 4	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Año 4	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Año 4	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Total vacas		40			
Año 5	450 000.00	20	30 000.00	600 000.00	1 406 666.67
Año 5	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	
Año 5	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Año 5	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Año 5	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Año 5	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Total vacas		40			
Año 6	450 000.00	16	30 000.00	480 000.00	1 500 000.00
Año 6	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	
Año 6	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Año 6	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Año 6	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Año 6	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Año 6	800 000.00	4	53 333.33	213 333.33	
Total vacas		40			
Año 7	450 000.00	12	30 000.00	360 000.00	1 606 666.67
Año 7	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	
Año 7	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Año 7	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Año 7	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Año 7	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Año 7	800 000.00	4	53 333.33	213 333.33	
Año 7	850 000.00	4	56 666.67	226 666.67	
Total vacas		40			
Año 8	450 000.00	8	30 000.00	240 000.00	1 726 666.67
Año 8	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	

Año 8	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Año 8	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Año 8	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Año 8	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Año 8	800 000.00	4	53 333.33	213 333.33	
Año 8	850 000.00	4	56 666.67	226 666.67	
Año 8	900 000.00	4	60 000.00	240 000.00	
Total vacas		40			
Año 9	450 000.00	4	30 000.00	120 000.00	1 873 333.33
Año 9	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	
Año 9	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Año 9	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Año 9	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Año 9	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Año 9	800 000.00	4	53 333.33	213 333.33	
Año 9	850 000.00	4	56 666.67	226 666.67	
Año 9	900 000.00	4	60 000.00	240 000.00	
Año 9	1 000 000.00	4	66 666.67	266 666.67	
Total vacas		40			
Año 10	450 000.00	0	30 000.00	0.00	2 046 666.67
Año 10	500 000.00	4	33 333.33	133 333.33	
Año 10	550 000.00	4	36 666.67	146 666.67	
Año 10	600 000.00	4	40 000.00	160 000.00	
Año 10	650 000.00	4	43 333.33	173 333.33	
Año 10	725 000.00	4	48 333.33	193 333.33	
Año 10	800 000.00	4	53 333.33	213 333.33	
Año 10	850 000.00	4	56 666.67	226 666.67	
Año 10	900 000.00	4	60 000.00	240 000.00	
Año 10	1 000 000.00	4	66 666.67	266 666.67	
Año 10	1 100 000.00	4	73 333.33	293 333.33	
Total vacas		40			16 426 666.67

**Anexo 9 Análisis financiero sistema de producción intensivo con
financiamiento**

Cuadro 56
Requerimiento de capital de trabajo

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Cantidad de producto x ano leche		170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00
Precio por unidad leche		250.82	250.82	265.87	281.82	298.73	316.66	335.66	355.80	377.14	399.77
Cantidad de producto x ano tilapia		4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00
Precio por unidad tilapia		1 440.00	1 440.00	1 526.40	1 617.98	1 715.06	1 817.97	1 927.04	2 042.67	2 165.23	2 295.14
Días de desfase Leche		7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Días de desfase Tilapia		360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
Costo anual de operación leche		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo anual de operación tilapia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Días por ano	0.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
Capital trab leche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Capital trab tilapias	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
requerimiento de capital de trabajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 57
Costo de Oportunidad

Costo de capital	0.19
K0	0.015

Cuadro 58
Préstamo

Año	Préstamo	Cuota	Interés	Amortización
1	38 011 258.17	-8 308 236.57	6 651 970.18	1 656 266.39
2	36 354 991.78	-8 308 236.57	6 362 123.56	1 946 113.00
3	34 408 878.78	-8 308 236.57	6 021 553.79	2 286 682.78
4	32 122 196.00	-8 308 236.57	5 621 384.30	2 686 852.27
5	29 435 343.74	-8 308 236.57	5 151 185.15	3 157 051.41
6	26 278 292.32	-8 308 236.57	4 598 701.16	3 709 535.41
7	22 568 756.92	-8 308 236.57	3 949 532.46	4 358 704.11
8	18 210 052.81	-8 308 236.57	3 186 759.24	5 121 477.32
9	13 088 575.49	-8 308 236.57	2 290 500.71	6 017 735.86
10	7 070 839.63	-8 308 236.57	1 237 396.94	7 070 839.63

Cuadro 59

Análisis de sensibilidad con financiamiento

Cambio de precios ingresos por venta de leche

Cambio de precios venta del producto

Volúmenes de producción	TIR Proyecto:						
		81.81%	250.82	238.279	226.365	215.046	204.293
		170 100	81.81%	63.78%	46.74%	30.25%	13.19%
		184680	113.23%	93.25%	74.52%	56.92%	40.17%
		174960	92.21%	73.54%	55.99%	39.28%	22.74%
		165240	71.48%	54.05%	37.40%	20.81%	2.21%
		155520	50.97%	34.41%	17.68%	-1.82%	#¡DIV/0!

