

**UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)**

**DISEÑO Y ANÁLISIS TÉCNICO-FINANCIERO DE UN SISTEMA DE
PRODUCCION AGROPECUARIA INTEGRAL PARA EL CAMPUS DE LA
UNIVERSIDAD DE GEORGIA EN SAN LUIS DE MONTEVERDE,
PUNTARENAS, COSTA RICA.**

FABRICIO CAMACHO CESPEDES

**PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN GESTION Y
LIDERAZGO AMBIENTAL.**

SAN JOSÉ, COSTA RICA

ENERO DEL 2010

**UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)**

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
Requisito parcial para optar al grado de Máster en Gestión y Liderazgo Ambiental

Dr. Quint Newcomer
PROFESOR TUTOR

Dr. Nolan Quirós
LECTOR

Fabricio Camacho Céspedes
SUSTENTANTE

Dedicatoria

Al Creador, por darme la fuerza para seguir adelante.

A mi madre Grace y a mi padre Alexis, por darme la vida y su amor incondicional.

A mis hermanos Ericka y Alex Antonio, por su valioso apoyo.

A mi esposa Karen, por su paciencia y comprensión incondicional.

A mi hijo Christopher, por darme inspiración.

Agradecimientos

A la Junta Directiva del Programa Universidad de Georgia Costa Rica, por el apoyo financiero para la realización de esta maestría.

Al Dr. Quint Newcomer, por su apoyo durante el trabajo realizado.

Al Sr. Julio Rodríguez Cruz, por el valioso aporte brindado.

Al Ing. Luis Carazo Badilla, por la atenta y desinteresada atención durante la visita a los proyectos de la Universidad EARTH.

Índice de contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice de contenido	v
Índice de figuras	viii
Índice de cuadros	xi
Resumen ejecutivo	xiii
1 Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problemática y oportunidad.....	6
1.3 Justificación del proyecto	9
1.4 Objetivo general	10
1.5 Objetivos específicos	10
2 Marco Teórico	11
2.1 Marco referencial	11
2.2 Temas de investigación y procesos	13
2.3 Áreas de conocimiento y aplicación	14
3 Marco Metodológico	16
3.1 Fuentes de información.....	16
3.2 Tipo de investigación	16
3.3 Método	17
3.4 Técnicas.....	17
3.5 Materiales.....	20
4 Resultados	21

4.1 Descripción del área de estudio del proyecto.....	21
4.1.1 Clima.....	21
4.1.2 Zona de vida	22
4.1.3 Geología	22
4.1.4 Suelos.....	23
4.1.5 Hidrología	25
4.1.6 Historia de uso del suelo.....	26
4.2 Diagnóstico del estado actual del sistema agropecuario	28
4.2.1 Descripción general del componente agropecuario	28
4.2.2 Producción actual y demanda proyectada del componente agropecuario.	35
4.3 Diseño y análisis técnico del sistema agropecuario	38
4.3.1 Componente pecuario.....	40
4.3.1.1 Unidad de producción porcina semi-estabulada	40
4.3.1.2 Unidad de producción bovino-lechero semi-estabulado	47
4.3.1.3 Unidad de producción para gallinas ponedoras.....	55
4.3.1.4 Unidad para producción de abono orgánico	60
4.3.1.5 Unidad de descontaminación productiva	71
4.3.2 Componente hortícola.....	91
4.3.2.1 Unidad para producción en invernadero	92
4.3.2.2 Unidad para producción en suelo	98
4.3.3 Sistema agroforestal demostrativo de café con sombra	101
4.3.4 Unidad de investigación y extensión.....	107
4.4 Análisis financiero	114
4.4.1 Componente pecuario.....	115

4.4.1.1 Unidad de producción porcina semi-estabulada	115
4.4.1.2 Unidad de producción bovino-lechero semi-estabulado	118
4.4.1.3 Unidad de producción para gallinas ponedoras	120
4.4.1.4 Unidad para producción de abono orgánico	121
4.4.1.5 Unidad de descontaminación productiva	124
4.4.2 Componente hortícola.....	127
4.4.2.1 Unidad para producción en invernadero	127
4.4.2.2 Unidad para producción en suelo	129
4.4.3 Sistema agroforestal demostrativo de café con sombra	131
4.4.4 Unidad de investigación y extensión.....	132
4.4.5 Análisis conjunto de la finca integral	134
5 Conclusiones.....	138
6 Recomendaciones.....	141
7 Bibliografía.....	143
8 Anexos	150

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del campus Universidad de Georgia Costa Rica. San Luis de Monteverde, 2009. Fuente: Google Maps, 2009.	5
Figura 2. Corredor Biológico Pájaro Campana y el complejo de áreas protegidas de Monteverde. Fuente: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Área de Conservación Arenal Tempisque. 2008.....	5
Figura 3. Mapa interpretativo del campus de la Universidad de Georgia Costa Rica. San Luis de Monteverde, 2009.	7
Figura 4. Uso actual del suelo en el Corredor Biológico Pájaro Campana. Fuente: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Área de Conservación Arenal Tempisque. 2008.....	8
Figura 5. Ubicación del campus Universidad de Georgia Costa Rica en el sistema de zonas de vida. Fuente: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Área de Conservación Arenal Tempisque. 2008.	23
Figura 6. Ubicación del campus Universidad de Georgia Costa Rica en el sistema hidrológico de la zona de Monteverde. Fuente: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Área de Conservación Arenal Tempisque. 2008.	26
Figura 7. Áreas aprovechables para producción agropecuaria. La numeración corresponde a los sectores indicados en el cuadro 1. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	28
Figura 8. Ejemplo de los sitios de pastoreo de ganado bovino y equino. Sector Finca Pecuaria. Campus Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	31
Figura 9. Área de producción de hortalizas. Sector el Nino. Campus Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	32
Figura 10. Terrenos de pastoreo. Sector la Ventana. Campus Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	34
Figura 11. Componentes del sistema integral de producción agropecuaria. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	40
Figura 12. Producción porcina semi-estabulada. Universidad EARTH. Guácimo de Limón. 2009.....	41

Figura 13. Diseño de la Unidad de Producción Porcina. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.....	44
Figura 14. Diseño de la Unidad de Producción Bovina. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.....	50
Figura 15. Diseño de la Unidad de Producción para Gallinas Ponedoras. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	58
Figura 16. Diseño de la Unidad de producción de abono compost y bokashi. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	69
Figura 17. Unidad de producción de humus de lombriz. Sector el Nino. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	70
Figura 18. Componentes del sistema de descontaminación productiva. Elaboración propia con insumos de Botero & Hernández (2006).....	74
Figura 19. Biodigestor de flujo continuo instalado en la finca pecuaria de la Universidad EARTH. Guácimo de Limón. Costa Rica. Se muestra la campana de almacenamiento de biogás. 2009.....	77
Figura 20. Canales de sedimentación. Finca Pecuaria. Universidad EARTH. Guácimo. Limón, Costa Rica. 2009.....	78
Figura 21. Lagunas de descontaminación. Finca Pecuaria. Universidad EARTH. Guácimo. Limón, Costa Rica. 2009.....	82
Figura 22. Diseño del sistema de descontaminación productiva para la finca integral del campus Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	88
Figura 23. Diseño de los invernaderos del componente de producción hortícola en la finca integral del campus de la Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	95
Figura 24. Área de germinación. Finca de producción hortícola. Universidad EARTH. 2009.	96
Figura 25. Producción de hortalizas en cilindros plásticos horizontales. Universidad EARTH. 2009.	96
Figura 26. Producción de tomate y chile dulce. Invernadero del Sr. Orlando Trejos. Monteverde. 2009.	97
Figura 27. Producción en suelo sobre sustrato orgánico. Universidad EARTH. 2009.	97

Figura 28. Distribución del componente para producción hortícola en la finca integral del campus de la Universidad de Georgia Costa Rica. Sector el Nino. 2009.	100
Figura 29. Sistema agroforestal de café con sombra. Parcela del Sr. Gilberth Lobo. Finca La Bella, San Luis de Monteverde. 2009.	105
Figura 30. Diseño de la distribución del sistema agroforestal para café bajo sombra en la finca integral de la Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.....	106
Figura 31. Esquema de distribución de las diferentes unidades productivas en la finca integral del campus de la Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	114

Índice de cuadros

Cuadro 1. Características de las áreas aprovechables para producción agropecuaria. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.	29
Cuadro 2. Demanda anual proyectada y producción de alimentos (con datos del 2008) que pueden ser cultivados en la finca de la Universidad de Georgia. 2009.	36
Cuadro 3. Valor de mercado de los productos y costos de producción de la finca de la Universidad de Georgia para el año calendario 2008.....	38
Cuadro 4. Sistema de descontaminación productiva de aguas servidas. Finca pecuaria integrada de la Universidad EARTH, Guácimo de Limón. Análisis de aguas en laboratorios de la Universidad de Costa Rica (2004-2005).	72
Cuadro 5. Porcentajes de gases producidos en el sistema de biodigestores. 1987.	75
Cuadro 6. Plantas acuáticas utilizadas en el sistema de descontaminación productiva. 2006.....	79
Cuadro 7. Inversión inicial unidad de producción porcina semi estabulada. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.	117
Cuadro 8. Inversión inicial. Unidad de producción bovino-lechero semi estabulado. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.	118
Cuadro 9. Inversión inicial. Unidad de producción para gallinas ponedoras. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.	120
Cuadro 10. Inversión inicial. Unidad de producción abono. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.....	122
Cuadro 11. Producción anual. Unidad de producción de abono. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.	123
Cuadro 12. Inversión inicial. Unidad de descontaminación productiva. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.	125
Cuadro 13. Inversión inicial. Unidad de producción en invernadero. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.	127
Cuadro 14. Producción anual. Unidad de producción en invernadero. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.	128

Cuadro 15. Producción anual. Unidad de producción en suelo. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.	130
Cuadro 16. Inversión inicial. Sistema agroforestal demostrativo. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.	131
Cuadro 17. Inversión inicial. Unidad de investigación y extensión. Universidad de Georgia. 2010.....	133
Cuadro 18. Inversión inicial de la finca integrada. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.	135

Resumen ejecutivo

La Universidad de Georgia (EE.UU) cuenta con un campus internacional localizado en la comunidad San Luis de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. El objetivo de esta operación es brindar oportunidades de educación e investigación a estudiantes universitarios así como apoyar el desarrollo sostenible de la región. El campus está circunscrito en una propiedad de 63 hectáreas las cuales están divididas en tres segmentos conformados por una reserva forestal privada, un área de edificios y jardines y un componente de producción agropecuaria artesanal. La facilidad es administrada bajo una visión de sostenibilidad ambiental, y sensibilidad social y cultural, por lo que los diferentes actores involucrados en el manejo del proyecto tienen la obligación de tomar decisiones deliberadas que minimicen el impacto del proyecto, aumenten la eficiencia y sostenibilidad de la operación, y proporcionen al público meta oportunidades de aprendizaje e investigación.

Una de las mayores oportunidades con la que la operación cuenta para crecer en el ámbito de autosuficiencia y sostenibilidad, es por medio de la incorporación de un sistema de producción integral que aumente la productividad del componente agropecuario, ya que bajo el esquema actual, este segmento solamente logra satisfacer el equivalente monetario a un 8.74% de la cantidad de dinero que se invierte anualmente en la compra de alimentos en el campus, pero generando un déficit de US\$5,503.80 por año.

A través del presente estudio se llevaron a cabo los análisis técnicos y financieros, los cuales demostraron que es factible desarrollar una finca agropecuaria integral sostenible en la propiedad de la Universidad de Georgia. Según los análisis realizados, esta finca puede contar con un componente pecuario dividido en 5 unidades productivas (porcina, bovino-lechero, avícola-ponedora, aboneras orgánicas y sistema de descontaminación productiva con generación de biogás), un componente hortícola con dos unidades de producción (invernadero y huerta orgánica), un sistema agroforestal demostrativo y una unidad de investigación y extensión. Este sistema de producción aprovecha al máximo los recursos de la finca, y tiene la capacidad de producir el equivalente monetario a un 51% del total de recursos que se invierten anualmente en la compra de alimentos que se consumen en el campus sin generar déficits presupuestarios. La inversión inicial que se debe llevar a cabo para poner en funcionamiento el sistema es de US\$219,927.46 si se desarrolla durante el año calendario 2010. El sistema productivo es lo suficientemente robusto para cubrir los costos operativos anuales y generar un superávit el cual es suficiente para recuperar la inversión inicial en un periodo de 13 años después de que el sistema haya sido establecido.

Es importante resaltar que el desarrollo del sistema agropecuario integral implica grandes ventajas económicas y estratégicas para la Universidad de Georgia, por lo cual se recomienda llevar a cabo el proyecto. En este sentido, se pueden citar las siguientes ventajas del sistema: a) la producción de los alimentos es a nivel local, lo cual beneficia la economía de la comunidad ya que se abrirían 4.5 nuevos empleos, b) al ser los alimentos producidos localmente, se reduce la huella ambiental, y especialmente la huella de carbono de toda la operación, c) los

alimentos son producidos en forma natural y con el mínimo de insumos externos, lo cual genera beneficios en la salud de los trabajadores y de los consumidores así como del ambiente, d) la operación del sistema expone a la universidad ante una nueva gama de oportunidades para investigación, educación y extensión, hasta tal punto que el campus podría llegar a convertirse en un centro de investigación y extensión sobre el manejo de sistemas agropecuarios integrales en zonas montañosas tropicales, con lo cual se lograría plasmar la misión global de la Universidad de Georgia de servir al país y en especial apoyar el desarrollo sostenible en las comunidades circunvecinas que se encuentran dentro del Corredor Biológico Pájaro Campana.

Finalmente, es importante hacer mención que el sistema productivo no tiene la capacidad de generar el flujo de caja suficiente para internalizar costos financieros por el pago de intereses a terceros, por lo que se recomienda realizar una campaña para la recolección donaciones a nivel privado y así lograr darle contenido económico a la inversión inicial sin tener que recurrir a préstamos bancarios.

1 Introducción

1.1 Antecedentes

La Universidad de Georgia es una de las instituciones académicas norteamericanas con más trayectoria al haber sido el primer centro de estudios superiores de carácter público establecido en los Estados Unidos (Boney, 1984). La universidad fue fundada en el año 1785 con la misión de educar, servir e investigar la naturaleza de las cosas. Bajo este marco de referencia, la institución ha desarrollado con gran liderazgo tres grandes áreas de acción fundamentales basadas en la investigación, la enseñanza y el servicio a la comunidad (Boney, 1984).

En los últimos años, paralelo al fenómeno mundial de la globalización, la universidad ha internalizado la meta de formar estudiantes con una visión global. Para lograr esa meta la institución ha invertido tiempo y recursos en el desarrollo de un departamento que se dedica a la facilitación de experiencias y oportunidades de educación e investigación a nivel internacional (Q. Newcomer, comunicación personal, septiembre 18, 2009).

Los esfuerzos que la organización ha llevado a cabo para internacionalizar la educación de sus estudiantes han dado resultados satisfactorios y le ha permitido a la institución posicionarse en el quinto lugar en Estados Unidos con respecto al número de estudiantes que participan en programas internacionales. El esfuerzo que ha liderado la universidad para formar ciudadanos globales ha tenido una aceptación significativa ya que se ha logrado que cerca de un treinta por ciento de los alumnos que se gradúan, hayan participado en una experiencia educativa fuera del país (Weeks, 2009).

La universidad cuenta con más de 100 programas a nivel internacional en los cuales los estudiantes pueden participar. Además, la institución ha logrado establecer convenios con la Universidad de Oxford en Inglaterra y con la Universidad de Cortona en Italia por medio de los cuales los estudiantes reciben lecciones y tutorías en esos centros educativos y desarrollan proyectos de

investigación y aprendizaje de primera mano en diversos temas (Q. Newcomer, septiembre 18, 2009).

El proyecto de la universidad localizado en San Luis de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica, es el primer campus internacional de la Universidad de Georgia. La propiedad donde se encuentra esta facilidad fue adquirida en el año 2002 y desde ese periodo, la institución ha invertido el capital suficiente para contar con la infraestructura y el personal necesario para operar programas educativos de diversa índole tanto para estudiantes de la institución así como para estudiantes de otras organizaciones académicas nacionales e internacionales.

Geográficamente, el campus se localiza a 1,100 metros sobre el nivel del mar sobre la Vertiente Pacífica de la Cordillera Volcánica de Tilarán (ver figura 1). El campus colinda con la Reserva Biológica Bosque Nuboso de Monteverde, así como con el Bosque Eterno de los niños. Estas dos áreas protegidas a su vez están adyacentes al Parque Nacional Arenal y a la Reserva Alberto Manuel Brenes, formando así en conjunto, uno de los bloques de bosque protegidos más grandes del país, estimado en un total de ochenta y seis mil hectáreas (ver figura 2).

El objetivo principal del campus de la Universidad de Georgia en Costa Rica es servir como una facilidad totalmente equipada donde se puedan desarrollar actividades educativas y de investigación multidisciplinarias enriquecedoras tanto para los participantes de los programas así como para las comunidades circunvecinas al proyecto.

Para lograr cumplir con su objetivo, la Universidad de Georgia se enfoca en el área de Monteverde en tres actividades específicas (Q. Newcomer, comunicación personal, septiembre 18, 2009):

Educación: la institución facilita y desarrolla programas académicos para estudiantes internacionales provenientes tanto del campus central de la Universidad de Georgia como de otras instituciones académicas de diversas partes del mundo. Los programas que se llevan a cabo son multidisciplinarios en su mayoría. Estos programas incorporan segmentos sobre el aprendizaje de español y la cultura local así como el ambiente, la ecología y la sostenibilidad. Los

programas son impartidos tanto por profesores de la universidad como por especialistas contratados a nivel nacional en temas específicos. El campus también cuenta con un programa de turismo educativo, por medio del cual el público en general tiene la opción de visitar el proyecto y ser atendidos por personal especializado que se encarga de desarrollar actividades educativas principalmente en los temas de historia natural y cultura local.

Investigación: la institución facilita proyectos de investigación para estudiantes de postgrado, profesores e investigadores independientes y de la Universidad de Georgia. La organización se encarga de recibir y orientar a estos investigadores para que puedan realizar su trabajo en forma eficiente y coordinada. A medida de lo posible, la universidad incentiva a los investigadores para que los proyectos de investigación se desarrollen tomando en cuenta el impacto de sus actividades sobre las comunidades vecinas y hacia el medio ambiente.

Extensión: la universidad procura amplificar su impacto positivo sobre la zona de Monteverde en forma directa e indirecta. Para lograrlo, la institución brinda empleo directo a un promedio de 30 personas en forma permanente y al menos 5 personas al año en forma ocasional. Asimismo, la organización incentiva la economía local por medio de la compra directa de productos comestibles y no comestibles generados en la zona así como por medio del apoyo a pequeños empresarios que han establecido actividades educativas y recreativas que son aprovechadas por los estudiantes que visitan el campus. La universidad planea fortalecer en el futuro las iniciativas de extensión a la comunidad por medio del establecimiento de nuevos programas de capacitación así como por medio del mejoramiento de los programas actuales de educación.

La universidad cuenta con un equipo de trabajo que se encarga de ejecutar las operaciones y las actividades necesarias para llevar a cabo los programas académicos. Este equipo se encuentra organizado en seis departamentos, los cuales están dirigidos por el personal administrativo que se encarga de coordinar las actividades necesarias para alcanzar los objetivos generales y específicos de cada programa.

Desde el punto de vista de manejo de la propiedad, el campus está dividido en tres componentes (ver figura 3):

El campus principal: está conformado por un total de cuatro hectáreas de terreno las cuales se subdividen en un segmento de servicios al usuario, un área académica, un área residencial y un jardín botánico. En este componente se llevan a cabo actividades educativas y es donde los estudiantes, profesores e investigadores comparten la mayor parte de su tiempo y quehaceres.

La reserva forestal: consta de cincuenta hectáreas de bosque protegido, las cuales se encuentran adjuntas a la Reserva del Bosque Nuboso de Monteverde y forman parte de la Red Nacional de Reservas Privadas. En esta área protegida se desarrollan actividades educativas y de investigación dirigidas a la interpretación del ecosistema así como al estudio de la ecología y la biodiversidad.

Componente agropecuario: está compuesto por ocho hectáreas de terreno distribuidas a lo largo de la propiedad donde se llevan a cabo actividades agropecuarias a pequeña escala tales como pastoreo de ganado de doble propósito, cría de cerdos así como producción de frutas y hortalizas. Todos los productos generados en la finca son consumidos por el mismo proyecto o en su defecto, son vendidos a los empleados y vecinos. En la actualidad se produce en este segmento, menos de un 10% del consumo anual de alimentos del campus. Sin embargo, la administración considera que la productividad de este componente puede ser mucho mayor si se implementa una estrategia de integración agropecuaria de la finca a través de la cual no solo se podrá aumentar la producción y la sostenibilidad del campus, sino que al mismo tiempo se logrará generar oportunidades de investigación, educación y servicio a la comunidad local, con lo cual se estaría plasmando una vez más la misión de la universidad.

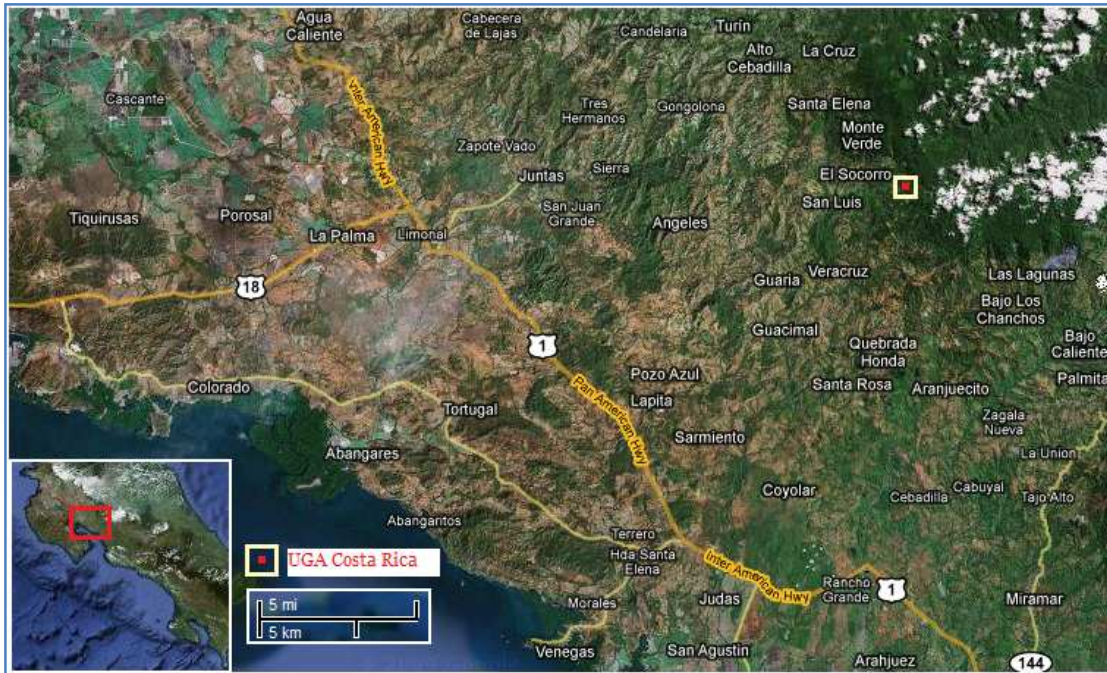


Figura 1. Ubicación del campus Universidad de Georgia Costa Rica. San Luis de Monteverde, 2009. Fuente: Google Maps, 2009.

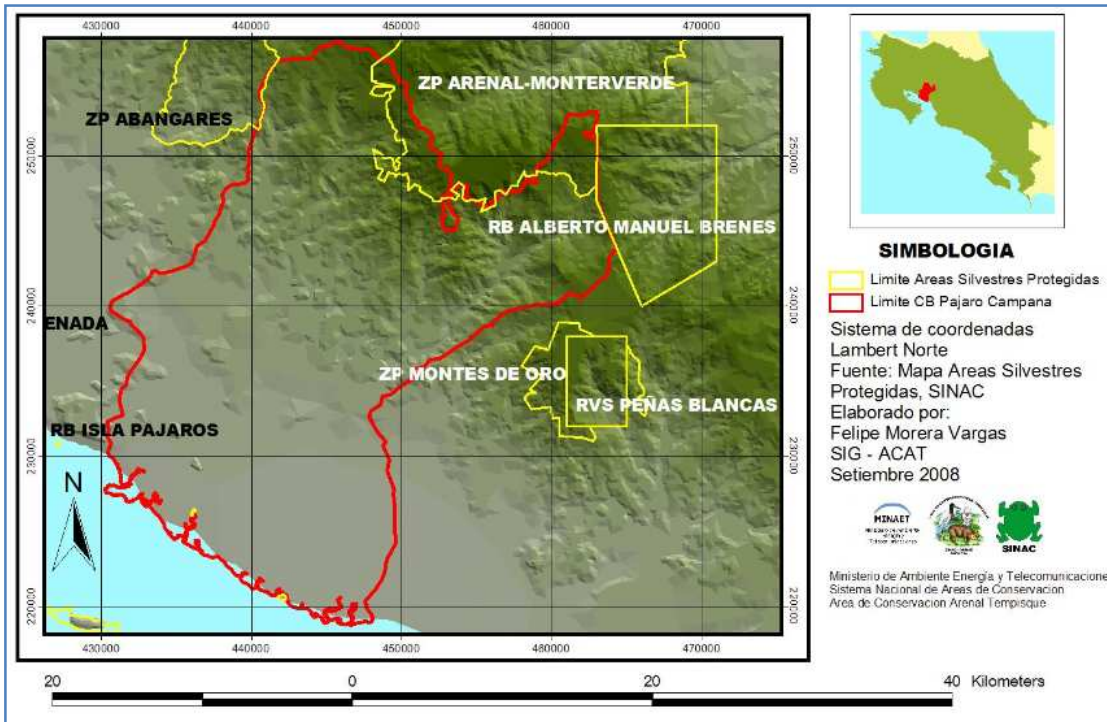


Figura 2. Corredor Biológico Pájaro Campana y el complejo de áreas protegidas de Monteverde. Fuente: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Área de Conservación Arenal Tempisque. 2008.

El campus se encuentra dentro del territorio del Corredor Biológico Pájaro Campana, el cual es un proyecto dirigido por las organizaciones conservacionistas y de investigación de Monteverde, incluyendo a la Universidad de Georgia. Este corredor biológico busca mejorar la conectividad boscosa sobre la Vertiente Pacífica de la Cordillera de Tilarán (ver figura 4) de tal forma que las especies nativas de fauna puedan migrar desde y hacia las áreas protegidas cumpliendo así con sus funciones ecológicas y ayudando a en la conservación de los ecosistemas (Rojas, 2001). Asimismo, el proyecto del corredor biológico pretende incentivar a los propietarios de terreno para que desarrollen actividades productivas sostenibles de tal forma que puedan mejorar la capacidad de producción de sus tierras por medio de la diversificación de su producción y la incorporación de técnicas de uso del suelo ambientalmente sensibles (Consejo Local Corredor Biológico Pájaro Campana, comunicación personal, febrero 18, 2009). Para lograr este objetivo, el campus de la Universidad de Georgia juega un papel preponderante como centro de investigación y extensión comunitaria, ya que la operación contará con la capacidad institucional de llevar a cabo experimentación y actividades de capacitación sobre los sistemas de producción integral que mejor se adaptan a la parte alta del corredor.

El campus Universidad de Georgia Costa Rica es manejado bajo el programa de sostenibilidad turística del Instituto Costarricense de Turismo (CST). Este programa incentiva el ahorro y el manejo racional de los recursos disponibles así como la sensibilidad del proyecto hacia las comunidades circunvecinas. Asimismo, el programa promueve la autosuficiencia, el reciclaje y la consciencia ambiental. Gracias a este programa, y al liderazgo ambiental mostrado por la administración del campus, la operación ha logrado obtener un alto nivel de sensibilidad ambiental y social y ha alcanzado la meta de minimizar significativamente el impacto negativo del proyecto hacia el ambiente y la comunidad. Sin embargo, la administración del campus considera que existen todavía numerosas oportunidades para aumentar la sostenibilidad del proyecto a un nivel superior principalmente por medio de la incorporación de estrategias que promuevan la autosuficiencia y la maximización en el aprovechamiento de los recursos ya

existentes en la finca (Q. Newcomer, comunicación personal, septiembre 18, 2009), por lo que el objetivo del presente trabajo es proveer a la universidad con el diseño de un modelo de producción agropecuaria que le permita a la operación aumentar la autosuficiencia alimentaria y al mismo tiempo incrementar las oportunidades de educación, investigación y extensión en el campus.