Cambio de precios ingresos por venta de leche

Cambio de precios venta del producto

Volúmenes de producción	VAN Proyecto						
		37 657 367.51	250.82	238.279	226.365	215.046	204.293
		170 100	37 655 180.53	26 684 417.53	16 262 148.93	6 360 381.42	-3 046 253.98
		161595	26 684 417.53	16 262 192.67	6 361 037.51	-3 045 641.63	-11 981 945.26
		153090	15 713 654.52	5 839 967.82	-3 540 073.91	-12 451 664.68	-20 917 636.54
		144585	4 742 891.52	-4 582 257.03	-13 441 185.33	-21 857 687.72	-29 853 327.81
		136080	-6 227 871.48	-15 004 481.88	-23 342 296.76	-31 263 710.77	-38 789 019.09

Cambio de precios ingresos por venta de Tilapia

Cambio de precios venta del producto

Volúmenes de producción	TIR Proyecto:						
		81.81%	1440	1368	1299.6	1234.62	1172.889
		4 000	81.81%	79.37%	77.05%	74.85%	72.76%
		3 800	79.37%	77.05%	74.85%	72.76%	70.78%
		3 610	77.05%	74.85%	72.76%	70.78%	68.90%
		3 430	74.85%	72.76%	70.78%	68.90%	67.11%
		3 258	72.76%	70.78%	68.90%	67.11%	65.42%

Cambio de precios ingresos por venta de Tilapia

Cambio de precios venta del producto

Volúmenes de producción	VAN Proyecto						
		37 657 367.51	1440	1368	1299.6	1234.62	1172.889
		4 000	37 657 367.51	36 176 238.66	34 769 166.26	33 432 447.48	32 162 564.64
		3 800	36 176 238.66	34 769 166.26	33 432 447.48	32 162 564.64	30 956 175.94
		3 610	34 769 166.26	33 432 447.48	32 162 564.64	30 956 175.94	29 810 106.67
		3 430	33 432 447.48	32 162 564.64	30 956 175.94	29 810 106.67	28 721 340.87
		3 258	32 162 564.64	30 956 175.94	29 810 106.67	28 721 340.87	27 687 013.36

**Anexo 10 Análisis financiero sistema de producción intensivo sin
financiamiento**

Cuadro 56a
Requerimiento de capital de trabajo

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Cantidad de producto x año leche		170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00	170 100.00
Precio por unidad leche		250.82	250.82	265.87	281.82	298.73	316.66	335.66	355.80	377.14	399.77
Cantidad de producto x año tilapia		4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00	4 000.00
Precio por unidad tilapia		1 440.00	1 440.00	1 526.40	1 617.98	1 715.06	1 817.97	1 927.04	2 042.67	2 165.23	2 295.14
Días de desfase Leche		7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Días de desfase Tilapia		360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
Costo anual de operación leche		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo anual de operación tilapia		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Días por año	0.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
Capital trab leche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Capital trab tilapias	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Requerimiento de capital de trabajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 57a
Costo de Oportunidad

Costo de capital	0.19
K0	0.015

Cuadro 58a
Préstamo

Año	Préstamo	Cuota	Interés	Amortización
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 59ª

Análisis de sensibilidad sin financiamiento

Cambio de precios ingresos por venta de leche

Cambio de precios venta del producto

Volúmenes de producción	TIR Proyecto:						
		34.00%	250.82	238.279	226.365	215.046	204.293
		170 100	33.99%	29.22%	24.41%	19.50%	14.38%
		184680	41.73%	36.89%	32.10%	27.32%	22.48%
		174960	36.63%	31.84%	27.06%	22.21%	17.23%
		165240	31.29%	26.51%	21.65%	16.64%	11.34%
		155520	25.63%	20.76%	15.71%	10.32%	4.34%

Cambio de precios ingresos por venta de leche

Cambio de precios venta del producto

Volúmenes de producción	VAN Proyecto						
		32 260 875.16	250.82	238.279	226.365	215.046	204.293
		170 100	32 258 688.18	21 287 925.18	10 865 656.59	963 889.07	-8 442 746.33
		161595	21 287 925.18	10 865 700.33	964 545.17	-8 442 133.97	-17 378 437.60
		153090	10 317 162.18	443 475.48	-8 936 566.26	-17 848 157.02	-26 314 128.88
		144585	-653 600.82	-9 978 749.38	-18 837 677.68	-27 254 180.07	-35 249 820.16
		136080	-11 624 363.83	-20 400 974.23	-28 738 789.10	-36 660 203.11	-44 185 511.44

Cambio de precios ingresos por venta de Tilapia

Cambio de precios venta del producto

Volúmenes de producción	TIR Proyecto:						
		34.00%	1440	1368	1299.6	1234.62	1172.889
		4 000	34.00%	33.36%	32.76%	32.18%	31.63%
		3 800	33.36%	32.76%	32.18%	31.63%	31.11%
		3 610	32.76%	32.18%	31.63%	31.11%	30.60%
		3 430	32.18%	31.63%	31.11%	30.60%	30.12%
		3 258	31.63%	31.11%	30.60%	30.12%	29.66%

Cambio de precios ingresos por venta de Tilapia

Cambio de precios venta del producto

Volúmenes de producción	VAN Proyecto						
		32 260 875.16	1440	1368	1299.6	1234.62	1172.889
		4 000	32 260 875.16	30 779 746.32	29 372 673.92	28 035 955.14	26 766 072.29
		3 800	30 779 746.32	29 372 673.92	28 035 955.14	26 766 072.29	25 559 683.59
		3 610	29 372 673.92	28 035 955.14	26 766 072.29	25 559 683.59	24 413 614.33
		3 430	28 035 955.14	26 766 072.29	25 559 683.59	24 413 614.33	23 324 848.53
		3 258	26 766 072.29	25 559 683.59	24 413 614.33	23 324 848.53	22 290 521.01