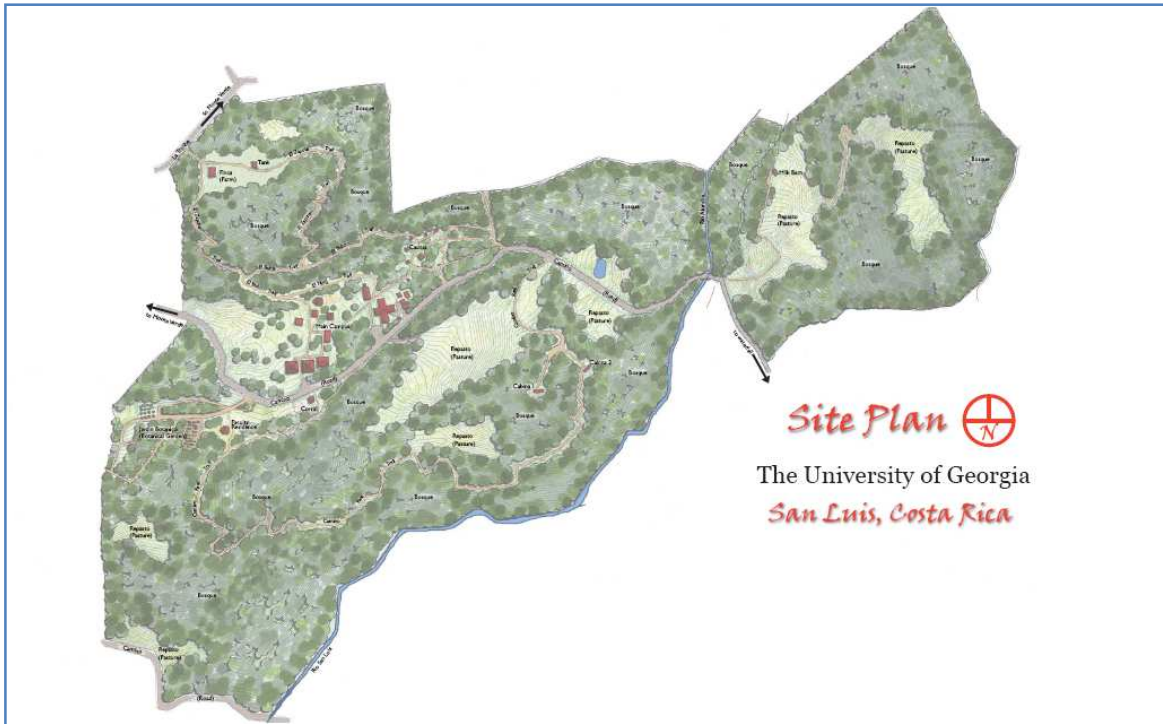


Figura 3. Mapa interpretativo del campus de la Universidad de Georgia Costa Rica. San Luis de Monteverde, 2009.

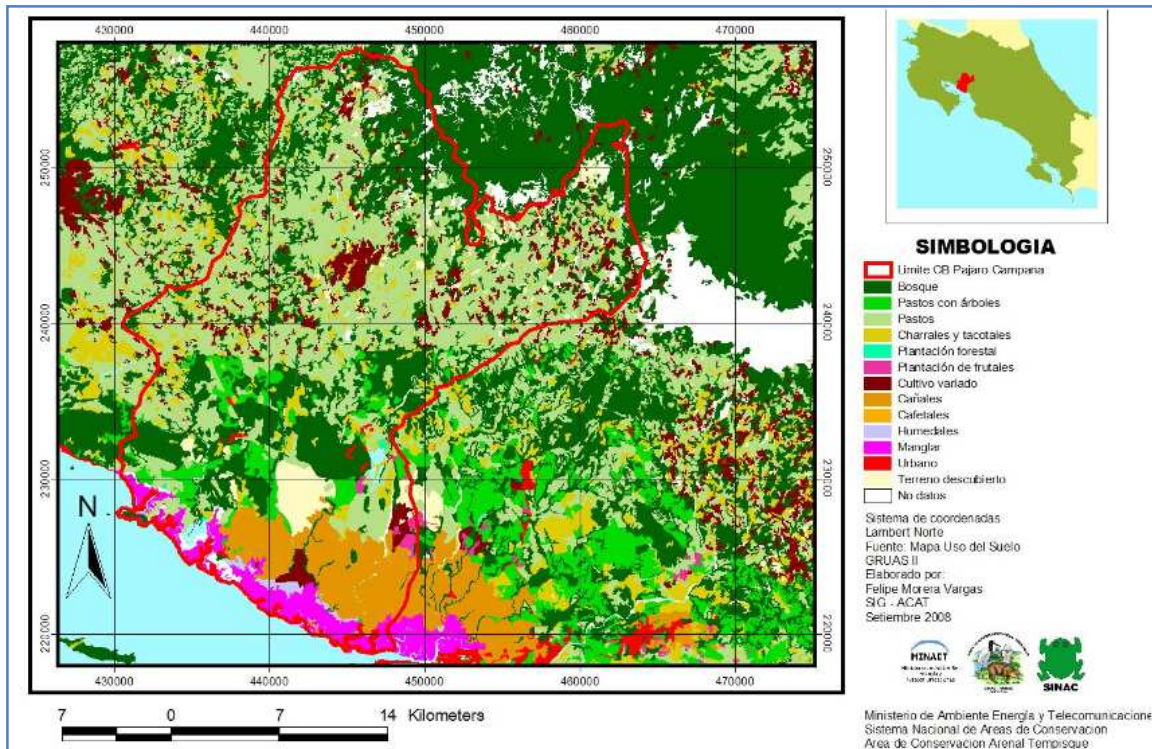


Figura 4. Uso actual del suelo en el Corredor Biológico Pájaro Campana. Fuente: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Área de Conservación Arenal Tempisque. 2008.

1.2 Problemática y oportunidad

El campus de la Universidad de Georgia cuenta con una pequeña operación agropecuaria, la cual se encuentra dispersa en diferentes sitios dentro de la propiedad y es manejada en forma artesanal. Estas características le restan a la operación capacidad para diversificar sus actividades productivas, generar una mayor cantidad de productos e incorporar actividades educativas y de investigación enfocadas en el sector agropecuario de la zona de Monteverde.

El personal administrativo y operativo de la universidad reconoce que existe un potencial significativo para mejorar el componente agropecuario del campus. En este sentido, la institución tiene la meta de construir un sistema agropecuario integral y sostenible que sirva tanto para producir un mayor porcentaje de los

alimentos que se consumen en el campus, así como para desarrollar cursos y capacitaciones dirigidas a estudiantes y vecinos de las comunidades aledañas sobre sistemas de agricultura y ganadería integral-sostenible. Asimismo, la institución pretende incentivar el desarrollo de investigaciones por parte de estudiantes y profesores por medio de las cuales se genere información valiosa para el manejo y administración de dichos sistemas (Q. Newcomer, comunicación personal, septiembre 18, 2009).

Evidentemente, para poder proceder con el plan de integración de la operación agropecuaria, la universidad necesita contar con el diseño del sistema de producción que mejor se adapte a las características y necesidades del campus. Asimismo, la institución tiene la necesidad de conocer en detalle los aspectos técnicos y financieros de dicho sistema para poder llevar a cabo el planeamiento y la consecución de fondos para la ejecución del proyecto (Q. Newcomer, comunicación personal, septiembre 18, 2009).

1.3 Justificación del proyecto

El presente trabajo proveerá a la Universidad con el diseño del sistema agropecuario integral-sostenible que mejor se adapta a sus necesidades así como con los datos técnicos y financieros del proyecto para que la institución lleve a cabo el respectivo planeamiento y consecución de fondos para la implementación del sistema de producción.

Los resultados del presente trabajo servirán también como fundamento para futuras investigaciones e inclusive funcionará como insumo para la implementación de proyectos similares de integración agropecuaria que se deseen desarrollar en condiciones ambientales y socioeconómicas similares a las del área de influencia del proyecto.

El impacto de este estudio es tanto a nivel local como regional y global, ya que hoy en día, para combatir el acelerado calentamiento global provocado principalmente por las altas emisiones de dióxido de carbono (International Panel on Climate Change, 2007), donde el sector agropecuario juega un papel preponderante

(Baumert, Herzog & Pershing, 2005), es urgente diseñar y poner en práctica sistemas productivos integrales como el propuesto, por medio de los cuales se aumente la productividad del terreno al mismo tiempo que se minimice y mitigue el impacto sobre el medio ambiente (Niggli, Fließbach, Hepperly & Scialabba, 2009).

1.4 Objetivo general

Diseñar y analizar técnica y financieramente un sistema de producción agropecuaria integral para el campus de la Universidad de Georgia, San Luis de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica.

1.5 Objetivos específicos

- Describir las características del área de estudio en cuanto a clima, zona de vida, geología, suelos, hidrología e historia de uso del suelo.
- Elaborar un diagnóstico del estado actual de la operación agropecuaria en la sede de la Universidad de Georgia.
- Diseñar un sistema agropecuario integral que se adapte a las características y necesidades del campus.
- Describir las especificaciones técnicas del sistema propuesto.
- Determinar el costo de la inversión que es necesaria para construir el sistema agropecuario propuesto.
- Determinar el costo de operación del sistema.
- Determinar el valor monetario de los beneficios directos e indirectos que producirá el sistema una vez que esté funcionando.
- Realizar un análisis financiero utilizando los indicadores Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio/Costo (B/C) para determinar la rentabilidad del sistema y el tiempo de recuperación de la inversión.

2 Marco Teórico

2.1 Marco referencial

La producción agropecuaria ha experimentado en las últimas décadas una evolución significativa, la cual ha sido posible gracias al desarrollo de paquetes tecnológicos que han logrado maximizar la eficiencia y capacidad productiva de los esquemas de producción (Holland, 2002; Kimbrell, 2002). Este desarrollo tecnológico en el campo agropecuario ha provocado un alto grado de mecanización de la agricultura y la ganadería y una mayor dependencia de los sistemas a insumos externos (Kimbrell, 2002; Rosset, 1997), los cuales son desarrollados utilizando una gran cantidad de energía proveniente principalmente a partir de combustibles fósiles (Pimentel et al, 1973).

La mecanización así como la utilización de factores externos que son empleados en los modelos productivos altamente tecnificados para controlar las variables desfavorables como lo pueden ser la alta compactación y la baja fertilidad de los terrenos así como la incidencia de plagas y enfermedades, han generado efectos negativos tanto sobre el ambiente, como por ejemplo la contaminación del suelo y del agua, así como en la sociedad, como por ejemplo la migración y problemas de salud de la población, y han provocado que los sistemas productivos se conviertan en esquemas aún más frágiles, dependientes y sensibles a las fluctuaciones de la economía mundial (Beus & Dunlap, 1990; Kimbrell, 2002).

Con la actual crisis económica mundial y el incremento en los precios de los combustibles, la producción agropecuaria moderna ha sufrido impactos negativos ya que los mercados se han contraído y el precio de los insumos ha aumentado o se han mantenido, generado así un estado de inestabilidad en el sector (Irwin, 2008).

Debido a su alta sensibilidad a fenómenos globales y locales así como por los impactos negativos que generan, la producción agropecuaria mecanizada no representa una alternativa sostenible para el desarrollo de regiones en vías de crecimiento que presenten ambientes biofísicos y socio económicos frágiles y

complejos (Rosset, 1997), por lo que la sociedad está siendo forzada a desarrollar modelos de producción integrales que sean ambiental, social y económicamente sensibles y adaptables a diferentes escalas productivas (Holland, 2002; Rosset, 1997).

La producción agropecuaria integral representa una oportunidad estratégica para avanzar hacia un modelo de producción sostenible ya que es un sistema que aprovecha las ventajas de los avances tecnológicos y los combina con los procesos biológicos y ecológicos para generar esquemas productivos diversos, estables y altamente independientes de insumos externos, con lo cual se logra maximizar la productividad y minimizar al mismo tiempo los impactos negativos hacia el medio ambiente y la sociedad (Holland, 2002; Rosset, 1997). Este modelo propone la utilización holística del terreno y los recursos, así como la integración de los procesos de regulación natural en los esquemas productivos con el fin de alcanzar el máximo reemplazo de los insumos externos y sostener la generación de ingresos de las unidades de producción (El Titi, 1996 citado por Holland, 2002). Una de las principales características de la producción integral es que cada finca debe ser tratada por separado tomando en cuenta las características propias e historia de uso del suelo así como los objetivos del productor (Vereijken, 1992). La finca a su vez es dividida en unidades productivas, las cuales son específicamente diseñadas de acuerdo a las características biofísicas del terreno respetando la capacidad de carga del medio (Edwards et al, 1990.).

Los componentes de los sistemas de producción integral dependen del tipo de desarrollo agropecuario, estos en general son diversos y están interconectados entre sí formando un circuito donde existe una adecuada rotación de los cultivos, así como un manejo efectivo de los nutrientes, los cuales son reciclados a través de las unidades productivas promoviendo el mejoramiento de la fertilidad global del sistema (Holland, 2002; Rosset, 1997).

Los sistemas de producción integral tienen la capacidad de generar múltiples beneficios para las sociedades, la economía y el ambiente ya que son esquemas productivos que promueven un balance entre el nivel de producción que se desea

alcanzar y la capacidad del sistema de alcanzar ese nivel sin comprometer la integridad productiva futura del mismo.

Desde el punto de vista ambiental, los sistemas integrales fomentan la mejor utilización y distribución de la biomasa dentro de las unidades productivas, lo cual tiene un impacto positivo dentro de la finca ya que se promueve un efectivo ciclaje de nutrientes asegurando así el mantenimiento de la fertilidad del sistema (Nair et al, 1999). Asimismo, al ser sistemas que promueven la autosuficiencia y la rotación eficiente de la energía y de los diferentes recursos dentro de las unidades (Edwards et al, 1990), se logra reducir la dependencia a los insumos externos, con lo cual se disminuye el impacto negativo de la producción sobre el medio ambiente (Edwards et al, 1990). En este sentido, este esquema de producción representa una oportunidad tangible para combatir el calentamiento global y fomentar la adaptación de las comunidades rurales a los retos que presenta cambio climático (Niggli et al, 2009).

Desde el punto de vista socio económico, los sistemas de producción agropecuaria integral aportan oportunidades significativas para un desarrollo rural sostenible (Collins & Qualset, 1998), ya que son modelos productivos más robustos y menos sensibles a los cambios radicales en la economía. Asimismo, estos sistemas de producción aumentan las oportunidades de empleo y abre opciones para el desarrollo de proyectos a pequeña y mediana escala, por medio de los cuales se logra incentivar la economía local y el desarrollo de modelos de mercado justo (Rappo, 2008).

2.2 Temas de investigación y procesos

En vista de que el presente trabajo se enfoca en el diseño de una propuesta técnica y financiera de un sistema de producción agropecuaria integral para el campus de la Universidad de Georgia Costa Rica, los temas que se desarrollan por medio del estudio son: a) sistemas de producción agropecuaria integral, b) diseño de sistemas de producción agropecuaria, c) aspectos técnicos de las

unidades de producción integral, d) sostenibilidad en la producción, e) análisis financieros.

Para efectos del diseño del sistema, en primer lugar se llevó a cabo una descripción del área de estudio a través de la cual se analizaron variables climáticas, ecológicas, edafológicas, hidrológicas y geológicas. Posteriormente, se realizó un diagnóstico del sistema agropecuario actual del campus por medio del cual se elaboró una descripción del sistema de producción y se analizó la condición y uso actual del suelo así como el nivel de productividad.

Luego de haber realizado el diagnóstico, se procedió a diseñar un sistema integral de producción agropecuaria tomando en cuenta tanto las características del área de estudio como el potencial de producción e integración.

Posteriormente, se llevó a cabo la estimación de los costos de establecimiento del sistema integrado y se realizó un análisis de los costos operativos anuales. Asimismo, se proyectaron los ingresos generados por el sistema de producción en base a diez años y se procedió a confeccionar los análisis financieros utilizando como indicadores de factibilidad y rentabilidad el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio-Costo (B/C).

Finalmente se procedió a elaborar las respectivas recomendaciones sobre la aplicabilidad del sistema.

2.3 Áreas de conocimiento y aplicación

El presente proyecto aporta conocimiento sobre el manejo integrado de fincas agropecuarias a pequeña escala en zonas montañosas del trópico húmedo. Específicamente, el trabajo proporciona información valiosa en cuanto a las estrategias que se pueden emplear para diversificar las actividades productivas de una finca aprovechando al máximo los recursos locales y desarrollando formas económicas de mejorar la productividad global del sistema coadyuvando al mismo con la protección del medio ambiente.

Aunque la aplicabilidad del presente trabajo está circunscrita en forma práctica al mejoramiento del componente agropecuario del campus de la Universidad de

Georgia, una vez que el proyecto se ejecute, el sistema de producción servirá como un laboratorio donde estudiantes e investigadores independientes podrán llevar a cabo experimentos y ensayos en función del mejoramiento de dichos sistemas de producción. Asimismo, el proyecto aportará conocimientos tanto a los estudiantes y usuarios que visiten el campus como a los productores vecinos y de otras zonas, sobre el manejo integrado de fincas agropecuarias ya que se estarán llevando a cabo talleres de intercambio de experiencias y capacitaciones dirigidas a las personas interesadas y dedicadas a este tipo de actividades económicas.

3 Marco Metodológico

3.1 Fuentes de información

El presente trabajo fue desarrollado tomando como base fuentes de información primarias y secundarias. Las fuentes primarias consisten específicamente en los datos que se recopilaron en el campo sobre el sistema actual de manejo del componente agropecuario del campus, así como de las características actuales de dicho sistema. Por su parte, para efectos de elaborar el sistema agropecuario integral y llevar a cabo el análisis técnico y financiero de dicho sistema, se utilizaron fuentes de información secundaria que hicieron referencia al manejo integrado de sistemas agropecuarios. Esta información se obtuvo por medio de búsquedas en internet utilizando los principales motores de búsqueda como Google y Yahoo, así como por medio de visitas presenciales y virtuales a bibliotecas especializadas como son los casos de la Biblioteca de la Universidad Escuela de Agricultura de la Región del Trópico Húmedo (EARTH), el Centro Agronómico para la Investigación y Enseñanza (CATIE), la Universidad de Costa Rica (UCR) y la Universidad Nacional (UNA).

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se llevó a cabo para elaborar el presente trabajo fue de carácter mixto, ya que se realizó tanto investigación documental como investigación de campo.

La investigación documental consistió precisamente en la búsqueda de información literaria correspondiente al manejo integrado de fincas agropecuarias, mientras que la investigación de campo correspondió al levantamiento de la información necesaria para realizar el diseño del sistema agropecuario integral así como para la confección de los respectivos análisis técnicos y financieros.

3.3 Método

El método empleado para la elaboración del presente trabajo es el método analítico sintético. Este método propone la observación, descripción y examen crítico del tema de estudio. Posteriormente, el tema es descompuesto en partes, las cuales son clasificadas y ordenadas según los objetivos del trabajo a realizar. Una vez que se lleva a cabo dicho proceso, se realizan los respectivos análisis por medio de los cuales se logran establecer comparaciones y relaciones que arrojan los resultados del trabajo (Ortiz & García, 2003).

Para efectos del presente estudio, el tema principal son las fincas agropecuarias integrales y las variables son los segmentos en los que las fincas se descomponen. El análisis que se efectuará por medio de este estudio consistirá en identificar los componentes que se pueden adaptar a las condiciones de la finca de la universidad y ordenar dichos componentes de tal forma que lleguen a constituir un sistema productivo integral y eficiente.

3.4 Técnicas

Fase I. Recopilación de información sobre el área de estudio

Se llevó a cabo una búsqueda literaria para recopilar la información pertinente al área de estudio en cuanto a las características biofísicas como lo son las condiciones climáticas, edafológicas, ecológicas, hidrológicas y geológicas de la zona de Monteverde. Esta información fue procesada e incorporada en el primer segmento de resultados del presente trabajo, el cual consistió en elaborar una caracterización general del área de estudio del proyecto.

Fase II. Diagnóstico del estado actual del sistema agropecuario de la finca de la universidad

Se llevó a cabo un diagnóstico para conocer las condiciones actuales del componente agropecuario de la finca de la universidad. Para lograr cumplir con esta etapa se realizaron recorridos por toda la propiedad a través de los cuales se midió el tamaño del área aprovechable de terreno para el desarrollo del modelo integral, así como la pendiente y las condiciones generales de cada segmento en cuanto a uso actual, condición del suelo y potencial productivo. Como parte de este diagnóstico se realizó un estudio para determinar la demanda de la operación del campus de productos agropecuarios de la finca y la producción actual del sistema agropecuario. La información recopilada fue procesada e incorporada en el presente documento como el diagnóstico general del estado actual de la operación agropecuaria.

Fase III. Diseño de un sistema agropecuario integral que se adapte a las características y necesidades del campus

Una vez que fueron evaluadas las condiciones actuales del sistema agropecuario así como la producción actual, las necesidades de producción y el potencial productivo, se procedió a realizar una búsqueda de literatura sobre estrategias alternativas de integración y maximización en la productividad de sistemas agropecuarios en los centros de información especializados de la Universidad EARTH, el CATIE, la UCR y la UNA; asimismo se llevaron a cabo búsquedas en otras bases de datos y centros de documentación en línea. Posteriormente, se realizaron giras de campo para visitar fincas integrales principalmente en la zona atlántica de Costa Rica. Estas visitas fueron facilitadas por medio del programa de desarrollo agropecuario de la Universidad EARTH con quienes la Universidad de Georgia cuenta con un convenio de cooperación para este proyecto.

Una vez elaboradas las revisiones literarias y las visitas a las fincas integrales, basado en las condiciones y características del área de estudio, se procedió a

diseñar el sistema de producción integral para la finca de la Universidad de Georgia tomando en cuenta la información recopilada.

Fase IV: Análisis técnico del sistema de producción agropecuaria integral

Con base a la información recopilada en el campo así como por medio de la literatura revisada, se desarrolló una descripción técnica en cuanto al tamaño adecuado, los requerimientos, la instalación y la operación de cada uno de los componentes del sistema de producción integral. Esta descripción tiene la función de identificar los principales detalles en cuanto al diseño y el manejo del sistema de producción de tal forma que cuando se ejecute el proyecto, la información necesaria para la planificación ya esté disponible.

Fase V: Análisis financiero del sistema de producción agropecuaria integral

Los costos de instalación, operación y mantenimiento así como la producción estimada de cada uno de los componentes del sistema integral fueron organizados a través de cuadros con el fin de elaborar los respectivos análisis financieros, los cuales consistieron en el cálculo y la interpretación del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio Costo (B/C).

A través del cálculo e interpretación de estos indicadores, se logró determinar la factibilidad financiera del sistema agropecuario y el tiempo de recuperación de la inversión.

Fase VI: Conclusiones y recomendaciones

Una vez que se elaboraron los respectivos análisis técnicos y financieros y se determinó la factibilidad técnica y financiera del sistema, se procedió a elaborar las conclusiones y recomendaciones respectivas del trabajo realizado.

3.5 Materiales

Los materiales necesarios para llevar a cabo el presente estudio son:

- Computador
- Programa de procesamiento de palabras (Word 2007)
- Programa de procesamiento de datos (Excel 2007)
- Programa para acceso a Internet (Mozilla Firefox)
- Libros, artículos y revistas sobre los temas que competen a la investigación
- Cámara digital
- Libretas de apuntes
- Vehículo para realizar giras de campo

4 Resultados

4.1 Descripción del área de estudio del proyecto

4.1.1 Clima

Nadkarni & Wheelwright (2000) reconocen tres estaciones climáticas relativamente predecibles para la zona de Monteverde:

Invierno: se extiende de mayo a noviembre de cada año. Durante esta época usualmente las mañanas son soleadas con cielos despejados, mientras que en las tardes se presentan lluvias convectivas que se extienden regularmente hasta el principio de la noche.

Transición invierno-verano: se extiende de noviembre a enero. Esta estación se caracteriza por la alta intensidad de vientos alisios provenientes de noreste. Estos vientos se desplazan desde las llanuras del norte y el Caribe cargados de humedad, la cual es depositada sobre la cordillera en forma de llovizna.

Verano: se extiende de febrero a abril. Durante esta época, los vientos alisios disminuyen su intensidad permitiendo que la nubosidad y la presencia de llovizna sea menor sobre toda la zona. Sin embargo, especialmente durante la noche, la incidencia del viento aumenta y consigo la cantidad de ese tipo de precipitación.

La temperatura promedio registrada para la zona de Monteverde es de 18.8 grados centígrados medidos a una elevación de 1,460 metros sobre el nivel del mar (Nadkarni & Wheelwright, 2000). Al estar el campus de la Universidad de Georgia ubicado a una elevación promedio de 1,100 metros sobre el nivel del mar en la vertiente pacífica, se estima que la temperatura promedio es de 20 grados centígrados.

El promedio de precipitación anual en la zona de Monteverde es de 2,519 milímetros registrados a una elevación de 1,460 metros sobre el nivel del mar (Nadkarni & Wheelwright, 2000). Sin embargo, al estar la zona de San Luis a una elevación menor, Haber, Zuchowski & Bello (2000) estiman que el promedio de

precipitación en esta zona es cercano a los 2,000 milímetros anuales, el cual incrementa conforme existe una mayor exposición hacia las partes más altas.

4.1.2 Zona de vida

Las zonas de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo (Holdrige, 1967).

La zona de vida representada en el área de estudio es el Bosque Muy Húmedo Premontano (Bmh-P) de acuerdo a la clasificación de Holdrige (1987) (ver figura 5).

Esta zona de vida se caracteriza por presentar condiciones favorables para el desarrollo de actividades agropecuarias gracias a la abundante (pero no excesiva) precipitación en forma de lluvia. Las actividades agropecuarias que se pueden dar en condiciones óptimas son la ganadería, así como el cultivo de productos perennes y hortalizas. La vegetación natural en esta zona es de altura media (30-40 metros) con densidades de dos o tres estratos verticales. Gracias a la abundante humedad, la vegetación se puede encontrar recubierta de plantas epífitas en forma moderada o abundante. Algunas especies de plantas pierden sus hojas durante la época seca (Holdrige, 1987).

4.1.3 Geología

La Cordillera de Tilarán está conformada principalmente por material andesítico y riolítico derivado de explosiones volcánicas durante el periodo terciario hace 2 a 65 millones de años (Haber et al, 2000). Los procesos que dieron lugar a la formación de la cordillera fueron esencialmente tectonismo y vulcanismo. Las rocas más antiguas que se pueden encontrar en la cordillera reportan edades radiométricas de 8.5 a 10.5 millones de años. Estas rocas fueron formadas entre 80 y 100

kilómetros de profundidad a partir de magma a una temperatura y presión relativamente bajas. Por su parte, la rocas menos antiguas datan de 2.6 a 4.3 millones de años; estas fueron formadas entre 150 y 200 kilómetros de profundidad a una mayor temperatura y presión durante periodos más recientes de subducción (Laguna, 1985 citado en Nadkarni & Wheelwright, 2000).

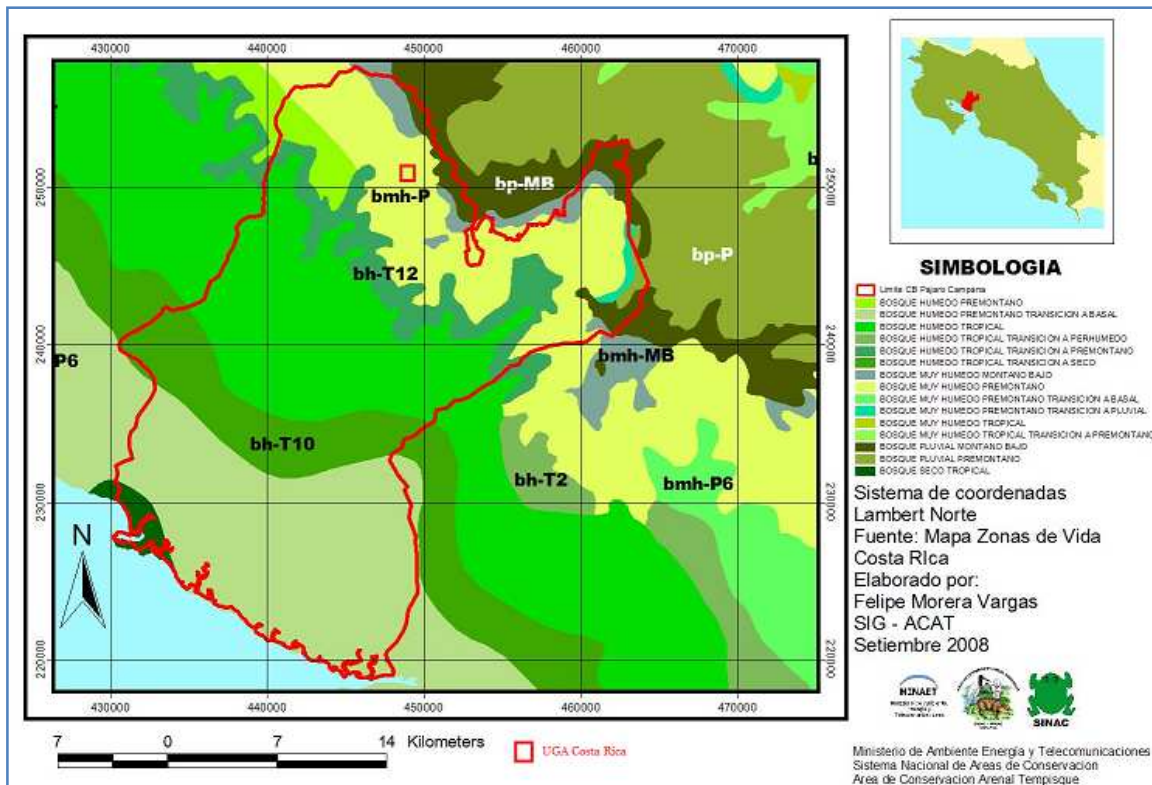


Figura 5. Ubicación del campus Universidad de Georgia Costa Rica en el sistema de zonas de vida. Fuente: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Área de Conservación Arenal Tempisque. 2008.

4.1.4 Suelos

Los suelos en la zona de Monteverde están formados a partir de material desprendido de rocas volcánicas así como de ceniza volcánica (Haber et al, 2000; Nadkarni & Wheelwright, 2000). Donde no han sido fuertemente erosionados (como por ejemplo en valles y lugares con poca o moderada pendiente), estos

suelos son profundos y de coloración oscura, ricos en materia orgánica, de textura intermedia, buena permeabilidad y relativamente fértiles. Por su parte, donde los suelos han sufrido periodos de erosión, especialmente donde existe mayor porcentaje de pendiente, estos se caracterizan por ser poco profundos, rojizos, de textura densa, poco fértiles y en ocasiones arcillosos lo cual dificulta la permeabilidad (Haber et al, 2000).

Según estudios realizados por Nadkarni & Wheelwright (2000), en Monteverde existen tres tipos de suelo: andisoles, inceptisoles e histosoles. Los andisoles son suelos que presentan propiedades dominadas por compuestos de corto alcance incluyendo compuestos organo-metálicos, ferrihidrita, y aluminosilicatos formados principalmente por transformación en sitio (Boul, Southard, Graham & McDaniel, 2003). La gran mayoría de andisoles (aunque no todos) están formados a partir de material volcánico (Boul et al), y se localizan en zonas relativamente planas o de poca pendiente. Los andisoles de Monteverde, se subclasifican en Udands ya que los mismos han sido formados en condiciones de alta humedad (Nadkarni & Wheelwright, 2000).

Los inceptisoles son suelos poco desarrollados provenientes de deslizamientos o aluviones, por lo que presentan poca diferenciación de su material parental (Boul et al, 2003). En la zona de Monteverde, estos suelos se localizan a lo largo de terraplenes y deslizamientos de tierra con alta pendiente así como a las orillas de los ríos (Nadkarni & Wheelwright, 2000).

Los histosoles son suelos compuestos principalmente por materia orgánica proveniente de la descomposición de plantas y animales (Lal, 2006). Para que estos suelos se formen, la tasa de deposición de material debe ser mayor que la tasa de descomposición, por lo que en Monteverde, los histosoles se encuentran en forma epífita sobre los troncos y ramas de árboles (Nadkarni & Wheelwright, 2000).

Para efectos de la clasificación específica de los suelos en la finca de la Universidad de Georgia, es necesario realizar un análisis taxonómico del suelo, el cual es un proceso que está fuera de los alcances del presente trabajo. Sin embargo, utilizando los datos de distribución de los suelos descrita por Nadkarni &

Wheelwright (2000), se puede interpretar con un alto nivel de confianza que en las zonas de poca pendiente dentro de la finca, se encuentran suelos andisoles, mientras que en las áreas con mayor pendiente, especialmente donde han ocurrido deslizamientos, se localizan los suelos inceptisoles.

4.1.5 Hidrología

El campus de la Universidad de Georgia se localiza en la parte alta de la microcuenca del río San Luis. Esta unidad hidrológica forma parte de la cuenca del río Guacimal, el cual drena paralelamente con las cuencas de río Lagartos y Aranjuez en la costa este del golfo de Nicoya (ver figura 6).

Al encontrarse la propiedad en la parte alta de la cuenca donde el relieve es significativamente quebrado, el drenaje de las aguas tanto superficiales como subterráneas es eficiente, por lo que no existen formaciones naturales de lagunas o lagos permanentes. Cabe resaltar, que la vegetación de esta zona juega un papel preponderante en la protección del ciclo hidrológico de la cuenca, especialmente en los procesos de evapotranspiración así como en la recarga de los sistemas subterráneos de drenaje ya que este componente permite que el proceso de infiltrado y percolación sean graduales y eficientes. En este sentido, para efectos de desarrollar sistemas productivos, se debe tomar en cuenta que es imperativa la protección del suelo con coberturas vegetales apropiadas tanto para evitar la erosión así como para asegurar que no haya una interrupción significativa del ciclo hidrológico, especialmente a nivel de microcuenca.

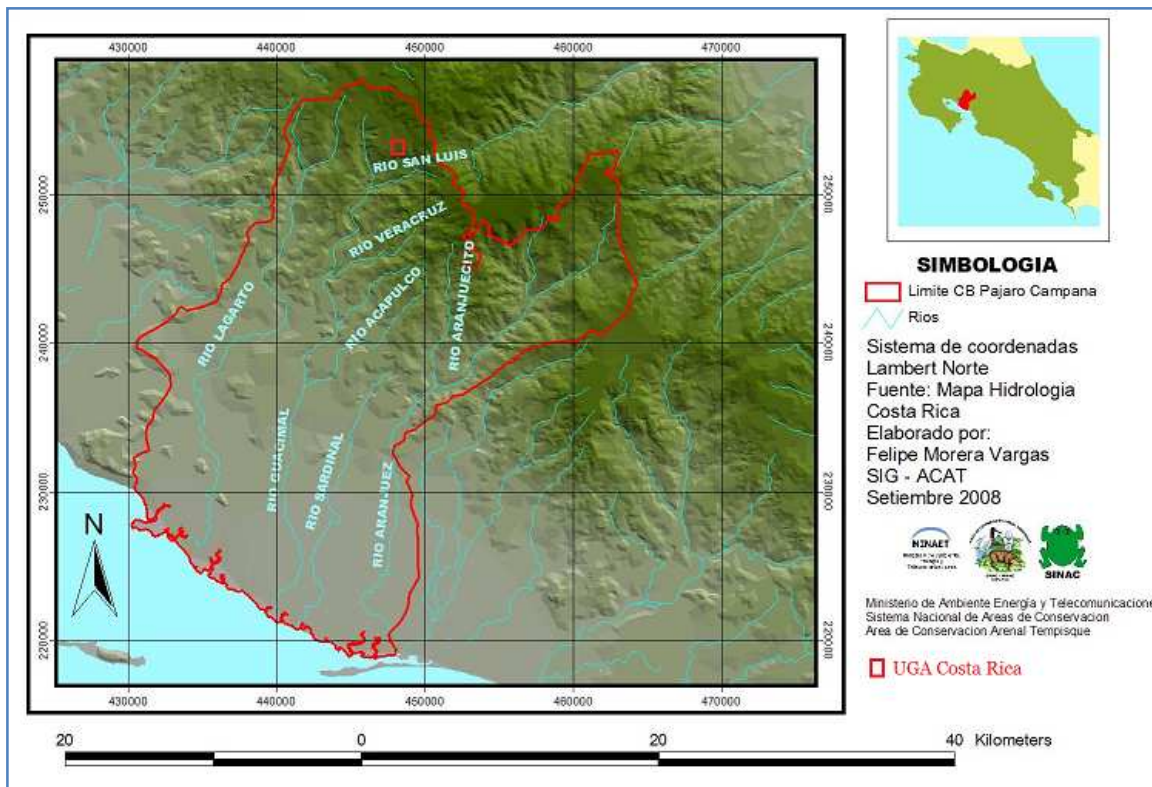


Figura 6. Ubicación del campus Universidad de Georgia Costa Rica en el sistema hidrológico de la zona de Monteverde. Fuente: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Área de Conservación Arenal Tempisque. 2008.

4.1.6 Historia de uso del suelo (M. Leitón y F. Araya, comunicación personal, Octubre 07, 2009).

Basado en el hecho de que en el valle de San Luis se han descubierto a través de los años vestigios de civilizaciones indígenas, se presume que en este existieron pequeñas tribus, las cuales, al igual que en el resto del territorio nacional, se dedicaron a la cacería y agricultura artesanal, hecho que no provocó una fuerte deforestación e impacto sobre el medio ambiente, por lo que la cobertura del suelo era probablemente en su mayoría forestal.

En el año 1915, se establecieron en el valle de San Luis los primeros pobladores no descendientes directamente de indígenas, siendo el Sr. Ramón Leitón, el primer pionero en radicarse en esta localidad.

Durante las primeras etapas de colonización, el Sr. Leitón, junto con sus familiares se dedicaron a labrar la tierra, desmontar parte de ella y llevar a cabo actividades agrícolas de subsistencia como lo fue la siembra de productos tales como maíz, frijoles, bananos y caña de azúcar entre otros.

A mediados de la década de 1940, el Sr. Ramón Brenes, quien había para ese entonces comprado terreno a los descendientes del Sr. Leitón hasta tal punto que se convertiría prácticamente en el dueño de todo el valle, incentivó la deforestación de la mayor parte de la microcuenca principalmente para el establecimiento de ganadería extensiva y plantaciones de café. Estas dos actividades productivas, en conjunto con la agricultura de subsistencia, son los usos del suelo que han prevalecido hasta la fecha en San Luis. Sin embargo, en los últimos 20 años los pobladores han observado un aumento en la cobertura forestal gracias principalmente a que el rendimiento de los terrenos han bajado significativamente (lo cual ha ocasionado el abandono de tales actividades) y a que el turismo se ha establecido como una actividad importante en toda la zona de Monteverde, lo cual ha erosionado el interés de las personas de trabajar en labores agropecuarias.

La finca que conforma hoy en día la propiedad de la Universidad de Georgia, antiguamente denominada La Dominga en honor a su propietario Domingo Leitón, fue en un principio desmontada significativamente para el establecimiento de plantaciones de café. Estas plantaciones cubrieron el área de menos pendiente que conforma actualmente el campus central, y se extendieron sobre la pendiente hasta cerca del río San Luis. Posterior al desarrollo de la actividad cafetalera, la finca fue cambiando gradualmente a uso forestal para conservación, producción de leche y cultivos varios a pequeña escala principalmente para suplir parte de la demanda de las más recientes operaciones turísticas y académicas.

4.2 Diagnóstico del estado actual del sistema agropecuario

4.2.1 Descripción general del componente agropecuario

El sistema agropecuario con el que cuenta en la actualidad el campus de la Universidad de Georgia comprende un total de 7.06 hectáreas aprovechables (ver figura 7 y cuadro 1). Estas áreas se encuentran dispersas y presentan diversas características en cuanto a uso actual y condición del suelo, pendiente y productividad (cuadro 1).

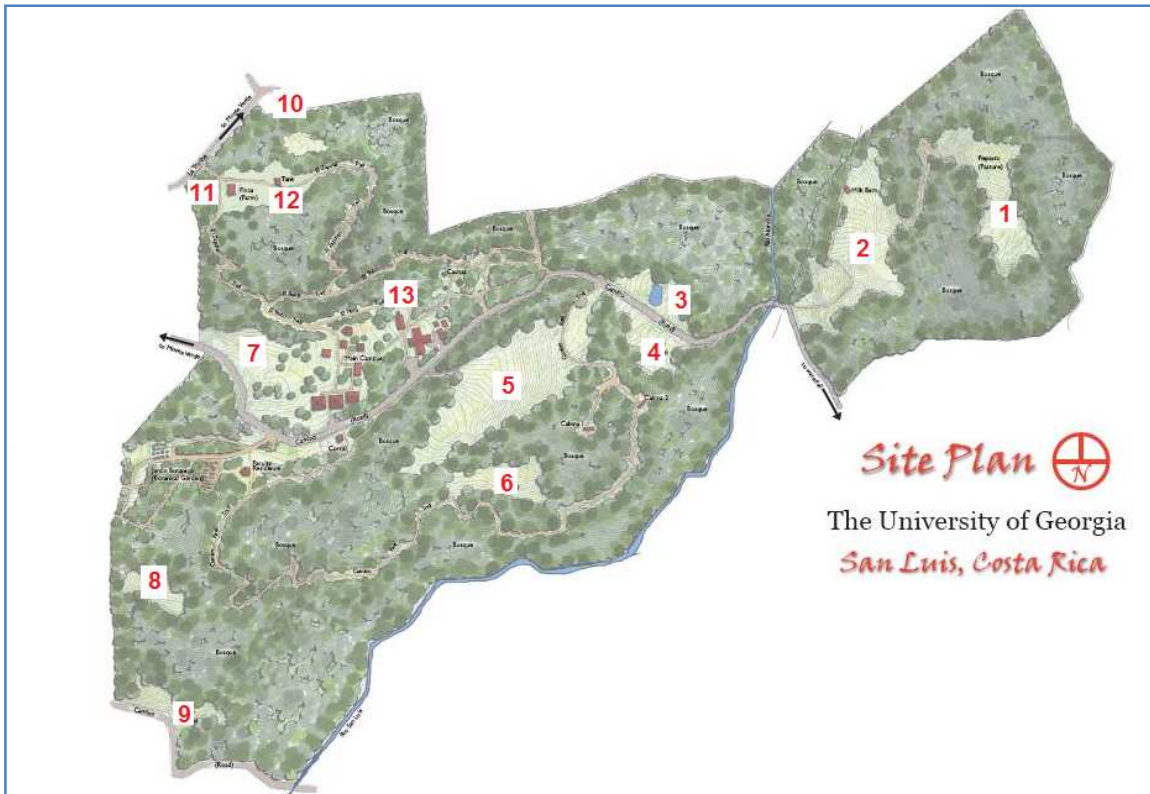


Figura 7. Áreas aprovechables para producción agropecuaria. La numeración corresponde a los sectores indicados en el cuadro 1. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

Cuadro 1. Características de las áreas aprovechables para producción agropecuaria. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

#	Sector	Área m ²	Uso	Pendiente	% Pend.	Condición del suelo
1	Alondra 1	5,630.00	Pasto estrella	Plana ondulada	11.76	Compactado, erosión leve
2	Alondra 2	13,442.00	Pasto estrella	Plana ondulada-quebrada	15.38	Compactado, erosión leve
3	Laguna Guayabos	3,250.00	Pasto estrella	Ondulada	30.00	Compactado, erosión leve
4	Laguna Limones	4,000.00	Pasto estrella	Plana	7.69	Compactado
5	Finca Pecuaria	9,945.00	Pasto estrella	Plana ondulada	11.29	Compactado, erosión leve
6	Camino Real	6,000.00	Pasto estrella	Ondulada	16.67	Compactado, erosión leve
7	Sistema Agroforestal	7,900.00	Pasto estrella	Ondulada	11.76	Compactado, erosión leve
8	Peña	2,465.00	Pasto estrella	Ondulada	28.57	Compactado, erosión leve
9	Buen Amigo	5,895.00	Pasto estrella	Ondulada	20.00	Compactado, erosión leve
10	La Ventana	5,522.00	Pasto estrella	Ondulada	30.00	Compactado, erosión leve
11	El Nino (calle)	1,800.00	Pasto estrella	Ondulada	20.00	Compactado, erosión leve
12	El Nino (huerta)	3,653.00	Hortalizas	Plana ondulada	17.69	Sobre-utilizado
13	Campus	1,100.00	Cuadrado	Ondulado	30.00	Compactado
	Total	70,602.00				

4.2.1.1 Uso actual del suelo

Dadas las condiciones de irregularidad del terreno, la fuerte pendiente prevaleciente en la mayor parte del territorio, la abundante precipitación, así como la fuerte incidencia del viento, el mejor uso del suelo en la parte alta del valle de San Luis, es la cobertura forestal (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1995). Sin embargo, la mayor parte del terreno ha sido deforestado para la producción agropecuaria sin tomar en cuenta la incorporación de prácticas de conservación del suelo, lo cual ha generado un grado de erosión significativa en todo el valle. Empero, a pesar de que la mayor parte del terreno es de aptitud forestal, en ciertas fincas, como en la de la Universidad de Georgia, existen formaciones geográficas que presentan menos pendiente y suelos más profundos, lo cual las han hecho aptas para el desarrollado actividades agropecuarias.

Como se puede apreciar en el cuadro 1 y en la figura 8, la mayor parte del componente agropecuario de la finca (7.06 hectáreas) se encuentra cubierto por la gramínea conocida como pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), la cual se ha utilizado por al menos 20 años para el pastoreo de ganado equino (4 cabezas a la fecha) y bovino de doble propósito (5 cabezas a la fecha). La carga animal, según los datos actuales para el componente pecuario de la finca es de 0.73 UA (Unidades Animal) por hectárea por año, la cual comparada con los datos de Cortés (1994), es una carga relativamente baja ya que el mismo reporta para esta especie de pasto en promedio 5 UA por hectárea por año en un sistema de rotación con 7 días de permanencia y 21 días de recuperación. Sin embargo, la baja carga animal se justifica ya que el sistema empleado en la universidad es combinado, donde se entremezcla ganado bovino y equino, lo cual disminuye la productividad del sistema dada la incidencia destructiva observada en el campo del equino sobre este tipo de pasto, lo cual permite la incorporación de otras plantas no aprovechables por el hato que generan competencia fotosintética y radicular con la gramínea de interés.

Por su parte, el área identificada como el Nino-huerta (ver figura 9), ha sido utilizada para la producción de hortalizas y vegetales incluyendo chayotes,

zanahorias, tomates, pepinos, zucchini, arracache, chamol, culantro, repollo, lechugas, chile dulce, vainicas, cebollas, apio, cebollinos, maíz, frijol, cuadrados, plátanos y bananos entre otros. Esta área se ha aprovechado por al menos 30 años y ha sido manejada bajo un sistema de rotación, por medio del cual se le da un tiempo promedio de recuperación de 3 años a los diferentes lotes productivos luego de que son cultivados por al menos 2 años. Durante los últimos 10 años este componente productivo ha sido manejado en forma orgánica aprovechando la misma materia que se descompone en el área así como por medio de la incorporación reciente de humus descompuesto por lombrices, el cual es producido en un beneficio de café cercano al campus de la universidad. Por su parte, el sector reconocido como el campus, consiste en un área de 1,100 metros cuadrados donde por al menos 10 años se ha producido en forma orgánica una variedad de banano conocido como cuadrado, el cual es utilizado a menudo en la alimentación de los usuarios en la cafetería.



Figura 8. Ejemplo de los sitios de pastoreo de ganado bovino y equino. Sector Finca Pecuaria. Campus Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

4.2.1.2 Pendiente

Considerando que el campus de la Universidad de Georgia se localiza en una zona montañosa de relieve significativamente quebrado, las áreas que se han designado previamente para el desarrollo de actividades agropecuarias son relativamente planas-onduladas con pendientes leves que oscilan entre 7 y 30% siendo el promedio un 18%.

El hecho que el segmento agropecuario de la finca se localice en terrenos relativamente planos favorece ampliamente la calidad del suelo, ya que como se argumentó anteriormente, estos suelos poseen mejores características de estructura y fertilidad en contraposición con los suelos ubicados en lugares con fuerte pendiente.



Figura 9. Área de producción de hortalizas. Sector el Nino. Campus Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

4.2.1.3 Condición del suelo

La condición general de los suelos en los terrenos de pastoreo en el campus de la Universidad de Georgia es predominantemente compactada y levemente erosionada. Esta condición se explica principalmente porque a pesar de que la carga animal de dichos terrenos no es significativamente alta, el pastoreo se ha llevado a cabo por una cantidad prolongada de tiempo. Los terrenos donde se presenta una mayor compactación son aquellos donde la pendiente es menos pronunciada. Por el contrario, los lugares donde se observan casos de erosión, es principalmente en las zonas laderas de mayor pendiente. Cabe resaltar que la erosión no se visualiza como un problema de alta significancia esencialmente porque la carga animal es relativamente baja y porque los animales tienden a evadir esos sitios de pastoreo. Sin embargo, para efectos de minimizar el potencial de erosión en el futuro, es necesario realizar un manejo adecuado del ganado en cuanto a la rotación y el tiempo de recuperación de cada aparcadero que se construya. Con respecto al mantenimiento de los terrenos de pastoreo, como se puede apreciar en la figura 10, actualmente existe en los repastos una cantidad significativa de plantas diferentes a la gramínea que se utiliza como fuente principal de materia seca para el ganado. Evidentemente, estas otras plantas representan competencia para la pastura, por lo que en el futuro deben ser eliminadas en forma constante para así asegurar un mejor rendimiento del sistema productivo.



Figura 10. Terrenos de pastoreo. Sector la Ventana. Campus Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

El terreno que se utiliza para la producción de hortalizas en el campus presenta una condición de sobreuso ya que por más de 30 años se ha utilizado intensivamente. Sin embargo, el hecho de que al menos en los últimos 10 años se ha utilizado un sistema de rotación del terreno, y de que no se hayan empleado agentes químicos sintéticos, ha coadyuvado significativamente a que el terreno no se haya deteriorado y erosionado por completo ya que el suelo presenta una textura adecuada y un nivel aceptable de materia orgánica. Empero, se considera que el sistema futuro de utilización de este componente debe ser dividido en dos segmentos principales de tal forma que en uno de esos segmentos se manejen bajo un sistema de invernadero, los cultivos más intensivos y de menos resistencia a cambios en las condiciones climáticas, mientras que en el otro segmento deben desarrollarse con una suplementación abundante de abono orgánico, los cultivos perennes y de mayor resistencia al clima inclemente.

4.2.2 Producción actual y demanda proyectada del componente agropecuario.

Con base a los datos recopilados en el departamento de cocina del campus, en el cuadro 2 se aprecian la demanda anual proyectada y la producción anual de alimentos y productos que han sido producidos (los que sí registran producción en el 2008) y que pueden ser cultivados con éxito en la finca de la universidad (los que no registran producción en el 2008).

De la lista de productos presentada en el cuadro 2, cabe resaltar que los que registran una producción nula para el año 2008, no han sido cultivados anteriormente; sin embargo, dadas las condiciones edafológicas y climáticas de la zona, al igual que los otros productos que ya se han cultivado con éxito, se considera que éstos podrían cultivarse sin mayores problemas según lo observado en otras zonas del país que presentan similares características a las de San Luis y asumiendo que los requerimientos de los cultivos puedan ser satisfechos en forma completa.

A través de los datos reflejados, se logra visualizar con claridad que la producción actual de alimentos en la finca no satisface la demanda del campus, lo cual asegura la existencia de un mercado para todos los alimentos que se puedan producir en el sistema. Empero, en los casos en los que exista una sobre oferta de productos, estos pueden ser vendidos a los empleados y vecinos de la comunidad o inclusive se podrían colocar como productos orgánicos en la feria del agricultor de Monteverde, la cual tiene ocurrencia todos sábados en el gimnasio del Colegio Técnico Profesional de Santa Elena.

En términos financieros, el equivalente monetario de la producción total de alimentos generados para el año 2008 en el segmento agropecuario del campus representó un 8.74% del total de recursos invertidos para la compra de alimentos en el departamento de cocina de la operación. Sin embargo, a pesar de que el porcentaje de producción de alimentos e insumos en la finca no es despreciable, dicha producción tuvo un costo más elevado en comparación con el valor actual en el mercado de la misma cantidad de productos (ver cuadro 3), por lo que se generó para el año en estudio, una pérdida de US\$5,503.80. El alto costo de

producción se explica principalmente por el costo elevado de la mano de obra y el alto consumo de concentrado para alimentar a los cerdos y el ganado

Cuadro 2. Demanda anual proyectada y producción de alimentos (con datos del 2008) que pueden ser cultivados en la finca de la Universidad de Georgia. 2009.

Producto	Demanda anual proyectada	Producción 2008	Diferencia
Ajo kg	186.88	0.00	(186.88)
Apio u (matas)	186.88	0.00	(186.88)
Arracahe kg	747.50	202.00	(545.50)
Ayote kg	373.75	5.00	(368.75)
Banano u	4,485.00	400.00	(4,085.00)
Brócoli u	373.75	0.00	(373.75)
Camote kg	93.44	0.00	(93.44)
Carne de cerdo kg	640.71	1,011.00	370.29
Cebolla kg	373.75	26.00	(347.75)
Chayote u	2,242.50	170.00	(2,072.50)
Chile dulce u	1,121.25	21.00	(1,100.25)
Coliflor u	373.75	0.00	(373.75)
Cuadrados u	22,425.00	810.00	(21,615.00)
Culantro u (rollo)	1,121.25	73.00	(1,048.25)
Elotes u	1,121.25	540.00	(581.25)
Espinacas u (rollo)	373.75	0.00	(373.75)
Huevos kg	2,135.71	0.00	(2,135.71)
Leche gal	2,990.00	1,552.00	(1,438.00)
Lechuga u	2,990.00	455.00	(2,535.00)
Limonas u	22,425.00	1,550.00	(20,875.00)
Maracuyá kg	93.44	0.00	(93.44)
Mostaza u (rollos)	46.72	8.00	(38.72)
Nampí/tiquisque kg	93.44	26.00	(67.44)

<i>Continúa de cuadro 2</i>			
Producto	Demanda anual proyectada	Producción 2008	Diferencia
Naranjas u	2,242.50	200.00	(2,042.50)
Papa kg	2,242.50	6.00	(2,236.50)
Papaya kg	280.31	10.00	(270.31)
Pepinos u	2,242.50	0.0	(2,242.50)
Pescado kg	1,868.75	0.00	(1,868.75)
Plátanos u	747.50	73.00	(674.50)
Rábano kg	46.72	0.00	(46.72)
Remolacha kg	93.44	0.00	(93.44)
Repollo kg	280.31	135.00	(145.31)
Tomate kg	747.50	0.00	(747.50)
Vainica kg	1,121.25	10.00	(1,111.25)
Yuca kg	373.75	0.00	(373.75)
Zanahoria kg	560.63	26.00	(534.63)
Zuchinni kg	186.88	00.00	(186.88)
Gas propano libras	2,990.00	Consumibles en 12,000 hrs	
Cantidad de desperdicios para cerdos kg		2,990.00	
Otros desperdicios para lombrices kg		4,485.00	

Cuadro 3. Valor de mercado de los productos y costos de producción de la finca de la Universidad de Georgia para el año calendario 2008.

Ítem	US\$
Valor de mercado de los productos generados en la operación pecuaria del campus	6,168.00
Total	6,168.00
Costos de producción	
Mano de obra	7,955.00
Materiales	553.57
Concentrado	2,466.80
Compra de cerdos	696.43
Total	11,671.80
Déficit	(5,503.80)

Para efectos de aumentar la sostenibilidad financiera del componente agropecuario de la finca, es necesario mejorar la condición general del sistema por medio de la incorporación de estrategias de integración que permitan aumentar la autosuficiencia del componente y la eficiencia de la mano de obra.

4.3 Diseño y análisis técnico del sistema agropecuario

El diseño que se propone para el sistema de producción agropecuaria de la finca de la Universidad de Georgia consta de tres componentes: el pecuario, el hortícola y el sistema agroforestal (ver figura 11). El componente pecuario está conformado por cinco unidades de producción, mientras que el hortícola está compuesto por dos unidades productivas. El sistema agroforestal es un componente demostrativo para ejemplificar el método de producción de café en la zona de Monteverde. Los tres elementos del sistema están integrados por medio de la unidad de

investigación y extensión, la cual se encargará del manejo del esquema y de la proyección del mismo hacia los diferentes usuarios del campus y de la comunidad. Cabe resaltar que el sistema de producción agropecuaria integral propuesto por medio del presente trabajo para el campus de la Universidad de Georgia, está fundamentado en observaciones detalladas realizadas en operaciones agropecuarias y agroforestales durante los últimos tres años en diversas partes del país así como en recomendaciones específicas sobre diseño y operación de sistemas agropecuarios integrales propuestas por el Ingeniero Agrónomo Luis Carazo (2009), encargado del programa de extensión agropecuaria de la Universidad EARTH. Asimismo, se ha tomado en cuenta el conocimiento local de las personas que realizan actividades agropecuarias en la zona de Monteverde, como lo es el caso del Sr. Julio Rodríguez, encargado del manejo de la finca de la universidad, en los segmentos de producción porcina, bovina, avícola y hortícola, así como a los Srs. Orlando Trejos y Otoniel Rodríguez en el segmento de producción hortícola y al Sr. Gilberth Lobo en el componente agroforestal. El Dr. Nick Dale, experto en alimentación avícola fue consultado sobre el manejo de ese componente y de igual forma, se consultó al Ingeniero Agrícola Manolo Barahona de la empresa Hidroplant sobre el diseño, construcción y operación del invernadero así como del sistema de riego. El sistema propuesto ha sido diseñado en función de las recomendaciones y observaciones de los actores mencionados así como en la demanda de productos y la capacidad de producción del espacio disponible en el campus.

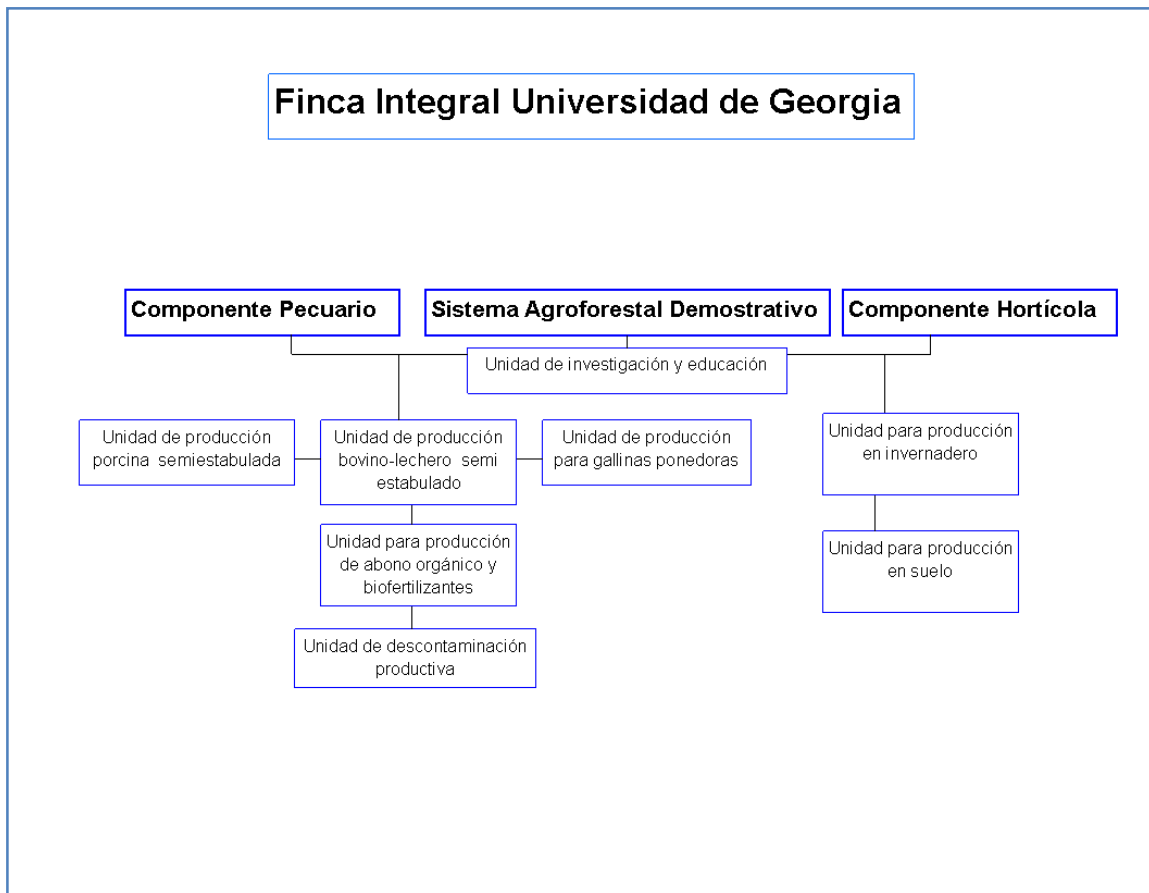


Figura 11. Componentes del sistema integral de producción agropecuaria. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

4.3.1 Componente pecuario

4.3.1.1 Unidad de producción porcina semi-estabulada

Descripción de la unidad

Esta unidad de producción consiste en el mantenimiento constante de 5 cerdos domésticos, los cuales son comprados a la operación porcina de Productores de Monteverde S.A en la etapa de lechón destetado (con aproximadamente 25 kilogramos de peso), y son alimentados en la unidad de producción por al menos 3 meses hasta que alcancen un peso igual o superior a los 100 kilogramos (J.

Rodríguez, comunicación personal, septiembre 30, 2009). Una vez que el animal alcance el peso de aprovechamiento, el mismo es procesado en el sitio, preparado en diferentes cortes y entregado al departamento de cocina del campus para su respectivo almacenamiento en cámaras de congelación y posterior utilización.

El mecanismo de producción de esta unidad es semi-estabulado, lo cual implica que los animales tendrán la oportunidad de desplazarse fuera de la porqueriza durante al menos 6 horas cada día, con el fin de que puedan ejercitarse y llevar a cabo actividades naturales de esta especie en campo abierto, como por ejemplo hacer depósitos de lodo y bañarse en ellos (ver figura 12), lo cual según expertos de la Universidad EARTH (L. Carazo, comunicación personal, septiembre 25, 2009), reduce el estrés de los animales y aumenta la eficiencia en la nutrición.



Figura 12. Producción porcina semi-estabulada. Universidad EARTH. Guácimo de Limón. 2009.

Ubicación

La ubicación específica de esta unidad de producción es en la finca pecuaria (ver figura 31).

Infraestructura

Según las recomendaciones técnicas de L. Carazo (comunicación personal, septiembre 25, 2009) y las observaciones del autor junto con las de J. Rodríguez (comunicación personal, Septiembre 30, 2009), la infraestructura para esta unidad de producción debe presentar las siguientes características:

Porqueriza: consiste en un galerón designado para la permanencia de los cerdos de engorde (ver figura 13). Dado que el espacio vital de los cerdos es de 1 metro cuadrado, para efectos de no limitar el crecimiento potencial de la operación, se propone una facilidad de 40 metros cuadrados. Esta facilidad consta de 6 apartos de 4 metros cuadrados cada uno, un pasillo de 8 metros cuadrados, un espacio para la preparación de los alimentos y un área de procesamiento de 8 metros cuadrados la cual contará con una mesa de trabajo, 3 ganchos fuertes para colgar al animal, un fregadero de acero inoxidable, varios estantes y 1 cámara de enfriamiento.

La construcción de la porqueriza se llevará a cabo con concreto y hierro galvanizado. Las paredes de concreto tendrán 1.30 metros de altura y serán construidas con baldosas prefabricadas. El techo se construirá con zinc esmaltado en dos aguas a 2.5 metros de altura en su parte más baja y 3.25 metros de altura en su parte más alta. Los pisos serán de concreto chorreado en forma de cuadrícula para evitar el deslizamiento y caída de personas y animales. Dentro de cada aparto, el piso contará con un leve desnivel hacia la pared exterior para mejorar la eficiencia en el lavado. Asimismo, cada aparto contará con dos dispensadores de agua, una batea para depositar el alimento, y una canaleta de 20 centímetros de profundidad y 40 centímetros de ancho por debajo del nivel del

suelo hacia la pared externa, donde se acumulará agua para que los animales lleven a cabo sus necesidades fisiológicas. En la entrada de la porqueriza se instalará una pileta a nivel del suelo que se debe llenar con una solución de yodo para la descontaminación del calzado de las personas que entren a la facilidad.

Todas las aguas provenientes de la operación porcina (excepto las que contengan sustancias inorgánicas como antibióticos y desparasitantes), deben ser conducidas hacia la Unidad de Descontaminación Productiva. Se estima que bajo el presente sistema se producirán 10 kilogramos de excretas diarios, los cuales deben ser lavados con un máximo de 50 litros de agua por día creando una suspensión uniforme para asegurar el adecuado funcionamiento de la Unidad de Descontaminación Productiva (Botero, 2009).

Para efectos de facilitar el adecuado control en el uso de la cantidad de agua adecuada para realizar labores de limpieza, y maximizar el aprovechamiento de este recurso, se deben instalar tanques cisterna de recolección de agua de lluvia (estos deben estar conectados a la fuente de agua principal para suplementar los déficits cuando no haya suficiente precipitación), en los cuales es necesario marcar los límites de uso diario de agua y mantener un sistema de control.

Espacio para pastoreo: la creación de este espacio es principalmente para manejar el estrés, la salud y vitalidad de los cerdos. El espacio consiste en un potrero de 400 metros cuadrados adjuntos a la porqueriza, donde los animales puedan salir a ejercitarse y llevar a cabo otras actividades propias de la especie (ver figura12). Este espacio debe ser cercado con un sistema eléctrico, para evitar que los animales se salgan de la unidad.

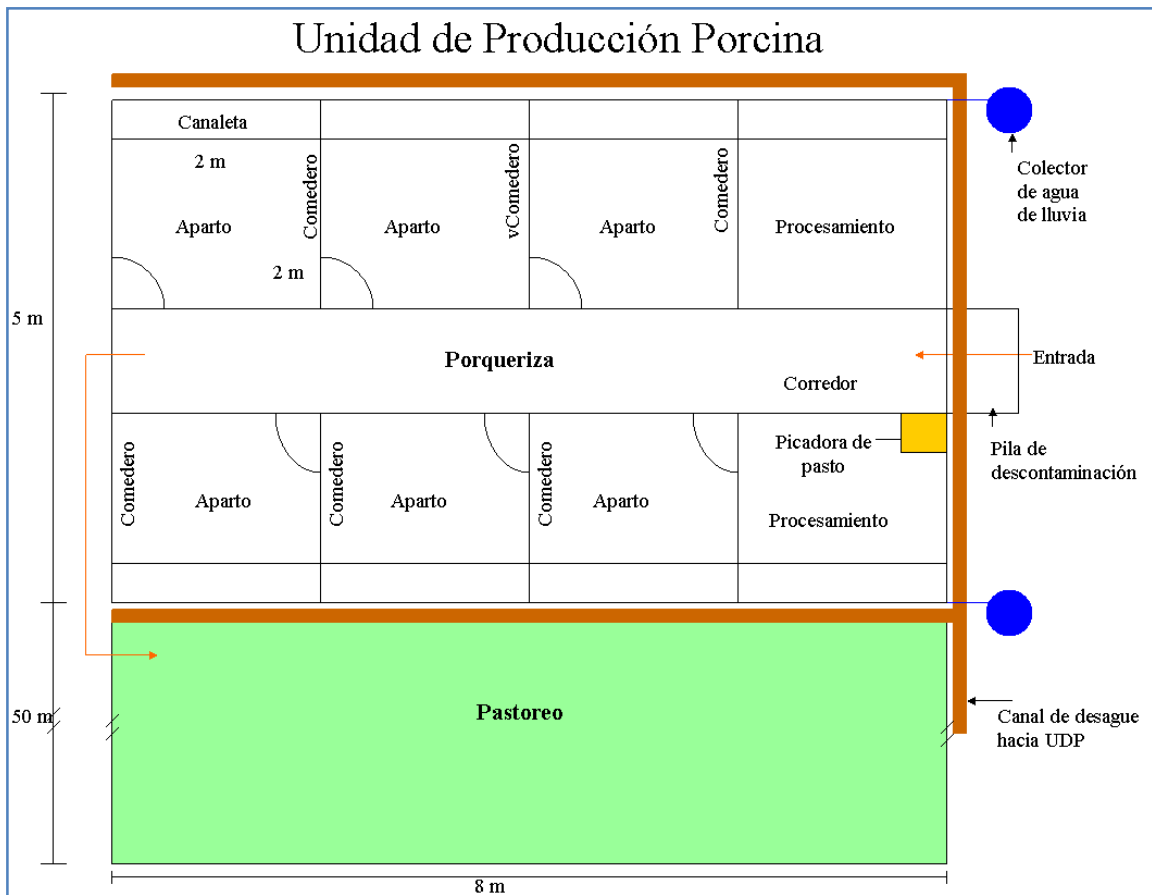


Figura 13. Diseño de la Unidad de Producción Porcina. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

Operación de la unidad

Según las recomendaciones técnicas de L. Carazo (comunicación personal, septiembre 25, 2009) y las observaciones del autor junto con las de J. Rodríguez (comunicación personal, Septiembre 30, 2009), la operación de esta unidad de producción debe presentar las siguientes características:

Alimentación

Materia seca (MS): se recomienda la morera (*Morus alba*) como fuente principal de materia seca y proteína para la Unidad de Producción Porcina, principalmente porque es una planta de rápido crecimiento, excelente palatabilidad y alto

contenido de materia seca (Benavides, 1998). Según los cálculos realizados en base a los datos de rendimiento de Benavides (1998), para lograr satisfacer el consumo de materia seca (MS), la cual se estima en 2.5 kilogramos por animal por día (12.5 kilogramos por día para los 5 cerdos) según datos de la Fundación de Hogares Juveniles Campesinos (2002), es necesario plantar 70 lotes de morera de 100 metros cuadrados cada uno. Cada lote debe ser aprovechado y entregado como alimento a los cerdos en forma rotativa cada 70 días con el fin de garantizar que el sembradío obtendrá el tiempo de descanso apropiado para volver a producir la cantidad de material necesario. Se recomienda ubicar 3,000 metros cuadrados de morera en la laguna guayabos y 4,000 metros cuadrados en el sector del sistema agroforestal.

Proteína Cruda (PC): Cuellar (SF) indica que la proteína necesaria para cerdos de engorde es de 20 gramos por animal por día. Según Benavides (1998), la morera registra un porcentaje de proteína de 20%, lo cual se traduce a que con un kilogramo de material fresco de morera por animal, se logra satisfacer la demanda diaria de PC de los cerdos.

Energía: se recomienda utilizar frutas producidas en la finca, y en la cercanía de la misma, como lo son guayabas, naranjas, cuadrados, bananos y limones así como los desperdicios de la cocina para proveer a los cerdos la energía necesaria. En vista que la producción de estos insumos no es constante, se recomienda también instalar un sembradío de 1,000 metros cuadrados de caña de azúcar en el sistema agroforestal, el cual debe funcionar como un banco de energía para la Unidad de Producción Porcina cuando haya escases de las otras fuentes energéticas mencionadas.

Minerales: se recomienda la utilización de los desperdicios de la cocina como fuente alternativa de minerales para los cerdos, especialmente los desechos provenientes del proceso de preparación de alimentos como lo son cascaras y semillas.

Vitaminas: se recomienda utilizar frutas como fuente de vitaminas para los cerdos. Al igual que la energía, estos compuestos pueden ser obtenidos a partir de los

desperdicios provenientes de la cocina así como de otras fuentes producidas en la finca.

Mantenimiento

Una vez que se haya realizado la construcción de la porqueriza y la zona de pastoreo así como la instalación de los lotes de morera y caña de azúcar, el mantenimiento de esta unidad consiste específicamente en llevar a cabo el mantenimiento de los cortes de proteína y energía, lo cual implica la remoción de malezas y la fertilización (se recomienda utilizar el abono proveniente de la Unidad para la Producción de Abono Orgánico y Biofertilizantes). Asimismo, se debe asegurar el cumplimiento estricto de la dieta diaria de los cerdos así como el pastoreo en el área designada. Finalmente, el operador de la unidad tendrá la responsabilidad de velar por la limpieza diaria de la porqueriza y el apropiado funcionamiento de los sistemas instalados incluyendo las cercas eléctricas y los canales de drenaje hacia la Unidad de Descontaminación Productiva.

Cuidado animal

El cuidado animal consistirá en velar por la salud de los cerdos de engorde de tal forma que estos puedan dar el rendimiento adecuado. Se aplicarán las vacunas y desparasitantes a medida que sea necesario, tratando de minimizar el uso innecesario de medicamentos. Se debe procurar mantener la higiene de la unidad de tal forma que no ocurra propagación de plagas y enfermedades no deseadas. Se contará con el apoyo técnico de los agentes de extensión del Ministerio de Agricultura y Ganadería así como de un veterinario de contratación privada.

Por su parte, cabe resaltar que existe un gran potencial para que los departamentos de agricultura y medicina veterinaria de la Universidad de Georgia desarrollen investigaciones y programas académicos que involucren el mantenimiento y la mejora de esta unidad de producción.

Permisos y regulaciones

Para efectos de cumplir con los requisitos sobre permisos de construcción para esta unidad, la administración debe elaborar los planos constructivos de la porqueriza, los cuales deben ser certificados por el Colegio Federados de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (Asamblea Legislativa, 1966), visados por el Ministerio de Salud Pública (Asamblea Legislativa, 1973) y avalados por la Municipalidad según lo estipulado en la Ley de Construcciones 833 (Asamblea Legislativa, 1949).

Una vez que la unidad entre en operación, la administración del proyecto debe velar por cumplir con las normas y regulaciones sanitarias y fitosanitarias que sean impuestas por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Agricultura y Ganadería en cuanto a la higiene, el manejo de desechos y el control de enfermedades de la unidad de producción. Asimismo, en vista de que es mucho más eficiente destazar los cerdos en el sitio, se recomienda llevar a cabo las diligencias necesarias con el Ministerio de Salud para obtener los permisos respectivos para realizar este tipo de operaciones en el sitio. En todo caso, con respecto al manejo de los productos alimenticios derivados de la unidad, se establece como requisito que el personal a cargo de la unidad cuente con el respectivo entrenamiento y certificación para la adecuada manipulación de alimentos de acuerdo a lo estipulado en el Decreto Ejecutivo N° 24798-S del 13 de noviembre de 1995, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 8 del 11 de enero de 1996.

4.3.1.2 Unidad de producción bovino-lechero semi-estabulado

Descripción de la unidad

Esta unidad consiste en el mantenimiento de 6 vacas para producción de leche bajo un esquema semi-estabulado donde los animales permanecerán la mayoría del tiempo en los repastos y un máximo de 6 horas en el establo (L. Carazo comunicación personal, septiembre 25, 2009).

Para efectos de asegurar una producción constante de leche, se utilizarán animales de casta lechera como lo son Holstein y Jersey, así como cruces respectivos (J. Rodríguez, comunicación personal, septiembre 30, 2009). La alimentación se llevará a cabo principalmente por medio de la utilización de apartos cercados del pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*). La nutrición será suplementada a partir del uso de melazas, sal y alimento concentrado en caso de ser necesario (L. Carazo comunicación personal, septiembre 25, 2009).

Del total de animales a mantener en la unidad, en cual habrán 6 hembras, se prevé que al menos 2 hembras estarán en periodo de no lactancia en todo momento, por lo que se planea dividir el grupo en dos hatos o subgrupos, el primer grupo será ocupado por las vacas en producción y el segundo lo ocuparán los animales que no se encuentran produciendo.

La producción de excretas del sistema, estimada en un total de 96 kilogramos diarios, servirá para alimentar la Unidad de Descontaminación Productiva, la cual producirá abono para el resto de la finca y biogás para la cocina del campus (L. Carazo comunicación personal, septiembre 25, 2009).

Ubicación

La ubicación específica de esta unidad de producción es en la finca pecuaria (ver figura 31).

Infraestructura

Según las recomendaciones técnicas de L. Carazo (comunicación personal, septiembre 25, 2009) y las observaciones del autor junto con las de J. Rodríguez (comunicación personal, Septiembre 30, 2009), la infraestructura para esta unidad de producción debe presentar las siguientes características:

Corral: consiste en una estructura para mantener el ganado cuando se necesite llevar a cabo actividades de cuidado animal y selección para carga y descarga de

bovinos. El tamaño de esta estructura debe ser de 76 metros cuadrados (ver figura 14). El piso debe ser en concreto cuadriculado para evitar la caída de animales y personas. La estructura debe ser construida con postes y barandas de tubo galvanizado.

Establo: consiste en una estructura diseñada para mantener el ganado durante el periodo de estabulación (ver figura 14) así como para llevar a cabo las labores de ordeño, las cuales, dado el tamaño del hato, se prevé realizar manualmente. El establo comprenderá una estructura de 90 metros cuadrados distribuidos en 4 segmentos de ordeño de 9 metros cuadrados cada uno con sus respectivos cepos y canoas de retención de agua y alimentos. El edificio también incluirá un área común para el reposo de los animales de 45 metros cuadrados, la cual tendrá una canoa de alimentación donde se les brindará a los animales la melaza, el concentrado y los diferentes suplementos alimenticios. La facilidad contará con una bodega de almacenamiento de materiales de 9 metros cuadrados y un área de sanitización del mismo tamaño, la cual contendrá una pileta a nivel del suelo que se debe llenar con una solución de yodo para la descontaminación del calzado de las personas que entren a la facilidad, además contendrá un fregadero de acero inoxidable, un refrigerador, un pausterizador de leche y varios estantes. Las paredes tanto de la bodega como del área de sanitización serán construidas con láminas de zinc esmaltado.

El edificio contará con una pared corrida de zinc, la cual se instalará al lado este de la estructura para proteger a los animales del viento prevaleciente proveniente de esa dirección. El resto del inmueble será construido con tubo y perling galvanizado, los cuales se instalarán como postes de soporte vertical y reglado horizontal. Los pisos del establo serán de concreto cuadriculado con una leve pendiente hacia los canales de evacuación de aguas residuales. El techo será de láminas de zinc esmaltado y se instalará en dos aguas con un punto de altura máxima de 3.25 metros y mínima de 2.5 metros, con canoas bajantes hacia los tanques de almacenamiento de agua. El edificio contará con agua potable para el cuidado animal así como con un sistema eléctrico para alimentar los artefactos necesarios.

Se estima que bajo el presente sistema se producirán 96 kilogramos de excretas diarios, los cuales deben ser lavados con un máximo de 480 litros de agua por día creando una suspensión uniforme para asegurar el adecuado funcionamiento de la Unidad de Descontaminación Productiva (Botero, 2009). El agua para lavado del galerón provendrá de los tanques de almacenamiento de agua de lluvia, los cuales estarán conectados a la fuente principal de agua de la finca para suplir los déficits en caso de que existiesen. En todo momento se llevará un control en la unidad para asegurar que la cantidad de agua utilizada no sobrepase el nivel establecido para el adecuado funcionamiento de la Unidad de Descontaminación Productiva.

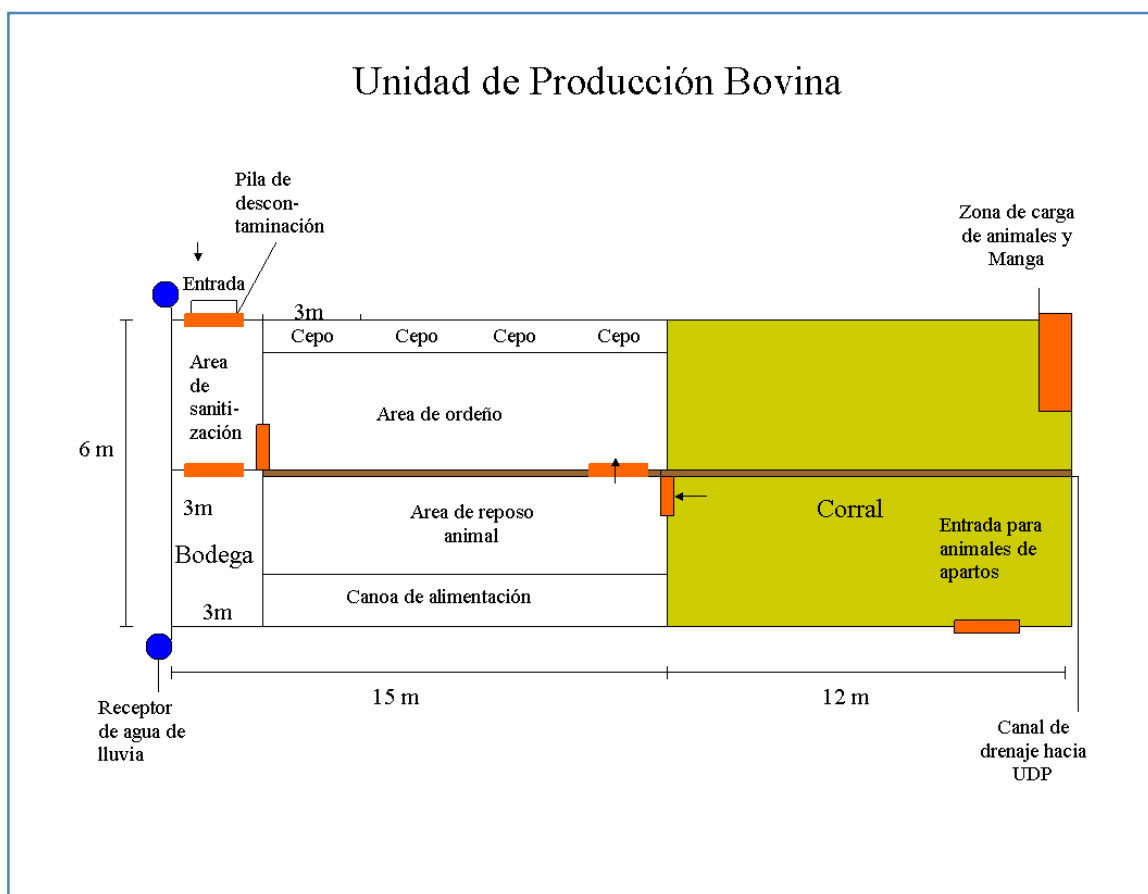


Figura 14. Diseño de la Unidad de Producción Bovina. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

Operación

Según las recomendaciones técnicas de L. Carazo (comunicación personal, septiembre 25, 2009) y las observaciones del autor junto con las de J. Rodríguez (comunicación personal, Septiembre 30, 2009), la operación de esta unidad de producción debe presentar las siguientes características:

Alimentación

Materia seca (MS): en vista que la mayoría del componente agropecuario actual de la finca consta de potreros cubiertos con Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), y siendo esta pastura, según expertos de la Universidad EARTH (L. Carazo, comunicación personal, septiembre 25, 2009), una de las más utilizadas para la producción lechera en el país por su buen contenido de materia seca (23%) y proteína cruda (17%), así como por su rápido crecimiento, se recomienda llevar a cabo una mejora sustancial progresiva a los cortes identificados de tal manera que estos puedan proveer la materia seca necesaria para la alimentación de los animales de la Unidad de Producción Bovina. Las mejoras deben consistir en disminuir la carga de equinos a un máximo de dos cabezas, eliminar las plantas que causan competencia directa con la pastura y dividir el componente en apartos de tal forma que se pueda implementar un sistema de rotación que le permita al esquema productivo brindar la cantidad de material suficiente sin causar desgastes innecesarios a la unidad de producción.

Según datos de expertos de la Universidad EARTH (R. Botero, comunicación personal, septiembre 25, 2009), la cantidad de MS que un bovino lechero de aproximadamente 400 kg de peso debe consumir, es de 16 kg por día, por lo que el consumo diario total de la unidad es de 96 kg. Por su parte, el pasto estrella produce entre 15 y 75 toneladas de MS por hectárea por año (R. Botero, comunicación personal, septiembre 25, 2009). De esta forma, utilizando un sistema de rotación semi estabulado (con 6 horas de permanencia en el establo y 18 horas en los apartos) en el que se proporciona 25 días de descanso y 1 día de

ocupación a cada aparto, se logra determinar que según la capacidad de la finca, se deben construir 27 apartos de 1000 metros cuadrados cada uno, los cuales producirán un mínimo de 100 kilogramos de materia seca en 25 días, cantidad suficiente para suplir los requerimientos diarios de la unidad de producción.

Para la localización de los apartos se recomienda utilizar 10,000 metros cuadrados en el sector Alondra 2, 4000 metros cuadrados en la Laguna Limones, 7,000 metros cuadrados en la finca pecuaria y 6,000 metros cuadrados en el sector Camino Real. Asimismo, se recomienda instalar un lote de 1,000 metros cuadrados de pasto de corta Maralfalfa (*Pennisetum sp*) en el sistema agroforestal para suplir las necesidades en caso de que haya que estabular a los animales por tiempo inclemente o en caso de que hayan animales enfermos para brindar un mejor cuidado y asegurar una pronta recuperación. El resto de potreros, incluyendo la Peña, Buen Amigo y la Ventana, no se recomiendan utilizar para este sistema debido a que son de difícil acceso y cuentan con limitaciones de agua y electricidad. Sin embargo, se recomienda mantenerlos como pastizales alternativos para efectos de cubrir déficits de materia seca en caso de que ocurra cualquier imprevisto.

Proteína Cruda (PC): según expertos de la Universidad EARTH (L. Carazo, comunicación personal, septiembre 25, 2009), el requerimiento de proteína cruda de una vaca lechera es en promedio de 400 gramos por UA por día. Esta cantidad de proteína es suficiente para que el animal pueda cumplir con sus funciones vitales. Sin embargo, por cada litro de leche que se desee producir, es necesario proveer 100 gramos de proteína cruda adicionales al requerimiento básico. De los 16 kilogramos de materia seca que se le brinda a cada animal por día (4% del peso promedio de 400 gramos por UA) utilizando Estrella Africana, esos expertos indican que el animal digiere un total de 12 kilogramos. El pasto Estrella contiene un 17% de PC en su materia seca, lo cual se traduce a un total de 2,040 gramos de proteína cruda disponible por día, a los que se restan los 400 gramos vitales, dejando un balance de 1,640 gramos utilizables para producir 16.4 litros de leche por animal por día y 65.6 litros por día en toda la unidad (4 animales en producción).

Energía: se recomienda la utilización de melaza de fuente orgánica a medida de lo posible para llevar a cabo la suplementación de energía a esta unidad de producción. La melaza, junto con los demás nutrimentos complementarios deben ser proporcionados a los animales durante el periodo de estabulación. Para lograr un rendimiento adecuado, se recomienda proporcionar 2 kilogramos de melaza por vaca por día (Sánchez, 2007). Para efectos de minimizar los costos generados por la compra de melazas al mercado, se recomienda aprovechar los excedentes de frutas como bananos, naranjas, mangos, caña de azúcar y guayabas entre otros, que existan en la zona de Monteverde, para alimentar al ganado y así bajar el consumo de melaza. Se debe considerar que estas otras fuentes de energía deben ser complementarias a la melaza por lo que no debe excederse la cantidad brindada a cada animal por día para evitar desequilibrios en la dieta.

Vitaminas y Minerales: en vista de que el pasto Estrella Africana no provee todo los minerales y vitaminas necesarias para la alimentación balanceada de los animales (Sánchez, 2007), este mismo autor recomienda que el hato de ganado lechero en producción debe suplementarse con insumos minerales que contengan calcio, fósforo, magnesio, cobre, zinc, cobalto, yodo y selenio. Estos minerales pueden ser proporcionados por medio del producto Pecutrin Premium de la casa Bayer a una ración de 8 gramos por vaca por día. Este producto además de contener los minerales antes mencionados, también contienen cloruro de sodio (sal) y vitaminas A, D3 y E, necesarias para la adecuada nutrición de los animales. Asimismo se recomienda la utilización de 60 gramos de urea por animal por día para complementar el contenido de nitrógeno en la dieta.

Mantenimiento

El mantenimiento de esta unidad consiste específicamente en llevar a cabo el mantenimiento de los apartos, lo cual implica la remoción de malezas y la fertilización (se recomienda utilizar el abono proveniente de la Unidad para la Producción de Abono Orgánico). Asimismo, se debe asegurar el cumplimiento estricto del ordeño (2 veces al día) y de la dieta diaria de las vacas en el establo

así como el pastoreo en el área designada de acuerdo al sistema de rotación de apartos. El operador de la unidad tendrá la responsabilidad de velar por la limpieza diaria del establo y el apropiado funcionamiento de los sistemas instalados incluyendo las cercas eléctricas y los canales de drenaje hacia la Unidad de Descontaminación Productiva.

Cuidado animal

El cuidado animal consistirá en velar por la salud de los animales de tal forma que estos puedan dar el rendimiento adecuado. Se aplicarán las vacunas y desparasitantes a medida que sea necesario, tratando de minimizar el uso innecesario de medicamentos. Se debe procurar mantener la higiene de la unidad de tal forma que no ocurra propagación de plagas y enfermedades no deseadas. Se contará con el apoyo técnico de los agentes de extensión del Ministerio de Agricultura y Ganadería así como de un veterinario de contratación privada.

Por su parte, cabe resaltar que existe un gran potencial para que los departamentos de agricultura y medicina veterinaria de la Universidad de Georgia desarrollen investigaciones y programas académicos que involucren el mantenimiento y la mejora de esta unidad de producción.

Reproducción

La reproducción del hato se llevará a cabo por medio de inseminación artificial.

Permisos y regulaciones

Para efectos de cumplir con los requisitos sobre permisos de construcción para esta unidad, la administración debe elaborar los planos constructivos de la lechería, los cuales deben ser certificados por el Colegio Federados de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (Asamblea Legislativa, 1966), visados por el Ministerio de Salud Pública (Asamblea Legislativa, 1973) y avalados por la Municipalidad

según lo estipulado en la Ley de Construcciones 833 (Asamblea Legislativa, 1949).

Una vez que la unidad entre en operación, la administración del proyecto debe velar por cumplir con las normas y regulaciones sanitarias y fitosanitarias que sean impuestas por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Agricultura y Ganadería en cuanto a la higiene, el manejo de desechos y el control de enfermedades de la unidad de producción. Asimismo, en vista de que es mucho más eficiente pausterizar la leche en la unidad para poder producir alimentos derivados, se recomienda llevar a cabo las diligencias necesarias con el Ministerio de Salud para obtener los permisos respectivos para realizar este tipo de operaciones en el sitio. En todo caso, con respecto al manejo de los productos alimenticios derivados de la unidad, se establece como requisito que el personal a cargo de la unidad cuente con el respectivo entrenamiento y certificación para la adecuada manipulación de alimentos de acuerdo a lo estipulado en el Decreto Ejecutivo N°24798-S del 13 de noviembre de 1995, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 8 del 11 de enero de 1996.

4.3.1.3 Unidad de producción para gallinas ponedoras

Descripción de la unidad

Esta unidad consiste en el mantenimiento de 70 gallinas ponedoras para la producción de aproximadamente 4 kilogramos de huevos diarios (J. Rodríguez, comunicación personal, septiembre 30, 2009). El sistema de producción se propone que sea semi estabulado para garantizar un mejor aprovechamiento de los nutrientes naturales que las gallinas obtienen del suelo así como para asegurar una mejor calidad de vida de los animales aumentando el ejercicio y reduciendo los niveles de estrés al no tener que estar confinados en una jaula (Muñoz & Vellojín, 2008).

Las gallinas deben ser compradas al mercado en estado juvenil para ser alimentadas por 4 meses mientras alcanzan el estado de producción. Al ser el

periodo de producción de cada gallina de 12 meses, durante los últimos 4 meses de cada año, la cantidad de animales que se deben mantener en la unidad deberán ser 140 (70 en desarrollo y 70 en producción), esto para asegurar la producción constante de huevos durante todo el año (J. Rodríguez, comunicación personal, septiembre 30, 2009).

Ubicación

La ubicación propuesta para esta unidad es en el sector el Nino, al frente de la casa del capataz de la finca (ver figura 31)

Infraestructura

Según las recomendaciones técnicas de L. Carazo (comunicación personal, septiembre 25, 2009) y las observaciones del autor junto con las de J. Rodríguez (comunicación personal, Septiembre 30, 2009), la infraestructura para esta unidad de producción debe presentar las siguientes características:

Gallinero: esta estructura consiste en un edificio de 91 metros cuadrados divididos en tres componentes (ver figura 15):

Área para gallinas en producción. Se estima que el total de gallinas para mantener en esta área de acuerdo a las necesidades de producción del campus es de 70 aves por año, las cuales producen aproximadamente 4 kilogramos de huevos por día. El área consiste en un espacio de 65 metros cuadrados en los cuales existe el campo suficiente para albergar las 70 aves a razón de 0.9 aves por metro cuadrado, área que sobrepasa el espacio vital que se le brinda a las gallinas en sistemas confinados, el cual es de 20 centímetros cuadrados por animal en etapa de producción (SINATECC, SF). En este espacio se deben instalar los 70 nidos, los cuales pueden ser colocados en dos estratos sobre el nivel del suelo. Se recomienda construir los nidales con 50 centímetros de fondo y de alto en su parte posterior así como 30 centímetros de altura en su parte anterior. Asimismo, esta

área debe contener 4 comederos y 4 bebederos, los cuales deben ser provistos de alimento y agua en forma diaria.

Área para gallinas en desarrollo: esta área consiste en un espacio de 39 metros cuadrados para el mantenimiento de 70 pollas en desarrollo durante 4 meses por año. Se deben instalar 4 comederos y la misma cantidad de bebederos. En este componente no se instalan nidos ya que las aves no se encuentran en fase productiva.

Bodega: este espacio es básicamente para el almacenamiento del alimento concentrado que se le debe proporcionar diariamente a la unidad de producción.

Se recomienda la construcción del edificio en madera de buena calidad y durabilidad como lo es la Teca (*Tectona grandis*) o el Laurel Negro (*Cordia gerascanthus*). El techo debe ser construido en 2 aguas con zinc estructural esmaltado. Por su parte los pisos deben ser construidos en madera sobre basas de cemento a una altura de 75 cm sobre el suelo para promover la aireación. Se debe asegurar que existan espacios de al menos 5 milímetros entre tablas para que haya circulación de aire y para facilitar el aprovechamiento de la gallinaza. Las paredes laterales y posterior deben ser forradas con zinc esmaltado. Las paredes internas que no lleven zinc esmaltado deben ser forradas con cedazo.

Se debe construir un área de pastoreo la cual puede tener un total de 540 metros cuadrados, divididos en 2 secciones para mantener las gallinas ponedoras aparte de las que se encuentran en desarrollo. Cuando no se cuente con gallinas en desarrollo, se pueden rotar los apartos para estimular el crecimiento de vegetación natural en cada uno de ellos. Las áreas de pastoreo deben ser cercadas con alambre de gallina a una altura de 2 metros sobre el nivel del suelo.

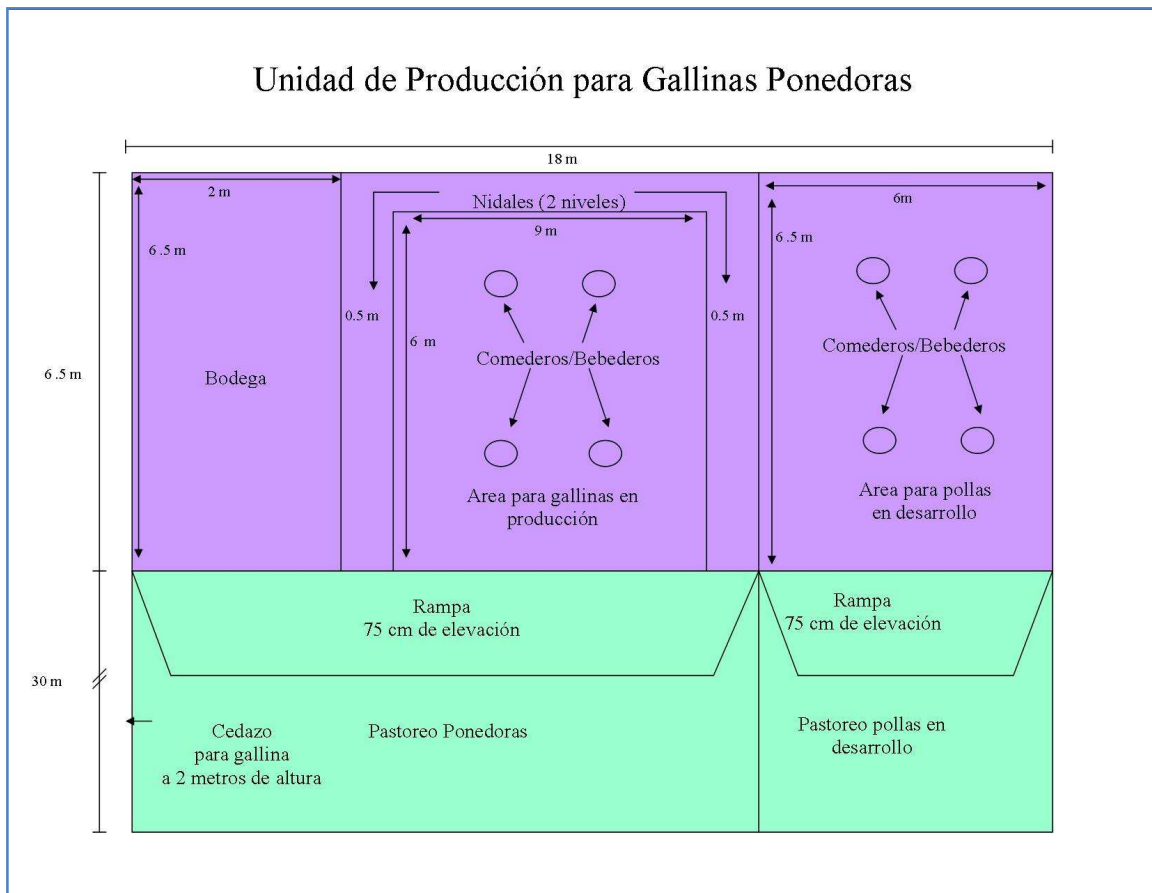


Figura 15. Diseño de la Unidad de Producción para Gallinas Ponedoras. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

Operación

Según las recomendaciones técnicas de N. Dale (comunicación personal, noviembre 05, 2009) y las observaciones del autor junto con las de J. Rodríguez (comunicación personal, Septiembre 30, 2009), la operación de esta unidad de producción debe presentar las siguientes características:

Alimentación

Para efectos de suplir las demandas nutricionales de las aves tanto en producción como en desarrollo, al menos en las etapas iniciales de producción del sistema se recomienda utilizar alimento concentrado comercial con al menos 17% de proteína

cruda (N. Dale, comunicación personal, noviembre 05, 2009). Este alimento proveerá a las aves con los nutrientes necesarios para su desarrollo y producción uniforme tales como lo son la energía, proteínas y calcio. La cantidad de alimento que se debe proporcionar por ave por día es de 100 gramos, por lo que el consumo diario del segmento de producción es de 7 kilogramos, y del doble de esa cantidad cuando existan aves en desarrollo, las cuales serán alimentadas con el alimento respectivo para esa etapa. Asimismo, se recomienda la utilización de excedentes de producción como cuadrados, bananos y otras frutas y vegetales para suplementar la alimentación de la unidad productiva.

Por otra parte, se recomienda llevar a cabo investigaciones específicas por parte de estudiantes universitarios e investigadores de la Universidad de Georgia y de otras instituciones académicas para producir fuentes alternativas de alimentación para las aves, dando enfoque al desarrollo de sustitutos del alimento concentrado que se pueda producir ya sea en la misma finca o áreas circunvecinas.

Mantenimiento

El mantenimiento de la unidad de producción de gallinas ponedoras consiste principalmente en la alimentación de las aves y en la higiene general de la unidad, así como en la recolección de huevos y en el monitoreo de la salud de los animales. Para efectos de manejar la higiene del gallinero, se recomienda la utilización de granza de arroz o aserrín de madera, el cual debe ser esparcido en el suelo. El material resultante de la limpieza de los pisos debe ser utilizado como gallinaza en la unidad de producción de abono orgánico.

Cuidado animal

El cuidado animal de la unidad consiste en la supervisión de la apropiada nutrición de las aves así como en el monitoreo de enfermedades. La mortalidad esperada para un sistema convencional se estima entre 12% y 18% según Martínez (1999)

citado por Barrantes et al (2005), por lo que es importante llevar a cabo un control del número de aves muertas, el cual no debería sobrepasar 13 animales por año.

Permisos y regulaciones

Con el fin de cumplir con los requisitos sobre permisos de construcción para esta unidad, la administración debe elaborar los planos constructivos del gallinero, los cuales deben ser certificados por el Colegio Federados de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (Asamblea Legislativa, 1966), visados por el Ministerio de Salud Pública (Asamblea Legislativa, 1973) y avalados por la Municipalidad según lo estipulado en la Ley de Construcciones 833 (Asamblea Legislativa, 1949).

Una vez que la unidad entre en operación, la administración del proyecto debe velar por cumplir con las normas y regulaciones sanitarias y fitosanitarias que sean impuestas por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Agricultura y Ganadería en cuanto a la higiene, el manejo de desechos y el control de enfermedades de la unidad de producción. En todo caso, con respecto al manejo de los productos alimenticios derivados de la unidad, se establece como requisito que el personal a cargo de la unidad cuente con el respectivo entrenamiento y certificación para la adecuada manipulación de alimentos de acuerdo a lo estipulado en el Decreto Ejecutivo N° 24798-S del 13 de noviembre de 1995, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 8 del 11 de enero de 1996.

4.3.1.4 Unidad para producción de abono orgánico

Descripción de la unidad

Esta unidad comprende un sistema para la producción de abono orgánico a partir de materiales principalmente de desecho de la finca, esto con el objetivo de mejorar la eficiencia en el manejo de desechos y disminuir la dependencia a insumos externos del sistema productivo (L. Carazo, comunicación personal,

septiembre 25, 2009). Las ventajas de utilizar abonos orgánicos residen en que ayudan a balancear el pH del suelo, facilitan la absorción de nutrientes de las plantas, mejoran la estructura del suelo, aumentan la retención del agua en época seca, se utilizan recursos de la finca para su fabricación, son más económicos que comprar fertilizantes industriales, no contaminan el ambiente, protegen y mejoran la salud de las personas que consumen los alimentos fertilizados y promueven la integración y el reciclaje de desechos (UCR, 2005).

A continuación se describen los tipos de abonos que se pueden preparar en esta unidad de acuerdo a información derivada a partir de ensayos en la Universidad EARTH y facilitados para el presente estudio por L. Carazo (comunicación personal, septiembre 25, 2009).

Compost

El compost es un tipo de abono que se puede producir a partir de la combinación balanceada de desechos orgánicos provenientes de la finca. La compostera consiste en una pila formada de capas de distintos materiales. El tamaño de la pila depende de la disponibilidad de materiales. No hay tamaños definidos, sin embargo, se recomienda que la pila tenga un máximo de 1.5 metros de altura y un mínimo de 2 metros de largo por 2 metros de ancho.

Para elaborar el abono orgánico, lo primero que se debe hacer es escoger el lugar donde se debe ubicar la pila de compostaje. Este sitio debe ser plano y protegido de la lluvia y los animales.

Los materiales que se utilizan se deben ir colocando en capas de tal forma que el material se distribuya uniformemente por toda la compostera. Si se dispone de variedad y cantidad de materiales, se pueden poner todas las capas el mismo día. Sin embargo, también se pueden ir formando las capas conforme se dispone de los materiales. De esta manera el proceso de compostaje es más lento pero el resultado es el mismo.

Existen diversas formas de hacer el compost. El tipo y la cantidad que se desee elaborar va a depender de la demanda de abono y de los materiales disponibles. Cuando se elabore el compost, el operario debe cerciorarse que cada capa de material debe tener un grosor de unos 10 ó 15 centímetros. Dichas capas pueden estar constituidas de la siguiente forma:

- Una primera capa puede ser de hojas de árboles, zacate o pasto, residuos de cosechas, residuos de la cocina como cáscaras y semillas.
- Una segunda capa de boñiga o cuita.
- Una tercera capa de hojas de poró, madero negro, o rastrojos de frijol.

Posteriormente se coloca un puñado de cal agrícola o ceniza (2 onzas aproximadamente) con el fin de reducir la acidez de la abonera. Estas capas se van repitiendo hasta tener una pila de 1.5 metros de alto. Cuando se alcanza la altura deseada, se debe completar la compostera con una capa fina de tierra negra zarandeada y finalmente se adiciona agua suficiente, aproximadamente un 30% del volumen de montículo construido, para aumentar la humedad e iniciar el proceso de descomposición de la materia orgánica. Con estacas largas de madera se deben perforar hoyos profundos en la abonera. Estos hoyos permiten la aireación de la abonera y facilita el compostaje de los materiales. El tiempo de estabilización del compost puede variar entre 6 y 8 semanas.

Bokashi

El Bokashi es un tipo de abono que lleva un proceso de elaboración similar al compost. Sin embargo, el porcentaje de mineralización de los materiales es mucho menor al igual que el tiempo de preparación.

Para preparar el bokashi, se construye una pila de capas de material de 10 a 15 cm de grosor. La pila no tiene un tamaño definido pero se recomienda que sea de un máximo de 1.5 metros de altura y un mínimo de 2 metros de largo por 2 metros de ancho. Las capas de materiales se deben colocar de la siguiente forma:

- Una primera capa de granza de arroz, aserrín, paja, zacate picado, bananos o raquis de pinzote picado.
- Una segunda capa de carbón.
- Una tercera capa de boñiga o excremento de animales de la finca.
- Una aspersión de melaza.

En este punto, se repiten las capas hasta alcanzar que la pila llegue a 1.5 metros de altura. A esta altura se adiciona una última capa de tierra negra zarandeada y aproximadamente un 30% del volumen del montículo de agua. Finalmente, el material se tapa (no si está bajo techo) y se deja reposar por 18 a 24 días hasta que el abono esté listo para ser utilizado.

Aspectos importantes a considerar en la elaboración de abonos

Relación carbono nitrógeno: tanto para la elaboración de compost como bokashi, es imprescindible asegurar que exista una adecuada cantidad de carbono y de nitrógeno, ya que el primero es la fuente de alimento para los microorganismos, mientras que el segundo es la fuente de energía para que las bacterias y hongos puedan llevar a cabo el proceso de descomposición del material.

Manejo de la humedad: el nivel de humedad en el compost y el bokashi debe ser manejado apropiadamente para asegurar que el producto final sea de buena calidad. Ambos tipos de abono no se deben producir con humedad excesiva ya que esto deteriora la calidad del material. Tampoco debe haber escasez de humedad ya que el proceso de descomposición se ve interrumpido. Para lograr determinar el nivel adecuado de humedad, se debe hacer una prueba, la cual consiste en tomar un puño apretado de material en descomposición del centro de la pila:

- Se espera que salgan muy pocas gotas de agua por medio de los dedos. Si es así, entonces el nivel de humedad es bueno y no se debe aplicar más agua.

- Si no sale nada de agua después de presionar el material, es una señal de que hace falta, por lo que habrá que proporcionar agua suficiente al sistema para lograr una consistencia húmeda de todo el material.
- Si se percibe un olor desagradable, como podrido, es una indicación de exceso de agua. En este caso, se debe extender la pila y esperar que el material se seque. Luego se vuelve a formar la pila.

Manejo de la temperatura: tanto en la producción de compost como de bokashi, se da un aumento en el nivel de temperatura del montículo ya que existe una concentración de material que está siendo descompuesto por los microorganismos. Este aumento en la temperatura es favorable ya que ayuda a matar organismos no deseados así como a eliminar semillas y vectores no favorables en la producción del abono. Sin embargo, la temperatura debe permanecer en un rango óptimo entre 30 y 60 grados centígrados. Para determinar si el nivel de temperatura es el adecuado, es necesario medir la temperatura con termómetro. Si el nivel de temperatura está cercano al máximo o por encima del rango indicado, se debe voltear el material en la pila para favorecer la aireación y el enfriamiento al nivel adecuado de descomposición. Conforme mayor aireación se le proporcione a los montículos, más rápido se producirá el abono, el cual estará listo cuando la temperatura descienda, y el material se encuentre completamente seco y presente la contextura de tierra negra con olor agradable.

Humus de lombriz

El humus de lombriz es conocido popularmente como lombricompost ya que el mismo se produce por el efecto de descomposición de materia orgánica a partir de lombrices de suelo. El lombricompost se caracteriza por ser uno de los mejores abonos orgánicos que se puede producir en la finca, ya que el material resultante del proceso de descomposición es un producto llamado humus, el cual es precisamente el excremento de las lombrices que se puede encontrar en forma natural también en el bosque. En el humus producido por las lombrices, la materia

orgánica se encuentra completamente descompuesta en nutrientes que pueden ser inmediatamente absorbidos por las plantas y los cultivos.

Para elaborar el humus de lombriz, se deben seguir las indicaciones que se presentan a continuación:

- Se debe construir uno o varios recipientes con el fondo perforado para drenar los excesos de humedad. El tamaño del recipiente va a depender de la cantidad de humus que se desea producir así como de la cantidad de material disponible para procesar.
- Se debe escoger un sitio bajo sombra, seco y aislado de animales silvestres o domésticos que puedan comerse las lombrices.
- El material que se utiliza para alimentar la lombricera debe tener un periodo de pre compostaje ya que si se adiciona crudo, se pueden generar sustancias toxicas que pueden afectar a las lombrices.
- El proceso de pre compostaje puede llevarse a cabo por medio de enterrar el material orgánico por un periodo de al menos dos semanas.
- También se puede utilizar compost o bokashi para alimentar la lombricera y así producir un abono de mayor calidad.
- Una vez que el material pre descompuesto se acomode en la lombricera, se debe agregar una capa de tierra fina zarandeada.
- Se recomienda dividir la caja en dos puños o montones para así poner el material entrante en un extremo y el material en descomposición al otro extremo de la caja de tal forma que las lombrices puedan emigrar hacia donde se encuentra el material fresco haciendo que el material procesado sea más fácil de extraer.
- Se debe controlar la humedad de la lombricera realizando la misma prueba que se explicó en párrafos anteriores en el segmento de compost y bokashi.
- Se recomienda encalar alrededor de las cajas de producción para evitar que las hormigas se coman las lombrices.

Para producir humus de lombriz se pueden utilizar las lombrices nativas. Sin embargo, estas son difíciles de manejar ya que se escapan de las composteras,

por lo que se recomienda el uso de la lombriz roja de California ya que esta es una especie adaptada a vivir en cautiverio y ha demostrado ser altamente eficiente en la producción de humus.

Microorganismos de Montaña

Los microorganismos de montaña, más comúnmente conocidos como MM, no son necesariamente un tipo de abono, sino más bien una mezcla de microorganismos eficientes que pueden catalizar el proceso de descomposición de materia orgánica. Poseen la condición favorable de que existen naturalmente en bosques tropicales y pueden ser aprovechados para catalizar el proceso de producción de bokashi así como para controlar malos olores en operaciones pecuarias. A continuación se describen los ingredientes y la preparación de los MM según literatura facilitada por técnicos de la Universidad EARTH (L. Carazo, comunicación personal, septiembre 25, 2009):

Ingredientes:

- 1 saco con microorganismos de montaña
- 1 saco con semolina de arroz
- 1 galón de leche
- 1 galón de melaza

Procedimiento de preparación:

- Recoger microorganismos de montaña (MM) que por lo general son encontrados bajo las raíces de los árboles, principalmente de especies leguminosas.
- Limpiar el suelo donde se desea elaborar la mezcla.
- Colocar los MM en el suelo.
- Desintegrar con las manos los MM para que al momento de realizar la mezcla con los demás ingredientes, el sustrato quede firme.

- La leche y la melaza se mezcla con un galón de agua.
- Colocar todos los ingredientes y la última mezcla en capas, en el siguiente orden:
 1. Microorganismos de montaña
 2. Semolina de arroz
 3. Agua con leche y melaza
- Se mezclan todas las capas varias veces hasta que se genere un sustrato uniforme.
- Se coloca una cantidad moderada de MM elaborado anteriormente (en caso de tenerlo).
- Se coloca la mezcla dentro de un tanque de 100 litros por partes y se va compactando para que quede la menor cantidad de aire posible dentro del recipiente.
- Cuando se haya colocado toda la mezcla en el tanque de 100 litros, sobre esta se ubica un plástico y sobre el plástico se instala un peso (piedra, saco, etc.) para disminuir la burbuja de aire.
- Dejar un mes el tanque de cierre hermético sin abrir, para que el material se fermente.
- La activación para la utilización del producto final se realiza en un tanque de 60 litros con agua, en este tanque se incorpora un saco cerrado con 3 kg de MM, se adiciona 1 galón de melaza para que se disuelva en el agua dentro del tanque, se cierra y se deja tres días sin aire, luego de estos tres días se puede utilizar la mezcla, la cual debe ser empleada antes de 18 días, debido a que puede fermentarse.

Se recomienda el uso de los organismos de montaña como sustituto de la melaza en la producción de bokashi así como el tratamiento de los malos olores en las unidades de producción porcina y bovina de la finca.

Diseño del sistema de producción de abono orgánico para la finca de la Universidad de Georgia

Con base a recomendaciones técnicas de L. Carazo (comunicación personal, septiembre 25, 2009) y a observaciones del autor junto con las de J. Rodríguez (comunicación personal, Septiembre 30, 2009), la infraestructura y el manejo de esta unidad de producción debe presentar las siguientes características:

Infraestructura

La infraestructura necesaria para la producción de compost y bokashi consiste básicamente en un edificio de 90 metros cuadrados con techo de zinc esmaltado, piso de cemento, postes y artesones de tubo y perling galvanizado. El edificio puede ser construido en dos aguas con una altura máxima de techo de 3.25 metros y mínima de 2.50 metros. Las paredes con orientación norte y este deben ser forradas con láminas de zinc. El resto de las paredes deben estar forradas con cedazo fuerte. Esta infraestructura debe tener el espacio suficiente para mantener en rotación al menos 4 pilas de compost y 4 de bokashi de 1.5 metros de altura y un mínimo de 2 metros de largo por 2 metros de ancho con un espacio mínimo de 1 metro entre pilas, asimismo debe contar con 9 metros cuadrados para el segmento de producción de microorganismos de montaña y 9 metros cuadrados para almacenar los sacos de abono preparado. De acuerdo a los requerimientos anteriores, el edificio debe tener 90 metros de construcción (ver figura 16). La ubicación de este edificio debe estar dentro de la finca pecuaria.

Adicionalmente, para efectos de aprovechar la materia orgánica generada en el invernadero y la huerta del sector el Nino, así como de la gallinaza generada en ese mismo sector, se recomienda la instalación de otro galerón con las mismas características al descrito anteriormente, pero con una dimensión de 60 metros cuadrados (6 m x 10 m). En este espacio se podrán mantener en rotación al menos 2 pilas de bokashi y 2 de compost. El abono generado en este segundo galerón podrá ser empleado para la fertilización de la huerta y el invernadero o en

su defecto también podrá ser utilizado para producir humus de lombriz en la infraestructura ya existente en sector mencionado (ver figura 17). Cabe resaltar que la estructura para producción de abono en el Nino, deberá ser instalada adyacente al lombricario ya existente para efectos de la adecuada utilización del espacio en este sector así como para mantener la eficiencia en el manejo de los abonos producidos.

Ubicación

La ubicación de esta unidad está dividida en dos sectores, la infraestructura principal (edificio de 90 metros cuadrados) se ubicará en la finca pecuaria, mientras que la secundaria (edificio de 60 metros cuadrados más la lombricera existente) quedará localizada en el sector el Nino (ver figura 31).

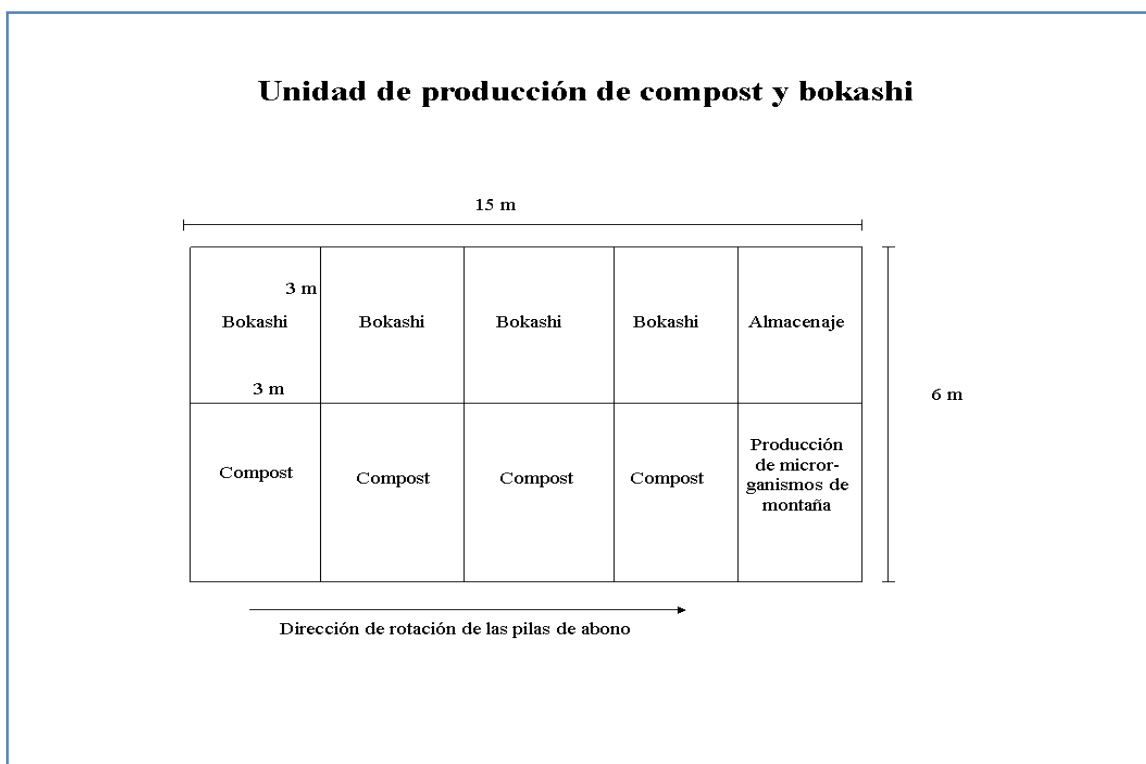


Figura 16. Diseño de la Unidad de producción de abono compost y bokashi. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.



Figura 17. Unidad de producción de humus de lombriz. Sector el Nino. Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

Utilización y cantidad de abono a producir

Se recomienda utilizar el humus de lombriz en la unidad de producción en invernadero. Por su parte, tanto el bokashi como el compost se recomiendan utilizar en la unidad hortícola de producción en tierra así como en las unidades del componente pecuario que requieran fertilización como lo son las pasturas y los cortes de morera y de caña.

No se conoce cuál va a ser el volumen de abono necesario para llevar a cabo la fertilización de los componentes pecuario y hortícola. Sin embargo, se estima que existe el material suficiente en la finca para elaborar la cantidad de abono que se pueda requerir ya que se cuenta con abundante material orgánico, incluyendo residuos de cosechas, hojas y vástagos de banano y cuadrado, zacate resultado

de las chapias de las zonas verdes, rastros, desechos de podas de jardines, boñiga y gallinaza.

Para efectos de contar con suficiente material para producir abono en todo momento, se recomienda realizar un almacenamiento constante de materia prima conforme esta se produzca. Para el caso del almacenamiento de boñiga, la cual se va a utilizar principalmente para la producción de biogás, se aconseja, crear una reserva pequeña en forma diaria de este material de tal manera que no se afecte la producción de biogás. Asimismo, se recomienda la utilización de la gallinaza, proveniente de la unidad de producción avícola, para sustituir la utilización de boñiga en el segmento de producción de abono en el sector el Nino.

Es evidente que la cantidad de abono a producir en esta unidad se tiene que ajustar de acuerdo a la demanda total de la finca. Este dato se tendrá que ir investigando conforme avance el proceso de integración del sistema de producción, lo cual será una de las principales tareas de la unidad de investigación.

Operación y mantenimiento

La operación de esta unidad consiste básicamente en la recolección de los insumos necesarios para elaborar los diferentes tipos de abono, así como en llevar a cabo el control necesario para la producción adecuada de los abonos, lo cual incluye elaborar las mezclas de acuerdo a las recomendaciones plantadas y efectuar las pruebas de humedad y temperatura en forma regular.

4.3.1.5 Unidad de descontaminación productiva

Descripción de la unidad

Esta unidad consiste en un sistema integrado de descontaminación por medio del cual se logrará darle el tratamiento adecuado a las aguas residuales generadas por las unidades de producción bovina y porcina (L. Carazo, comunicación

personal, septiembre 25, 2009). Como se puede apreciar en el cuadro 4, las características físicas y químicas del agua contaminada mejora muy por encima de los niveles requeridos por las normas internacionales al ser tratadas con este sistema de procesamiento (Botero & Hernández (2006).

Cuadro 4. Sistema de descontaminación productiva de aguas servidas. Finca pecuaria integrada de la Universidad EARTH, Guácimo de Limón. Análisis de aguas en laboratorios de la Universidad de Costa Rica (2004-2005).

Sitio de Muestreo	DQO mg/l	DBO 5,20 mg/l	SST mg/l	Grasas y aceites mg/l	pH	Temp. C	Sólidos sedimentables
Entrada biodigestor	3,180.00	1,360.00	282.00	221.00	6.53	29.10	100.00
Salida biodigestor	166.00	10.80	124.00	<8.00	8.15	31.50	0.90
Salida canaletas sedimentación	113.00	9.80	<8.00	<8.00	8.10	28.00	0.40
Salida última laguna	59.00	<2	<8.00	<8.00	7.23	28.00	0.20
Normas CIU*	800.00	500.00	200.00	30.00	5 a 9	15 a 40	1.00

Fuente: Botero & Hernández (2006)

*Código Internacional Industrial Unificado

Al sistema de descontaminación se le denomina productivo ya que no solamente funciona para el tratamiento de las aguas residuales, sino que también aprovecha los procesos de purificación para producir insumos beneficiosos para la finca (Botero & Hernández 2006). En este sentido, el sistema de procesamiento de aguas residuales tiene la capacidad de producir biogás, el cual se genera en la fase de descomposición anaeróbica (en ausencia de oxígeno) y puede ser

empleado en la cocción de alimentos así como en la generación de electricidad y calor. De igual forma, el sistema tiene la capacidad de producir bioabono, el cual se obtiene del efluente del biodigestor y puede ser empleado en la fertilización de cultivos. Asimismo, el material vegetal que se produce en los canales y lagunas de retención de agua, puede ser utilizado para complementar la dieta de los animales que son parte del sistema de producción de la finca. Adicionalmente, las lagunas de descontaminación también pueden utilizarse para la producción acuícola, lo cual le da un mayor valor agregado al sistema (Botero & Hernández, 2006).

Este sistema de tratamiento de aguas residuales genera economía a la finca ya que una vez que se lleve a cabo la inversión inicial, los costos de operación y mantenimiento son considerablemente bajos, esto por ser un modelo que generalmente funciona por gravedad y requiere poco personal para la operación (Botero & Hernández 2006).

Se puede asegurar con un alto nivel de confianza que el sistema de descontaminación productiva es una herramienta efectiva y económica que permite mejorar las características de las aguas residuales de las operaciones pecuarias en una forma eficiente y ambientalmente responsable. Cabe resaltar que este sistema de descontaminación puede ser aplicado a diferentes escalas y tiene la capacidad de procesar diversos tipos de aguas contaminadas (incluyendo las excretas humanas) siempre y cuando estén libres de sustancias químicas tóxicas como lo son jabones inorgánicos, cloro y combustibles (Botero & Hernández, 2006; Nimukunda et al 2006).

Componentes del sistema

El sistema de descontaminación productiva consta de 3 elementos principales: biodigestor, canaletas de sedimentación y lagunas de descontaminación (ver figura 18).

Componentes del Sistema de Descontaminación Productiva

Suspensión de agua y excretas
Proporción 1:5



Biodigestor



Biogas



Cocción
Electricidad

Efluente



Bioabono

Canales de sedimentación



Eichhornia crassipes



Pistia stratiotes



Lagunas de descontaminación



Azolla microphylla



Ipomoea aquatica

Plantas acuáticas y habitat
para acuicultura



Hacia cuerpos naturales de agua

Figura 18. Componentes del sistema de descontaminación productiva. Elaboración propia con insumos de Botero & Hernández (2006).

Biodigestor

Los biodigestores son sistemas de descomposición de diversos tipos de materiales orgánicos. El proceso de descomposición es llevado a cabo por bacterias anaeróbicas (que trabajan en ausencia de oxígeno), las cuales se desarrollan naturalmente en medios herméticos (Beteta & González, 2005). Las bacterias consumen el carbono y el nitrógeno y como resultado se produce una combinación de gases formada por Metano (CH₄), Dióxido de Carbono (CO₂), Hidrógeno (H₂), Nitrógeno (N₂), Monóxido de Carbono (CO), Oxígeno (O₂) y Acido Sulfúrico (H₂S) (Botero & Preston, 1987), los cuales se generan en porcentajes relativamente predecibles dando origen al biogás (ver cuadro 5), compuesto que puede ser utilizado en diversos procesos incluyendo la generación de electricidad, para el calentamiento de agua y la cocción de alimentos. La materia prima que se puede utilizar para alimentar el proceso de biodigestión puede provenir de diferentes fuentes, sin embargo, las más utilizadas son las excretas de animales domésticos como caballos, cerdos y ganado vacuno; también se pueden utilizar las excretas de origen humano (Sánchez, 2001).

Cuadro 5. Porcentajes de gases producidos en el sistema de biodigestores. 1987.

Gas	%
Metano (CH ₄)	60-70
Carbono (CO ₂)	30-40
Hidrógeno (H ₂)	1
Nitrógeno (N ₂)	0.5
Monóxido de Carbono (CO)	0.1
Oxígeno (O ₂)	0.1
Acido Sulfúrico (H ₂ S)	0.1

Fuente: Botero & Preston (1987)

Una vez que el proceso de descomposición del material orgánico se haya dado en forma completa, el efluente puede ser utilizado como fertilizante, al cual se le conoce con el nombre de bioabono (Beteta & González, 2005). El proceso de

biodigestión se ha catalogado como una forma efectiva de darle tratamiento a las aguas residuales con altos contenidos de materia orgánica como lo son las aguas de origen doméstico y agropecuario. Días et al (2007) han demostrado en forma experimental que inclusive con la adición de grasas en diferentes concentraciones, el proceso de descomposición sigue siendo efectivo logrando bajar la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y DQO (demanda química de oxígeno) a menos de 600 mgL^{-1} y menos de $50 \text{ mgL}^{-1} \times 1000$ respectivamente en aguas provenientes de procesos agroindustriales.

Por su parte, Esquivel *et al* (2002) lograron demostrar que es posible bajar la concentración de DBO hasta un 61%, la concentración de coliformes fecales en un 99.4% y la presencia de huevos helmintos en un 65% utilizando biodigestores plásticos de bajo costo alimentados con excretas provenientes de pequeñas operaciones lecheras en Colombia.

A pesar de la efectividad y tolerancia de los biodigestores como sistemas integrales de descomposición, es preciso asegurar que no se adicionen sustancias químicas inorgánicas al sistema ya que estas afectan directamente la microfauna que se desarrolla dentro de los biodigestores provocando un colapso en el mecanismo de operación del sistema.

Existen diferentes tipos de biodigestores, sin embargo, todos cumplen la función de descomponer material orgánico, al mismo tiempo que generan biogás y bioabono. El tipo de biodigestor que se decida instalar en una operación va a depender de la escala de la misma así como de los recursos económicos disponibles, los cuales son generalmente limitados en las zonas rurales, por lo que el sistema más frecuentemente empleado en estas áreas es el biodigestor plástico de flujo continuo (ver figura 19), el cual será el sistema que se tomará en cuenta para los siguientes análisis del presente trabajo.



Figura 19. Biodigestor de flujo continuo instalado en la finca pecuaria de la Universidad EARTH. Guácimo de Limón. Costa Rica. Se muestra la campana de almacenamiento de biogás. 2009.

Canaletas de sedimentación

Consisten en canales de poca profundidad, usualmente de 40 cm de hondo por 1 metro de ancho (ver figura 20), en los cuales se depositan el efluente del biodigestor en caso de que éste no sea empleado como bioabono inmediatamente después de que salga de la etapa de procesamiento anaeróbico. En estos canales, los sólidos suspendidos se sedimentan en el fondo formando lodos ricos en nutrientes ya que el agua entra en un estado de reposo semiactivo, donde existe un movimiento leve del efluente hacia las lagunas de descontaminación. Dentro de estos canales, es conveniente incorporar plantas acuáticas de rápido

crecimiento (ver cuadro 6) con el fin de que las mismas absorban el material orgánico suspendido aún en el agua. Estas plantas pueden ser aprovechadas como complemento de forraje para el ganado en cuido (Nimukunda et al 2006). Es conveniente también extraer los lodos de los canales en forma regular para evitar que los mismos lleguen hasta las lagunas de descontaminación, de tal forma que se alargue la vida útil de esa infraestructura (Botero & Hernández, 2006).



Figura 20. Canales de sedimentación. Finca Pecuaria. Universidad EARTH. Guácimo. Limón, Costa Rica. 2009.

Cuadro 6. Plantas acuáticas utilizadas en el sistema de descontaminación productiva. 2006.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Características
Lirio Acuático	<i>Eichhornia crassipes</i> Mart.	Pontederiaceae	Alcanza hasta 15 cm de alto. Flores color violeta.
Lechugilla	<i>Pistia stratiotes</i> L.	Araceae	Las hojas forman rosetones pulposos, verdes, brillantes y rodean al eje en forma de lechuga. Es muy diseminada por los ríos y se reproduce por estolones. La planta requiere aire húmedo y una gran intensidad de luz y el agua debe ser rica en nutrientes
Azolla	<i>Azolla microphylla</i> L.	Azollaceae	La planta tiene 1 a 5 cm de tamaño. Se reproduce tanto de forma vegetativa como sexual. Esta planta se encuentra presente en parcelas de arroz inundadas, lagunas y canaletas
Espinaca de agua	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsskål	Convolvulaceae	Sus tallos son rastreros con huecos llenos de aire, y sus hojas son verdes y lustrosas. Las flores son grandes, de 2 a 5 cm de largo, tienen forma de embudo y color púrpura o blanca. Esta planta prefiere los suelos húmedos o las aguas estancadas no muy profundas
Oreja de ratón	<i>Salvinia minima</i> Baker	Salviniaceae	Las hojas son ovaladas y conectadas entre sí y poseen 0.4 a 4.0 cm de longitud. Se encuentra en las aguas estancadas y ricas en materia orgánica

Fuente: Nimukunda et al (2006)

Lagunas de descontaminación

Una vez que el efluente del biodigestor haya sido filtrado y sedimentado en las canaletas, el mismo debe ser dispuesto en las lagunas de descontaminación (ver figura 21), donde las plantas acuáticas se encargan de darle un proceso de purificación final a las aguas de tal forma que estas queden listas para ser devueltas a los sistemas de drenaje natural. Al igual que en la etapa anterior, las plantas acuáticas pueden ser aprovechadas para alimentar al ganado (Botero & Hernández, 2006).

Es conveniente construir más de una laguna de descontaminación, usualmente se establecen tres lagunas interconectadas entre sí. En estas lagunas son útiles no solamente para el cultivo de plantas acuáticas, sino que también pueden ser empleadas para llevar a cabo actividades piscícolas, lo cual evidentemente aumenta la productividad global de la operación pecuaria. Otra característica importante de estas lagunas es que en las mismas usualmente se desarrollan una gran cantidad de fauna nativa, la cual aprovecha la alta productividad de las lagunas para su alimentación y hábitat.

Funcionamiento del sistema de descontaminación productiva

Según Botero & Hernández (2006), el proceso de funcionamiento del sistema de descontaminación se debe dar según lo que se indica en los siguientes pasos para asegurar la adecuada operación de la unidad:

Paso 1

Mezclar las excretas provenientes de las operaciones pecuarias con agua en una proporción 1:5, una parte de excretas por cada cinco partes de agua, hasta alcanzar una solución uniforme.

Paso 2

Las mezcla de excretas y agua debe ser dirigida, preferiblemente por gravedad, hacia el biodigestor donde se inicia un proceso de descomposición anaeróbico que debe durar aproximadamente 30 días.

Paso 3

El efluente (salida) del biodigestor puede ser utilizado como abono foliar, el cual no quema los cultivos.

Paso 4

El resto del efluente que no se utilice como bioabono debe pasar a las canaletas de sedimentación donde inicia un proceso de separación del material suspendido que dura aproximadamente 10-20 días (Chará, 1999). De estos nutrientes, una parte es absorbida por las plantas acuáticas, y otra parte es depositada en el fondo de los canales. El material sedimentado debe ser extraído para aumentar la vida útil de los canales y de las lagunas de descontaminación. El exceso de plantas debe ser aprovechado para alimentar al ganado de cuido.

Paso 5

Nuevamente por gravedad, el efluente de las canaletas de sedimentación es depositado en las lagunas de descontaminación, donde las plantas acuáticas se encargan de extraer el resto del material contaminante por al menos 20 días, de tal forma que el agua queda lista para ser depositada en los sistemas de drenaje natural. El exceso de plantas debe ser aprovechado para alimentar al ganado de cuido.



Figura 21. Lagunas de descontaminación. Finca Pecuaria. Universidad EARTH. Guácimo, Limón, Costa Rica. 2009.

Ventajas del sistema de descontaminación productiva

Existe una cantidad significativa de beneficios que aportan el uso del sistema de descontaminación productiva. Según el CIPAV (1995), las principales ventajas que estos sistemas aportan son las siguientes.

- Proporcionan combustible (biogás) para suplir las necesidades energéticas rurales, incrementando la producción de energía renovable (calor, luz, electricidad) y de bajo costo.
- Reducen la contaminación ambiental al convertir en residuos útiles las excretas de origen animal, aumentando la protección del suelo, de las fuentes de agua, de la pureza del aire y del bosque. Dichas excretas

contienen microorganismos patógenos, larvas, huevos, pupas de invertebrados que de otro modo podrían convertirse en plagas y enfermedades que pueden afectar la salud humana.

- Se produce abono orgánico (bioabono) con un contenido mineral similar al de las excretas frescas, pero de mejor calidad nutricional para las plantas y para la producción de fitoplancton. Este último es utilizado para la alimentación de peces y crustáceos.
- Mediante la utilización del efluente como bioabono se reduce el uso de fertilizantes químicos, cuya producción y aplicación tiene consecuencias negativas para el medio ambiente global y local.
- Mejora las condiciones higiénicas de la unidad de producción a través de la reducción de patógenos, huevos de gusanos y moscas, los que mueren durante el proceso de biodigestión.
- Contribuyen a reducir los niveles de deforestación por el menor uso de leña con fines energéticos.
- Produce beneficios micro-económicos a través de: (a) la sustitución de energía no renovable y fertilizantes sintéticos por energía renovable y fertilizantes orgánicos; (b) el aumento en los ingresos debido al incremento de la productividad y producción agrícola y pecuaria.
- Se reduce el riesgo de transmisión de enfermedades, ya que al reciclar en conjunto las excretas en biodigestores que operan en rangos de temperatura interna entre 30 °C y 35 °C es posible destruir hasta el 95% de los huevos de parásitos y casi todas las bacterias y protozoarios causantes de enfermedades gastrointestinales.

Por su parte, Gijzen (1996) y Couchon (1996) citado por Chará (1999) apuntan las siguientes ventajas de los sistemas de descomposición anaeróbica:

- No requiere insumo de energía, más que la invertida para construir el sistema de descontaminación.

- El 95% del carbono que entra al sistema de descomposición se convierte en metano (CH₄) y el 5% se convierte en biomasa bacteriana, con lo cual se disminuye la huella de carbono total de la operación.
- La pérdida de energía es mínima ya que el 90% de la energía es retenida en el metano, 3-5% es pérdida de calor y 7-5% es almacenada en la biomasa.
- No requiere adición de nutrientes o insumos externos.

Desventajas del sistema de descontaminación productiva

Gijzen (1996) y Couchon (1996) citado por Chará (1999) apuntan las siguientes desventajas de los sistemas de descomposición anaeróbica:

- Es una tecnología que a pesar de que tiene sus orígenes en Asia y se ha aplicado en numerosos lugares alrededor del mundo, la ciencia moderna la sigue considerando como en proceso de prueba, lo cual le resta cierto grado de credibilidad.
- El tiempo de arranque para que el sistema empiece a funcionar es largo y mucho mayor que un sistema convencional de descontaminación.
- El sistema está limitado a ciertos rangos de temperatura. Se estima que el mínimo para el apropiado funcionamiento del sistema es de 15 C.
- El sistema ocupa un área significativa en la operación pecuaria, la cual va a depender del tamaño mismo de la operación.

Diseño del sistema de descontaminación productiva para la finca pecuaria del campus Universidad de Georgia Costa Rica

A continuación se presenta el diseño del sistema de descontaminación productiva para la operación pecuaria de la Universidad de Georgia. Los cálculos en cuanto al diseño y los requerimientos para la operación y mantenimiento están basados en datos extrapolados en base a información de Botero & Preston (1987), así

como en recomendaciones brindadas por técnicos especialistas de la Universidad EARTH (L. Carazo, comunicación personal, septiembre 25, 2009).

Componentes y dimensiones

Suspensión de excretas y agua: el tamaño del sistema de descontaminación de la finca pecuaria de la Universidad de Georgia (ver figura 22) ha sido diseñado en función de la cantidad de excretas diarias que se producirán en las unidades de producción bovina y porcina, la cual se estima en 106 kilogramos de desechos por día, las que al ser mezcladas con 530 litros de agua, producen un total de 636 litros de suspensión.

Biodigestor: el tamaño del biodigestor que cuenta con la capacidad de procesar la cantidad indicada de suspensión debe ser de 50 metros cúbicos (25 metros de largo, 5 m de circunferencia, 1.6 metros de diámetro), lo que equivale a 50,000 litros de los cuales 35,000 litros corresponden a la fase líquida (70%) y 15,000 litros (30%) a la fase gaseosa. El tiempo de retención de cada descarga es de aproximadamente 55 días, dato que se obtiene al dividir los 35,000 litros de la fase líquida entre los 636 litros de suspensión que estarían entrando cada día. Se recomienda la construcción de un techo en láminas de zinc esmaltado para proteger el sistema del desgaste por radiación solar y agua; asimismo se debe tomar en cuenta la colocación de cedazo fino alrededor del biodigestor para evitar la entrada de animales. En vista de que la distancia del sitio donde se pretende ubicar el biodigestor y el lugar donde va a estar instalado el sistema de hornillas es de aproximadamente 150 metros, se contará con un reservorio de gas de 16,000 litros, el cual deberá ser instalado a una distancia no menos de 30 metros de las hornillas. Asimismo, para efectos de conducir el biogás a la cocina, se recomienda el uso de poliducto celeste de 2 pulgadas desde la salida del biodigestor al reservorio, posteriormente se debe utilizar poliducto de 1 pulgada desde el reservorio al edificio y de éste a la cocina se puede conectar utilizando manguera o tubo de ½ pulgada. De esta forma se asegura que la presión del biogás se mantenga estable.

Producción de biogás: basado en datos de Botero (2009) y utilizando una extrapolación sobre la producción de un biodigestor de 16,000 litros, se estima que la producción diaria de biogás a partir de la unidad de 50,000 litros puede llegar a alcanzar 6,250 litros por día, lo cual sería suficiente para mantener una hornilla encendida por 20 horas gastando en promedio 300 litros de biogás por hora.

Canales de sedimentación: para efectos de procesar el efluente diario del biodigestor, se recomienda la instalación de 3 canales de 0.4 metros de profundidad, 1 metro de ancho y 11 metros de largo cada uno. Los tres canales deben estar interconectados entre sí a un mismo nivel. Bajo este modelo, cada descarga de efluente permanecerá por un periodo de 20 días en los canales, los cuales tienen una capacidad total de retención de 13,200 litros de agua, la cual es suficiente para procesar 12,760 litros (636 litros x 20 días), dejando un margen de 440 litros para cubrir excesos producidos por lluvias u otros factores. Es necesario tomar en cuenta la importancia de incorporar plantas acuáticas (ver cuadro 6) y extraer los sedimentos en forma periódica de este sistema.

Lagunas de descontaminación: se deben construir 3 lagunas de descontaminación con capacidad de retener 13,000 litros de efluente para asegurar un periodo de retención de 20 días en cada laguna. Al igual que en los canales de sedimentación, estas lagunas se deben aprovechar para producir plantas acuáticas, cuyos excesos pueden ser utilizados como alimentos en las otras unidades de producción. Chará (1999) recomienda utilizar la planta *Eichhornia crassipes* en las primeras lagunas ya que el sistema radicular es eficiente en la captura de sedimentos. Asimismo, estas lagunas pueden ser aprovechadas para llevar actividades acuícolas.

Tiempo total de retención: el tiempo total de retención de la suspensión de excretas y agua desde que entra al biodigestor hasta que sale de la última laguna de descontaminación es de 135 días, lo cual sobrepasa el doble del tiempo recomendado por Botero & Hernández (2006) quienes recomiendan 60 días como el total de la duración del proceso para cumplir con los parámetros del Reglamento de Vertidos que exige el Ministerio de Salud de Costa Rica.

Ubicación

Esta unidad productiva deberá localizarse en la finca pecuaria (ver figura31).

Instalación

Fosa de instalación: en primer lugar se debe construir una fosa de instalación del biodigestor en un terreno firme y plano que quede libre de rocas, raíces u objetos que pueden cortar las paredes del biodigestor. Esta excavación debe hacerse con un leve talud de 10% de forma tal que las paredes de la fosa no se derrumben así como para evitar perforaciones y presión innecesaria sobre el material plástico. La fosa debe construirse estratégicamente en las inmediaciones de los corrales y sitios de donde provienen las excretas de tal forma que las mismas puedan llegar al reactor por efecto de gravedad.

Preparación de la bolsa para el biodigestor: se debe extender el plástico sobre una superficie plana libre de objetos que puedan causar rupturas donde es doblado a la mitad y posteriormente cortado de tal forma que queden dos tubulares asimétricos, los cuales se introducen uno dentro del otro.

Colocación de la salida para el biogás: se debe hacer una perforación en la parte superior de la bolsa donde se colocan los empaques neumáticos sostenidos con las arandelas. En esta sección se acoplan los machos y hembras de PVC y sellan de tal forma que no quede orificios por medio del cual se pueda escapar el gas. Posteriormente se coloca la manguera de vinil que cumplirá la función de trasportar el gas hacia la tubería de distribución.

Diseño del Sistema de Descontaminación Productiva UGA Costa Rica

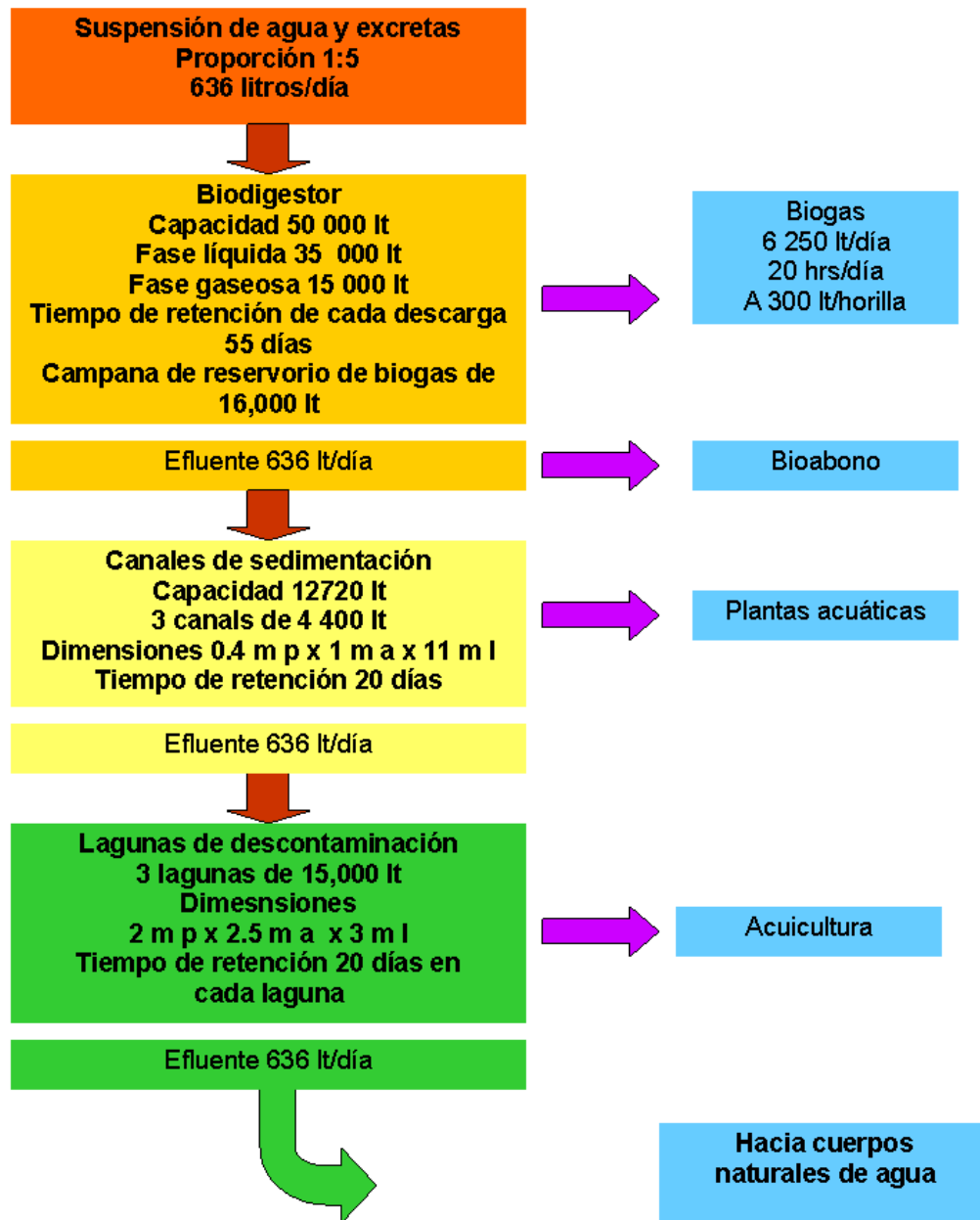


Figura 22. Diseño del sistema de descontaminación productiva para la finca integral del campus Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

Llenado de la bolsa con aire: cada extremo de la bolsa debe ser amarrado con las correas de hule a los tubos de 12 a 18 pulgadas de tal forma que la bolsa quede sellada para proceder a llevar a cabo las pruebas para determinar si existen fugas o escapes. El extremo de la manguera de vinil se conecta al segmento de tubo galvanizado el cual es a su vez conectado al escape de un motor de combustión para inflar la bolsa y asegurarse de que no tenga rupturas. En el caso de haber orificios o fugas se debe sellar con parches.

Colocación de la válvula de seguridad: el recipiente de plástico vacío debe ser llenado con agua. Sobre la boca del recipiente se coloca un extremo de la T de una pulgada unida por medio de una reducción a un segmento de tubo PVC que penetra un máximo de 5 cm por debajo del nivel del agua del recipiente. A uno de los extremos sobrantes se coloca la manguera de vinil proveniente del biodigestor y sobre el otro extremo se conecta la tubería que distribuye el biogás hacia el quemador. La válvula de seguridad tiene la función de regular la cantidad de gas presente en la bolsa de tal forma que esta no se sobrecargue y explote.

Llenado de la bolsa con agua: siempre manteniendo la bolsa inflada se debe llenar gradualmente el interior de la misma con agua hasta alcanzar una proporción de 70% líquido y 30% gas. Este procedimiento se debe llevar a cabo con la llave de paso cerrada ya que el aire que contiene la bolsa debe salir por medio de la válvula de seguridad. Una vez que se haya realizado esta prueba y se haya determinado que no existen fugas, el biodigestor estará listo para funcionar. Finalmente se procede a realizar la instalación de la cañería de PVC para conducir el biogás hasta la plantilla, quemador o sistema de generación eléctrico.

Operación y mantenimiento

Las aguas residuales deben ser incorporadas al biodigestor en forma gradual asegurando que la fase líquida se mantenga en un 70% y la gaseosa en un 30%.

Control del pH: para que el proceso de fermentación anaeróbica de la materia orgánica se lleve a cabo en forma eficiente, es preciso que el pH se mantenga en un rango que va de 6.7 a 7.5. La acidez, que es uno de los problemas más

comunes de en estos sistemas, se puede solventar por medio de la incorporación de cal al biodigestor.

Relación Carbono:Nitrógeno: el carbono es el material del cual las bacterias se alimentan, mientras que el nitrógeno es el elemento que permite la adecuada reproducción y crecimiento de los microorganismos. En el caso de excretas de bovinos y porcinos, el contenido de nitrógeno es alto, lo cual puede alcalinizar la fase líquida y llegar a detener el proceso de descomposición. Por lo tanto, es recomendable hacer una combinación de material de diferentes fuentes con el fin de lograr una distribución adecuada en las proporciones de carbono y nitrógeno.

Nivel de temperatura: el proceso de descomposición anaeróbica ocurre en un amplio rango que va desde los 15 a los 60 grados centígrados. Sin embargo, los rangos en los que se da el proceso con mayor eficiencia son entre los 30 a 40 y los 55 a 60 grados centígrados. En vista de que la mayor tasa de descomposición ocurre entre esos rangos, es preciso asegurar que la adición de las aguas al biodigestor no se dé en forma completamente fría por lo que en lugares de clima templado es necesario entibiar el agua utilizando la misma energía del biodigestor.

Suministro de excretas: el suministro de excretas debe ser constante si se requiere producir biogás en forma permanente. Sin embargo, se debe evitar el exceso en la entrada de material para no sobrecargar el sistema.

Mantenimiento: al ser un sistema sencillo construido con materiales duraderos, el mantenimiento del biodigestor es mínimo. Sin embargo, es recomendable construir barreras para evitar la entra de animales. Es también recomendable realizar una revisión periódica de la bolsa y tapar orificios o fugas provocadas por diferentes factores. Estas fugas se pueden corregir por medio del uso de parches. En algunas ocasiones, se forma una película de material fibroso no digerido por las bacterias en la superficie de la fase líquida. Esta película se puede extraer del sistema ejerciendo presión con mucho cuidado sobre la bolsa cuando el biodigestor se encuentre libre de gas. Asimismo, es imprescindible asegurarse que la válvula de seguridad se encuentre libre de obstrucciones con el fin de evitar que se produzca una sobrecarga del sistema.

Permisos y regulaciones

Con el fin de cumplir con los requisitos sobre permisos de construcción para esta unidad, la administración debe elaborar los planos constructivos del sistema, los cuales deben ser certificados por el Colegio Federados de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (Asamblea Legislativa, 1966), visados por el Ministerio de Salud Pública (Asamblea Legislativa, 1973) y avalados por la Municipalidad según lo estipulado en la Ley de Construcciones 833 (Asamblea Legislativa, 1949).

Una vez que la unidad entre en operación, la administración del proyecto debe velar por cumplir con las normas y regulaciones sanitarias y fitosanitarias que sean impuestas por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Agricultura y Ganadería en cuanto a la higiene, el manejo de desechos y el control de enfermedades de la unidad de producción.

4.3.2 Componente hortícola

En la actualidad la producción hortícola de la finca de la Universidad de Georgia tiene lugar en un espacio de 4,753 metros cuadrados, en los cuales se lleva a cabo el cultivo de diversos productos en el suelo utilizando métodos de cultivo artesanales.

Con el objetivo de maximizar la productividad del espacio designado para las actividades hortícolas de la finca, se recomienda dividir el espacio disponible en dos unidades: la unidad de producción en invernadero con un espacio total de 704 metros cuadrados y la unidad de producción en suelo con un espacio de 4,049 metros cuadrados (J. Rodríguez, comunicación personal, septiembre 30, 2009).

4.3.2.1 Unidad para producción en invernadero

Descripción de la unidad

Esta unidad de producción consiste en dos invernaderos contiguos de 352 metros cuadrados cada uno (11x32 m) para un área total de 704 metros cuadrados en los cuales se pueden producir una variedad de cultivos que por sus requerimientos nutricionales y sensibilidad al clima de la zona, deben cultivarse bajo un sistema donde las variables ambientales sean controladas (M. Barahona, comunicación personal, diciembre 20, 2009). Los productos con un mayor potencial para la producción en este invernadero son apio, cebolla, chile dulce, culantro, lechuga, remolacha, repollo, tomate, vainica y zanahoria (J. Rodríguez, comunicación personal, diciembre 15, 2009). Se recomienda que el sistema de producción sea completamente orgánico para lo cual se debe utilizar el abono producido tanto en la finca pecuaria como en el sector el Nino. Asimismo, se recomienda la utilización de insumos y materiales alternativos para el manejo y tratamiento de plagas y enfermedades evitando el empleo de agentes químicos sintéticos. Las semillas y material vegetal deben ser, a medida de lo posible, producidos en la misma unidad o comprados localmente. Se debe promover el uso de variedades de cultivos naturales tratando de reducir el uso de productos modificados genéticamente los cuales tienen el potencial de causar daños al ambiente y a la salud de las personas (Schiappacasse & Frers, 2003).

Ubicación

Esta unidad productiva se localiza en el sector el Nino (ver figura 31)

Con base a las recomendaciones en cuanto a diseño proporcionadas por M. Barahona (comunicación personal, diciembre 20, 2009), y operación facilitadas por L. Carazo (comunicación personal, septiembre 25, 2009) así como a través de observaciones del autor junto con recomendaciones de J. Rodríguez

(comunicación personal, diciembre 15, 2009), la infraestructura y operación de la unidad productiva en invernadero debe contar con las siguientes características:

Infraestructura

Invernaderos: el sistema debe ser construido en dos edificios contiguos de 352 metros cuadrados cada uno (11x32 m) para un área total de 704 metros cuadrados (ver figura 23). La estructura del invernadero debe construirse con tubo galvanizado y la cubierta debe ser forrada con plástico de 90% de transparencia. La altura puede oscilar entre los 2.5 metros en su parte más baja y 3.5 metros en la parte más alta. Las secciones laterales deben ser recubiertas con cedazo antiáfidos.

El inmueble debe contener un área de germinación de 25 metros cuadrados en la cual es necesario instalar una mesa hecha de malla metálica para la colocación de los recipientes germinadores (ver figura 24). Se deben construir 3 estantes de tubo galvanizado para la instalación de cilindros plásticos utilizados en la producción de lechugas en tubo hidropónico en forma horizontal (ver figura 25). Asimismo, se debe preparar el sitio para la producción de tomate y chile dulce en bolsa colocando cable de acero y mecate en dos líneas respectivamente para que las plantas crezcan sobre ellas (ver figura 26). De igual forma, se debe acondicionar un área de 400 metros cuadrados para producir camas hechas de plástico negro con agujeros y rellenas de abono orgánico a como se muestra en la figura 27.

Todo el edificio debe estar equipado con un sistema flexible de riego por goteo para maximizar el uso de agua y mantener un nivel adecuado de humedad en el sustrato y así favorecer los requerimientos nutritivos de los cultivos.

Operación

La operación de esta unidad consiste en mantener una producción constante de diversos cultivos de tal forma que se logre satisfacer parte de la demanda de alimentos en el campus. Los diferentes segmentos pueden utilizarse para la

producción de cualquiera de los cultivos siempre y cuando se demuestre que haya eficiencia en la utilización de cada componente y del espacio. Se recomienda un adecuado manejo del sistema de riego para asegurar que el nivel de humedad sea el indicado de acuerdo a los requerimientos de cada cultivo. Asimismo, debe mantenerse un estricto control en la rotación de los sustratos de cultivo (abono orgánico) con el fin de asegurar que la calidad del mismo sea la apropiada. Por su parte, el manejo de los cultivos debe ser efectuado de forma natural y orgánica; para el control de plagas se recomienda la instalación de repelentes naturales y plantas atrayentes en el perímetro del invernadero y en caso de que hayan plagas que afecten las plantas se deben tratar de manejar con compuestos de origen natural como lo son la cal (en caso de hormigas) y de tés de plantas con propiedades plaguicidas en general. Lo anterior con el fin de proteger la salud de los trabajadores, así como del ambiente y los consumidores (FAO, 1999). En este sentido, se recomienda llevar a cabo investigación para elaborar compuestos efectivos en el manejo de plagas y enfermedades.



Figura 23. Diseño de los invernaderos del componente de producción hortícola en la finca integral del campus de la Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.



Figura 24. Área de germinación. Finca de producción hortícola. Universidad EARTH. 2009.



Figura 25. Producción de hortalizas en cilindros plásticos horizontales. Universidad EARTH. 2009.



Figura 26. Producción de tomate y chile dulce. Invernadero del Sr. Orlando Trejos. Monteverde. 2009.



Figura 27. Producción en suelo sobre sustrato orgánico. Universidad EARTH. 2009.

Permisos y regulaciones

Con el fin de cumplir con los requisitos sobre permisos de construcción para esta unidad, la administración debe elaborar los planos constructivos de los invernaderos, los cuales deben ser certificados por el Colegio Federados de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (Asamblea Legislativa, 1966), visados por el Ministerio de Salud Pública (Asamblea Legislativa, 1973) y avalados por la Municipalidad según lo estipulado en la Ley de Construcciones 833 (Asamblea Legislativa, 1949).

Una vez que la unidad entre en operación, la administración del proyecto debe velar por cumplir con las normas y regulaciones sanitarias que sean impuestas por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Agricultura y Ganadería en cuanto a la higiene, el manejo de desechos y el control de enfermedades de la unidad de producción. En todo caso, con respecto al manejo de los productos alimenticios derivados de la unidad, se establece como requisito que el personal a cargo de la unidad cuente con el respectivo entrenamiento y certificación para la adecuada manipulación de alimentos de acuerdo a lo estipulado en el Decreto Ejecutivo N° 24798-S del 13 de noviembre de 1995, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 8 del 11 de enero de 1996.

4.3.2.2 Unidad para producción en suelo

Descripción de la unidad

Esta unidad consiste en un área de 4,049 metros cuadrados distribuidos en el sector el Nino (1,629 metros cuadrados, ver figura 28), en el jardín que se encuentra detrás del Nino (1,320 metros cuadrados) y en el campus principal (1,100 metros cuadrados). De la cantidad total de terreno de esta unidad, 3,653 metros ya se encuentran ocupados con cultivos permanentes de bananos, plátanos, cuadrados y chayotes, en los cuales se recomienda mantener y mejorar aspectos de manejo y productividad. Los 396 metros cuadrados restantes

disponibles en el sector el Nino, se recomienda que sean utilizados para llevar a cabo la producción de cultivos resistentes a las condiciones climáticas del sitio y que posean sistemas radiculares profundos adaptables a las características del suelo de la zona tales como ajo, arracache, ñampí y tiquizque (J. Rodríguez, comunicación personal, diciembre 15, 2009). Asimismo, se deben aprovechar otros espacios en la finca, como lo son márgenes de los bananales y otras áreas abiertas para producir cucurbitáceas y enredaderas como lo son ayote, pepino y maracuyá (J. Rodríguez, comunicación personal, diciembre 15, 2009).

Ubicación

Esta unidad productiva se localiza en el sector el Nino y el campus principal (ver figura 31).

Operación y mantenimiento

Para efectos de sostener y preferiblemente aumentar la productividad del espacio para cultivos en el suelo, se recomienda la utilización de abono orgánico tanto proveniente de la unidad de producción de abono de la finca pecuaria como del que se pueda producir con residuos de cosecha, rastrojos y gallinaza dentro de esta misma unidad productiva. Se recomienda el uso del compost y del bokashi para abonar y preparar la tierra antes de cada rotación de cultivo. Asimismo, se recomienda utilizar parte del compost y/o bokashi para la producción de humus de lombriz de tal forma que pueda ser empleado para los procesos de germinación de cultivos (J. Rodríguez, comunicación personal, diciembre 15, 2009).

Por otra parte, se debe asegurar que el mantenimiento que se le brinda a los cultivos sea frecuente y adecuado. No se recomienda la fertilización con insumos sintéticos ni la utilización de productos químicos para el tratamiento de plagas y enfermedades ya que estos pueden causar efectos negativos sobre la salud y el ambiente (Miguez, 2005), por el contrario, se incentiva el uso de insumos orgánicos para el manejo general del sistema de producción y la instalación de

barreras vivas que ayuden a repeler los herbívoros (como por ejemplo, el zacate de limón y la citronella) o a desviar la atención hacia otro tipo de plantas más llamativas que no produzcan competencia con los cultivos (L. Carazo, comunicación personal, septiembre 25, 2009).

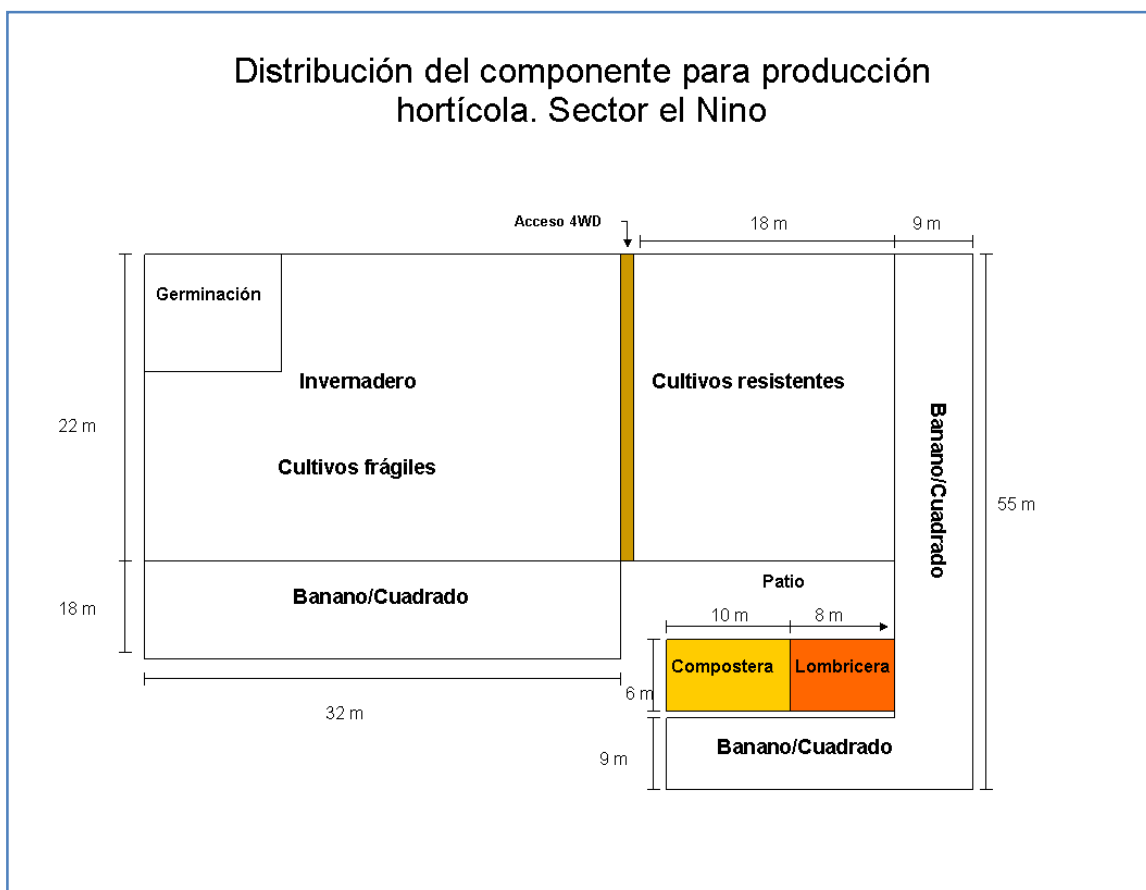


Figura 28. Distribución del componente para producción hortícola en la finca integral del campus de la Universidad de Georgia Costa Rica. Sector el Niño. 2009.

Permisos y regulaciones

Una vez que la unidad entre en operación, la administración del proyecto debe velar por cumplir con las normas y regulaciones sanitarias que sean impuestas por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Agricultura y Ganadería en cuanto a la

higiene, el manejo de desechos y el control de enfermedades de la unidad de producción. En todo caso, con respecto al manejo de los productos alimenticios derivados de la unidad, se establece como requisito que el personal a cargo de la unidad cuente con el respectivo entrenamiento y certificación para la adecuada manipulación de alimentos de acuerdo a lo estipulado en el Decreto Ejecutivo N° 24798-S del 13 de noviembre de 1995, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 8 del 11 de enero de 1996.

4.3.3 Sistema agroforestal demostrativo de café con sombra

Descripción de la unidad

Este componente consiste en el establecimiento de un sistema agroforestal demostrativo de 1,000 metros cuadrados para la producción de café bajo sombra de tal forma que se pueda representar el modelo productivo de café que se utiliza en la zona de San Luis de Monteverde, donde se combina la producción de café con árboles leguminosos, cítricos y diferentes variedades de cultivos menores como arracahe y ayote (ver figura 29) (G. Lobo, comunicación personal, noviembre 25, 2009).

Para la instalación del sistema agroforestal demostrativo, se recomienda cultivar el área designada con plantas de café obtenidas de almácigos locales. Las plántulas deben ser instaladas en pares y en callejones a una distancia de 1 metro entre plantas y 2 metros entre callejones, el número total de plántulas que se deben instalar es de 500 pares (G. Lobo, comunicación personal, noviembre 25, 2009).

Por su parte, los árboles proveedores de sombra deben instalarse entre los callejones a 25 metros de distancia uno de otro procurando evitar la competencia entre ellos (ver figura 30). El total de árboles que se recomiendan plantar dentro del sistema agroforestal son 16, de los cuales 6 deben cítricos y 10 leguminosos para mantener un balance en la sombra (J. Rodríguez, comunicación personal, diciembre 15, 2009). La cantidad y proporción de árboles para sombra puede

aumentar o disminuir conforme sea necesario, lo cual va a ser indicado por los niveles de producción de café y la incidencia de enfermedades relacionadas con exceso de humedad (G. Lobo, comunicación personal, noviembre 25, 2009). En este sentido, se debe tomar en cuenta que cabe la posibilidad de tener que llevar a cabo ajustes a los niveles de sombra según sea necesario, para lo cual será importante hacer investigación por medio de comparaciones de rendimiento con otros sistemas instalados en la zona.

Las especies para sombra que se recomiendan utilizar son Guaba (*Inga spp*) y Poró (*Erythrina spp*), estas especies están bien adaptadas al sitio y son ampliamente utilizadas para asegurar la fijación natural de nitrógeno en el suelo (L. Ramírez, comunicación personal, diciembre 15, 2009). Por su parte, se recomienda plantar árboles de naranja injertada dentro de la plantación para aprovechar la producción (J. Rodríguez, comunicación personal, diciembre 15, 2009). También se recomienda plantar una amplia variedad de cítricos en las cercas ubicadas a lo largo de los caminos de la finca para aprovechar su producción. De igual forma, se recomienda plantar leguminosas como cercas vivas para ser aprovechadas en la producción de abono orgánico (L. Carazo, comunicación personal, septiembre 25, 2009).

Para efectos de maximizar la utilización del espacio disponible entre los callejones de la plantación de café, se recomienda hacer pequeños sembradíos de otros cultivos como yuca, maíz, camote y papaya (J. Rodríguez, comunicación personal, diciembre 15, 2009).

Por otra parte, con el fin de lograr un óptimo desarrollo del sistema agroforestal se recomienda la instalación de rompe vientos a los márgenes de la unidad productiva de tal forma que se logre reducir la velocidad del viento prevaleciente en la zona de estudio (G. Lobo, comunicación personal, noviembre 25, 2009). Asimismo, se debe procurar un manejo completamente orgánico del esquema productivo por medio de la utilización de la misma materia orgánica producida por el sistema en forma de rastrojos y residuos de cosecha. De igual forma, se incentiva el uso del abono orgánico producido en la finca pecuaria para la fertilización del sistema así como la utilización de insumos orgánicos para el

control de plagas y el manejo de la sombra especialmente en el control de hongos con el fin de disminuir el riesgo de poner en peligro la salud de los trabajadores y de los consumidores finales de los productos (Miguez, 2005).

Ubicación

La ubicación de este componente es en el segmento denominado como sistema agroforestal (ver figura 31).

Preparación del sitio

Para efectos de lograr un establecimiento efectivo de la plantación de café y los árboles para sombra, es necesario realizar labores de preparación del terreno (J. Rodríguez, comunicación personal, diciembre 15, 2009). Estas labores incluyen la remoción del pasto estrella africana y de otras malezas presentes en el área del cultivo. Una vez que se hayan removido las malezas se debe procurar mejorar la estructura del suelo por medio de la incorporación de un arado mecánico ya que el área donde se recomienda instalar el sistema presenta un alto grado de compactación. El mismo tratamiento se le debe dar al terreno para la instalación de los pastos de corta y la morera, ya que estos lotes están ubicados en el mismo sector de producción que el sistema agroforestal.

Los árboles proveedores de sombra deben ser cultivados en el sitio y se recomienda llevar a cabo la propagación de las leguminosas por medio de estacas de al menos 1.5 metros de altura sobre el suelo. Los cítricos pueden ser producidos en el invernadero de especies forestales del campus. Se recomienda utilizar variedades injertadas (L. Ramírez, comunicación personal, diciembre 15, 2009).

Por otra parte, el rompe vientos debe ser instalado con anterioridad a la implementación del sistema agroforestal y los bancos de proteína de tal forma que para cuando estos sean instalados, ya el sistema de rompe vientos se encuentre en funcionamiento (L. Ramírez, comunicación personal, diciembre 15, 2009).

Operación

La operación de este sistema consiste básicamente en llevar a cabo las labores de mantenimiento, fertilización y cosecha de los productos.

Mantenimiento

Consiste en remover las plantas que puedan causar competencia con el café y los cultivos. También incluye las labores de manejo de plagas como la roya y el ojo de gallo, las cuales pueden ser suprimidas por medio del adecuado manejo de la sombra y el encalado de la plantación (G. Lobo, comunicación personal, noviembre 25, 2009). Es importante llevar a cabo las labores de poda tanto de las plantas de café como de los árboles proveedores de sombra para asegurar un adecuado nivel de producción del sistema. Asimismo, se recomienda implementar labores de fertilización periódica utilizando los mismos desechos de la unidad de producción así como por medio del uso de abonos orgánicos producidos en la finca.

Cosecha

Para que el café llegue al estado de madurez se requiere que la plantación tenga tres años de establecida. Una vez que entre en su etapa de producción, las plantas cosecharán por al menos 4 años a partir del cuarto año. El nivel de cosecha durante los 4 años de producción puede oscilar entre 400 y 500 kilogramos de café molido por año (G. Lobo, comunicación personal, noviembre 25, 2009). Luego de este periodo, es necesario llevar a cabo podas selectivas para incrementar la vida útil del cultivo y aprovechar el sistema radicular ya establecido.

La cosecha de los cítricos se podrán efectuar cuando los árboles se encuentren en producción aproximadamente a los 3 años de establecidos los injertos. Por su parte, los cultivos menores pueden ser cosechados de acuerdo a los ciclos

productivos de cada especie utilizada, los cuales en su mayoría son anuales (J. Rodríguez, comunicación personal, diciembre 15, 2009).



Figura 29. Sistema agroforestal de café con sombra. Parcela del Sr. Gilberth Lobo. Finca La Bella, San Luis de Monteverde. 2009.

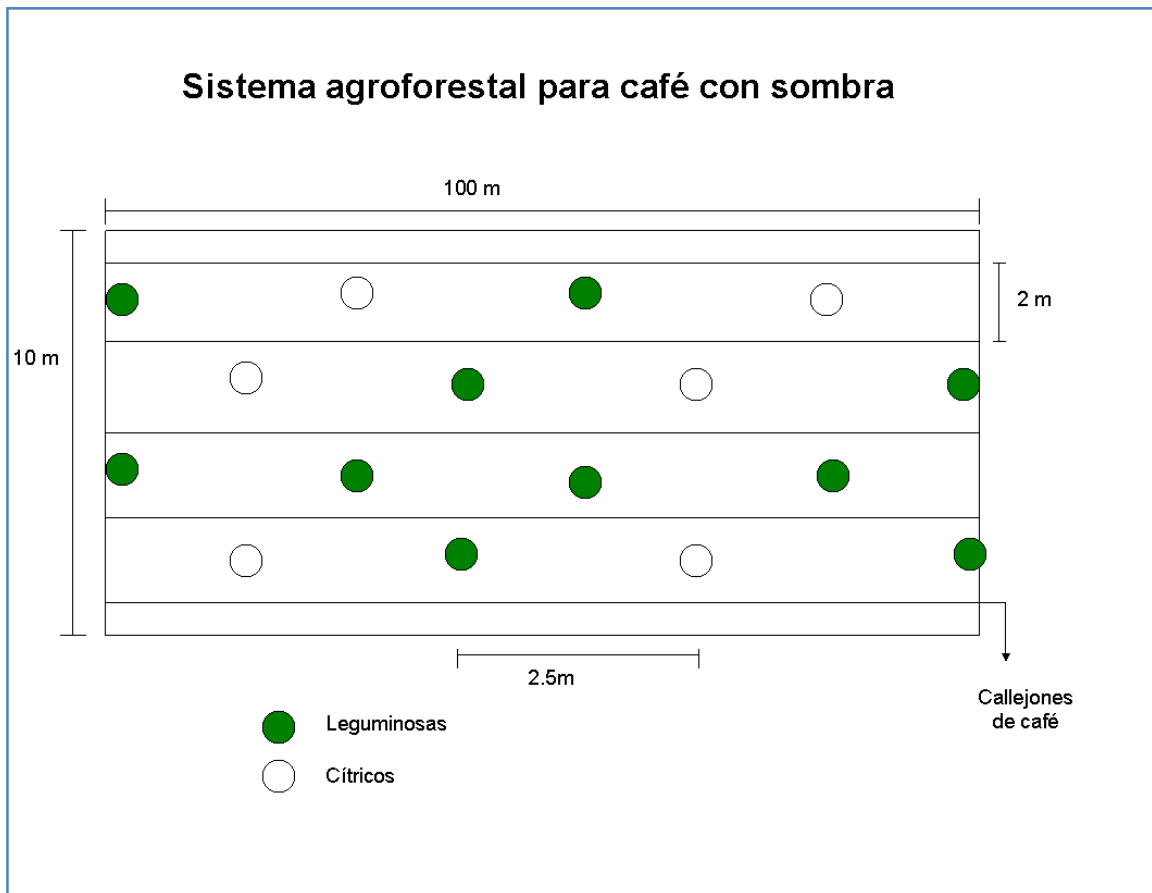


Figura 30. Diseño de la distribución del sistema agroforestal para café bajo sombra en la finca integral de la Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

Permisos y regulaciones

En cuanto la unidad entre en operación, la administración del proyecto debe velar por cumplir con las normas y regulaciones sanitarias que sean impuestas por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Agricultura y Ganadería en cuanto a la higiene, el manejo de desechos y el control de enfermedades de la unidad de producción. En todo caso, con respecto al manejo de los productos alimenticios derivados de la unidad, se establece como requisito que el personal a cargo de la unidad cuente con el respectivo entrenamiento y certificación para la adecuada manipulación de alimentos de acuerdo a lo estipulado en el Decreto Ejecutivo N° 24798-S del 13 de noviembre de 1995, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 8 del 11 de enero de 1996.

4.3.4 Unidad de investigación y extensión

Descripción de la unidad

Esta unidad es la encargada de administrar y coordinar el manejo y la producción del sistema integral agropecuario. Asimismo, tiene la responsabilidad de desarrollar de actividades de investigación y extensión comunitaria enfocadas en sistemas agropecuarios integrales. Se recomienda la división de la unidad en los siguientes programas:

Programa de administración

Este programa consiste en llevar a cabo la administración del sistema integral de tal forma que el mismo funcione de acuerdo a lo establecido por el personal administrativo del campus. Para lograr este objetivo, el coordinador de la unidad, quien será el responsable de todo el sistema de producción, deberá llevar a cabo labores de control, seguimiento, evaluación y ajustes del sistema de tal forma que este logre generar o sobrepasar los rendimientos esperados. Para lograr los objetivos, la unidad contará con la mano de obra necesaria para llevar a cabo las actividades así como con el apoyo de la gerencia general del campus para tomar las decisiones que favorezcan el alcance de las metas planteadas.

Programa de investigación

El objetivo de este programa es proponer y diseñar investigaciones que puedan ser desarrolladas en el campus sobre temas específicos relacionados a la actividad agropecuaria de la finca de la Universidad de Georgia y de la zona de Monteverde. Estas investigaciones podrán ser llevadas a cabo por estudiantes de pregrado (bachilleratos y licenciaturas) y postgrado (maestrías y doctorados) así como por profesores de la facultad e investigadores independientes.

Por medio de estas investigaciones, la universidad podrá aprovechar el potencial del esquema productivo para desarrollar información valiosa en cuanto al manejo de sistemas de producción sostenible en lugares montañosos. Esta información podrá ser transferida a las comunidades circunvecinas así como a otros lugares con condiciones fisiográficas similares a través del programa de capacitación y extensión.

De igual forma, se debe promover la apertura de oportunidades para desarrollar relaciones académicas con profesores, investigadores y estudiantes de universidades e instituciones locales como la Universidad EARTH, el CATIE, la UCR y la UNA, e internacionales como el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la Organización para Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en Inglés) y el Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) por medio de las cuales se puedan establecer proyectos de investigación y educación a través de los que se genere información valiosa sobre el manejo integral de recursos naturales en corredores biológicos.

Para efectos del financiamiento de los proyectos de investigación, la universidad en conjunto con sus estudiantes, investigadores y aliados estratégicos, deberán desarrollar propuestas para la adquisición de fondos ante organismos nacionales e internacionales como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y organizaciones privadas dedicadas a financiar proyectos para el mejoramiento del ambiente y del desarrollo humano como lo es la Fundación Costa Rica-Estados Unidos (CRUSA).

Programa de extensión

Este programa tiene la finalidad de desarrollar oportunidades tanto para percibir información de las comunidades acerca de sus necesidades de investigación y desarrollo agropecuario, así como para transferir conocimiento y tecnología sobre el manejo de recursos naturales y sistemas integrados de producción agropecuaria hacia los diferentes actores involucrados en el desarrollo integral del Corredor

Biológico Pájaro Campana y de otras comunidades con condiciones similares a la zona de influencia del corredor.

A través de este programa, existe la posibilidad de desarrollar actividades formales e informales de capacitación y apoyo técnico a los productores dentro del corredor biológico, las cuales pueden darse a través de giras, talleres y charlas en la finca demostrativa de la universidad, así como por medio de la visita a los diferentes proyectos de investigación y extensión que se desarrollen en el corredor biológico. Para efectos del financiamiento del programa de extensión, la unidad de investigación cuenta con un presupuesto operativo, el cual es generado a partir de los servicios que la misma unidad ofrece a estudiantes e investigadores. Es importante considerar que se debe procurar incluir el rubro de extensión y transferencia de tecnología en las propuestas de financiamiento para proyectos de investigación con la finalidad de brindar un mayor contenido económico al programa de extensión. Cabe resaltar que el incluir actividades de alcance comunitario en los proyectos de investigación, aumenta las posibilidades de que las propuestas sean más atractivas para las organizaciones que brindan el financiamiento.

Por su parte, en vista de que la unidad de investigación manejará un volumen significativo de información en cuanto a la operación de sistemas agropecuarios integrales, la unidad, a través del programa de extensión, podrá brindar asesorías y consultorías privadas a empresas interesadas en llevar a cabo actividades de producción integral. De esta forma, la unidad podrá contar con una cantidad mayor de recursos, los cuales pueden ser invertidos en el desarrollo de mejores oportunidades de servicio a las comunidades.

Programa de capacitación intensiva dirigido a estudiantes universitarios

Se propone la creación de un programa académico enfocado en agricultura tropical integral en la modalidad de 4 semanas para que sea impartido en el campus de la universidad todos los años. Este programa puede ir dirigido a estudiantes de agricultura de la Universidad de Georgia, así como a estudiantes

de otras universidades en carreras agrícolas tanto costarricenses como de Estados Unidos y de otras partes del mundo.

Se estima que podrían participar un promedio de 20 estudiantes por año en la modalidad de programa intensivo de 4 semanas en el cual durante 3 semanas los estudiantes estarían llevando cursos intensivos y haciendo trabajo práctico en el campus, mientras que 1 semana el curso puede enfocarse en giras a proyectos agropecuarios integrales como los de la Universidad EARTH.

Teniendo una cantidad de 20 estudiantes cada año como participantes de este programa, el mismo podría generar al menos 14,000 dólares anuales para el campus y 8,000 dólares por año para la unidad de investigación, cobrando a razón de 60 dólares por participante por día.

Programa de giras interpretativas al sistema de producción integral

Este programa consiste en la atención de grupos de estudiantes y usuarios del campus interesados en aprender sobre el funcionamiento del sistema de producción integral de la finca. Para lograr una adecuada implementación del programa, en primer lugar se debe construir un sistema de interpretación y una red de senderos que facilite el recorrido de los usuarios a través de las diferentes unidades productivas. Se propone que los recorridos sean encabezados por los guías de planta del campus, a los cuales se les brindará su respectiva capacitación. Asimismo, se recomienda el uso de piedra cuarta en los senderos y el mismo tipo de rotulación para exteriores que se utiliza en el campus central.

Se propone que las giras interpretativas tengan inicio en la finca pecuaria, pasando en primer instancia por las unidades de producción porcina y bovina, luego por la unidad de producción de abono orgánico y terminando este sector en la unidad de descontaminación productiva. Posteriormente, el recorrido debe continuar en el sistema agroforestal, donde se puede también visitar los bancos de proteína. El recorrido debe finalizar con una visita a la unidad de producción de gallinas ponedoras y a las unidades de producción hortícola. Los recorridos deben programarse para que tengan una duración de aproximadamente 4 horas. El

trayecto puede dar inicio a las 6:00 am con una visita a la lechería donde el visitante tendrá la oportunidad de ordeñar a mano. Luego de esta actividad, el guía puede continuar con un recorrido por el resto de la finca pecuaria hasta las 8:00 am cuando se sirva el desayuno en el campus principal. Seguidamente, la gira puede reiniciarse a las 9:00 am con el recorrido en el sistema agroforestal terminando alrededor de las 11:00 am en las unidades de producción hortícola.

Una vez que los visitantes hayan realizado el recorrido interpretativo con los guías de planta, ellos pueden optar por participar en forma individual en actividades propias de mantenimiento y operación de la finca para lo cual se deberá coordinar con anticipación siempre y cuando los interesados cumplan con las condiciones mínimas de aptitud física y seguridad.

Programa de voluntariado

Este programa consiste en la apertura de la finca para el recibimiento de voluntarios que deseen trabajar en labores agrícolas y aprender acerca del manejo integrado de sistemas agropecuarios. El programa se debe construir en función de brindar a los voluntarios la capacitación básica sobre el funcionamiento de una finca integral como la instalada en la Universidad de Georgia. Al final de la participación de cada voluntario se pueden emitir un certificado de participación para que la persona pueda utilizarlo como una referencia a su trabajo. Los costos del programa son estimados en US\$40 por día, con un mínimo de 15 días de participación. De los fondos generados por el programa, un 50% deben ser retribuidos a la unidad de investigación para su operación. El otro 50% debe ser retenido por el campus para cubrir los gastos de alimentación y hospedaje de los voluntarios. Se recomienda hospedar a los voluntarios con vecinos de la comunidad para evitar conflictos de ocupación en el campus y así generar una nueva fuente de ingresos para la comunidad.

Programa de seminarios y talleres profesionales

Este programa consiste en la organización de talleres, seminarios, conferencias y congresos en temas específicos relacionados a la producción agropecuaria los cuales deben ser efectuados en el campus de la universidad preferiblemente durante las épocas bajas de ocupación de estudiantes. Los invitados a estas actividades serán por un lado los conferencistas expertos quienes transmitirán el conocimiento a los participantes de la actividad, los cuales pagarán las cuotas respectivas de participación. De los fondos generados por este tipo de actividades, un mínimo de US\$2,000 deben ser transferidos a la unidad de investigación para financiar los costos de operación.

Coordinador del sistema de producción agropecuaria integral

Con el fin de asegurar que el establecimiento y la operación del sistema de producción integral de la finca de la Universidad de Georgia sea eficiente y efectiva, la universidad debe contratar a un ingeniero agrónomo o profesional afín al manejo integrado de recursos naturales que se encargue del manejo del sistema. Preferiblemente este profesional debería ser contratado antes de que inicien las labores de construcción de la finca integral para que el mismo sea quien haga las modificaciones al sistema propuesto y dirija las operaciones de establecimiento de las diferentes unidades. Una vez que el sistema esté construido y en operación, las principales funciones de este profesional deben ser las siguientes:

- Llevar a cabo la administración de la finca integral.
- Asegurar el apropiado funcionamiento de las unidades productivas de la finca integral, y mejorar la productividad de cada unidad a medida de lo posible.
- Identificar vacíos de investigación en las unidades agropecuarias tanto en la finca de la universidad como en otras operaciones de la zona de Monteverde y diseñar propuestas para que estudiantes universitarios

puedan llevar a cabo esas investigaciones a través del programa de pasantías así como llevar a cabo investigaciones a nivel de estudiantes de posgrado. Asimismo, diseñar sus propias investigaciones agronómicas sobre el sistema de producción instalado en función de mejorar deficiencias y producir información útil para el manejo de las diferentes unidades productivas.

- Coordinar el programa de extensión agrícola comunitaria.
- Coordinar el curso sobre agricultura tropical integral que se impartiría anualmente.
- Capacitar y evaluar a los guías de planta responsables de llevar a cabo las giras interpretativas en el sistema de producción integral.
- Coordinar el programa de voluntariado.
- Coordinar el programa de capacitación profesional.
- Buscar mecanismos alternativos para la generación de fondos adicionales para el financiamiento del programa, como por ejemplo la venta de servicios de consultoría a empresas privadas.

Ubicación

La oficina del programa puede ser ubicada en el edificio administrativo del campus de la universidad. El programa utilizaría los recursos propios del campus para llevar a cabo las investigaciones y las sesiones de capacitación.

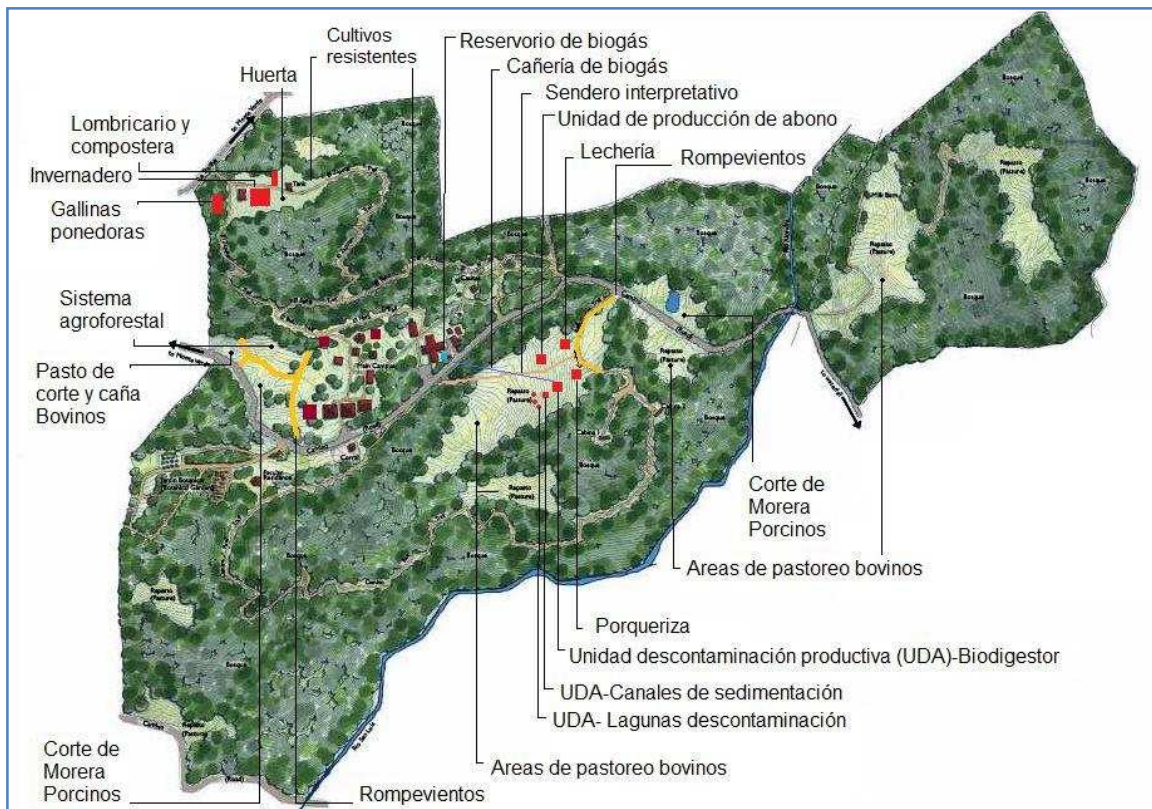


Figura 31. Esquema de distribución de las diferentes unidades productivas en la finca integral del campus de la Universidad de Georgia Costa Rica. 2009.

4.4 Análisis financiero

Basados en las características técnicas de cada una de las unidades de producción propuestas para el sistema integral de manejo en la finca de la Universidad de Georgia, a continuación se presentan los respectivos análisis financieros de cada una de las unidades por separado. Posteriormente, se presenta el análisis financiero del sistema productivo en forma conjunta y se determina la factibilidad financiera del sistema.

Para efectos de dichos análisis se ha utilizado una tasa de actualización de 11.26% anual, la cual representa el promedio de la inflación en los últimos nueve años (Central Intelligence Agency, 2009). Asimismo, los análisis han sido contruidos tomando el supuesto que la inversión inicial de cada una de las unidades se lleve a cabo durante el año calendario 2010.

Cabe hacer mención que en los flujos de caja no se considera la depreciación de los edificios como un rubro separado dentro de los costos de operación del sistema debido a que los inmuebles construidos según el diseño propuesto presentan las mejores características en cuanto a calidad y durabilidad de los materiales, por lo que se proyecta para cada uno de ellos una vida útil, con buenas condiciones de manejo, de no menos de 30 años. Asimismo, se han programado rubros presupuestarios para el mantenimiento de la infraestructura en las unidades productivas con el fin de compensar o al menos aminorar la depreciación de los edificios.

Por otra parte, los flujos de caja no incluyen pólizas de seguros contra incendios y otros desastres naturales, ya que este es un tema que la universidad deberá considerar cuando se ejecute la inversión. Sin embargo, los costos que representan los permisos de construcción sí están incluidos en los presupuestos respectivos de inversión de capital necesario.

4.4.1 Componente pecuario

4.4.1.1 Unidad de producción porcina semi-estabulada

Costo de inversión

El costo de inversión para esta unidad productiva consiste en la construcción de la porqueriza así como en la preparación del área de pastoreo y la instalación de los lotes de morera y caña de azúcar (ver cuadro7).

Producción de la unidad

El número total de cerdos que se aprovecharían en esta unidad productiva es de 10 cabezas por año con un peso promedio de 100 kilogramos por cerdo, para un total de 1000 kilogramos por año.

Análisis financiero

En el anexo 1 se presenta el flujo de caja básico para efectuar el análisis financiero de esta unidad. La inversión inicial ocurre en el año 1 (2010) y posteriormente se actualizan los costos y la producción en base anual, para así generar ingresos (déficits) brutos sobre los cuales se calculan los indicadores financieros.

Indicadores

Valor Actual Neto (VAN): (US\$18,827.19)

Tasa Interna de Retorno (TIR): NA

Relación Beneficio-Costo (B/C): 1.00

Interpretación

Utilizando los valores del VAN y TIR como indicadores del rendimiento financiero de la inversión, se logra interpretar que la unidad productiva no representa una inversión rentable para la universidad, esto por cuanto el VAN es negativo y la TIR es despreciable, con lo cual se interpreta que la inversión no genera una renta anual lo suficientemente competitiva. Sin embargo, como lo indica los flujos de caja anuales y la relación beneficio costo (B/C), la producción de la unidad logra cubrir los costos de operación. Por su parte, el capital invertido para desarrollar esta unidad tendrá un extenso periodo de recuperación ya que el rendimiento de la inversión es sumamente bajo.

Cuadro 7. Inversión inicial unidad de producción porcina semi estabulada. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Infraestructura	US\$
<i>Porqueriza</i>	
Materiales y equipos	8,377.01
Mano de obra	5,405.41
Permisos constructivos	1,584.98
Contingencias	1,234.10
<i>Total porqueriza</i>	<i>16,601.49</i>
<i>Pastoreo</i>	
Materiales y equipos	1,765.27
Mano de obra	450.45
Contingencias	221.57
<i>Total pastoreo</i>	<i>2,437.29</i>
<i>Lotes de morera</i>	
Materiales y equipos	630.63
Mano de obra	180.18
Contingencias	810.81
<i>Total lotes de morera</i>	<i>1,621.62</i>
<i>Lotes de caña</i>	
Materiales y equipos	198.20
Mano de obra	117.12
Contingencias	31.53
<i>Total lotes de caña</i>	<i>346.85</i>
Total inversión inicial	21,007.25

4.4.1.2 Unidad de producción bovino-lechero semi-estabulado

Inversión inicial

En el cuadro 8 se muestra la inversión inicial que requiere esta unidad de producción, la cual consiste básicamente en la construcción del corral y el edificio de ordeño, así como la preparación del área de pastoreo para el ganado.

Cuadro 8. Inversión inicial. Unidad de producción bovino-lechero semi estabulado. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Infraestructura	US\$
<i>Corral y establo</i>	
Materiales y equipos	17,732.05
Mano de obra	13,873.87
Permisos constructivos	3,634.68
Contingencias	3,160.00
<i>Total corral y establo</i>	<i>38,400.61</i>
<i>Pastoreo</i>	
Materiales y equipos	9,774.77
Mano de obra	900.90
Contingencias	1,067.57
Infraestructura	US\$
<i>Total pastoreo</i>	<i>11,743.24</i>
Total inversión inicial	50,143.85

Producción de la unidad

Se proyecta que la producción de esta unidad es de 23,944 litros de leche por año, produciendo 16.4 litros de leche por animal en lactancia por día. Esta cantidad de leche es suficiente para satisfacer la demanda anual en el campus generando un

remanente de más de la mitad de dicho consumo. De esta forma, al contemplarse un equipo de pasteurización en el presupuesto de inversión, la leche podrá ser procesada para producir otros alimentos derivados tales como queso, yogurt y natilla, lo cual le da un valor agregado a la unidad productiva.

Análisis financiero

En el anexo 2 se presenta el flujo de caja de esta unidad. El mismo está construido con datos sobre costos de mantenimiento de la unidad así como con resultados de la producción. Sobre estos datos se calculan los ingresos netos (déficits) de los cuales se derivan las variables financieras.

Indicadores

Valor Actual Neto (VAN): US\$13,968.73

Tasa Interna de Retorno (TIR): 17.08%

Relación Beneficio-Costo (B/C): 1.44

Interpretación

Todos los indicadores para esta unidad productiva muestran que la actividad de producción de leche es una inversión rentable para la universidad. Por su parte, la TIR indica que el rendimiento de la inversión está por encima de la tasa de inflación anual proyecta. De igual forma, la relación Beneficio Costo proyecta que los costos de operación de la unidad son efectivamente cubiertos por los ingresos que la misma produce, dejando un remanente de recursos que pueden ser reinvertidos en la unidad o bien utilizados para compensar los rendimientos más bajos que pueden proporcionar otras unidades. De acuerdo a los datos de rendimiento de la inversión, el principal del capital invertido puede ser recuperado en un plazo de 6 años.

4.4.1.3 Unidad de producción para gallinas ponedoras

Inversión inicial

En el cuadro 9 se presenta el detalle de la inversión inicial necesaria para el desarrollo de la unidad de producción para gallinas ponedoras, la cual consiste básicamente en la construcción de un gallinero y la preparación de un área de pastoreo para las aves.

Cuadro 9. Inversión inicial. Unidad de producción para gallinas ponedoras. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Infraestructura	US\$
<i>Gallinero</i>	
Materiales y equipos	11,970.40
Mano de obra	8,108.11
Permisos constructivos	2,309.03
Contingencias	2,007.85
<i>Total gallinero</i>	<i>24,395.38</i>
<i>Pastoreo</i>	
Materiales y equipos	639.64
Mano de obra	135.14
Contingencias	77.48
<i>Total pastoreo</i>	<i>852.25</i>
Total inversión inicial	25,247.64

Producción

La producción estimada de esta unidad es de 4 kilogramos de huevos diarios, los cuales se traducen a un total de 1,460 kilogramos por año.

Análisis financiero

En el anexo 3 se muestra el flujo de caja que se ha tomado como base para llevar a cabo el análisis financiero de esta unidad.

Indicadores

Valor Actual Neto (VAN): (US\$17,523.70)

Tasa Interna de Retorno (TIR): NA

Relación Beneficio-Costo (B/C): 1.14

Interpretación

Utilizando los indicadores financieros VAN y TIR, se puede predecir con confianza que la producción de huevos no es una actividad rentable para la Universidad de Georgia. Sin embargo, es importante destacar que la relación Beneficio/Costo sí muestra que una vez cubiertos los costos de inversión, la operación tiene la capacidad de generar los recursos suficientes para cubrir los gastos operativos de la unidad. El capital que se invierta en este proyecto (el principal) puede ser recuperado en un plazo de 13 años.

4.4.1.4 Unidad para producción de abono orgánico

Inversión inicial

En el cuadro 10 se presenta el detalle de la inversión inicial para el desarrollo de la unidad para la producción de abono orgánico, la cual consiste en la construcción de los edificios para elaborar los abonos en seco.

Cuadro 10. Inversión inicial. Unidad de producción abono. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Infraestructura	US\$
<i>Compostera finca pecuaria</i>	
Materiales y equipos	7,561.35
Mano de obra	4,864.86
Infraestructura	US\$
Permisos constructivos	1,429.01
Contingencias	1,242.62
<i>Total</i>	<i>15,097.85</i>
<i>Compostera finca el Nino</i>	
Materiales y equipos	4,996.74
Mano de obra	3,243.24
Contingencias	824.00
Permisos constructivos	947.60
<i>Total</i>	<i>10,011.58</i>
Total inversión inicial	25,109.43

Producción de la unidad

Evidentemente, esta unidad de producción es un componente vital para sistema de integración de la finca de la universidad ya que la misma proveerá el abono necesario para mantener los rendimientos esperados en cada una de las unidades productivas que requieran fertilización. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, es necesario llevar a cabo ensayos controlados para determinar la demanda total de abono que la finca requiere y así ajustar la producción a ese nivel de demanda.

El presente sistema de producción de abono tiene la capacidad de generar un total de 117 metros cúbicos de compost por año transformando 6 pilas de material

en abono cada 56 días y utilizando un factor de corrección del 50% del volumen total de materia orgánica incorporada a cada pila (ver cuadro 11). Por su parte, se estima que la producción de bokashi puede llegar a alcanzar 313 metros cúbicos por año, produciendo 6 pilas de abono cada 21 días y utilizando el mismo factor de corrección del volumen total de materia orgánica incorporada a cada pila. De acuerdo al nivel de producción de la unidad, estimado en un total de 430 metros cúbicos de abono orgánico por año, el sistema estará en capacidad de producir el material suficiente para proporcionar 116 metros cúbicos de abono por hectárea por año, cubriendo las 3.7 hectáreas de terreno que requieren fertilización en toda la unidad de producción.

Cuadro 11. Producción anual. Unidad de producción de abono. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Producción	Días de producción	Ciclos por año	Prod. por pila m3	Prod. por año	Prod. por año m3
Compost (4 pilas c/56 días) Finca Pecuaria	56.00	6.52	3.00	19.55	78.00
Bokashi (4 pilas c/21 días) Finca Pecuaria	21.00	17.38	3.00	52.14	209.00
Compost (2 pilas c/56 días) Nino	56.00	6.52	3.00	19.55	39.00
Bokashi (2 pilas c/21 días) Nino	21.00	17.38	3.00	52.14	104.00
Total					430.00

Análisis financiero

En el anexo 4 se presenta el detalle ingresos y gastos para esta unidad, sobre los cuales se calculan los rendimientos financieros.

Indicadores

Valor Actual Neto (VAN): (US\$2,596.55)

Tasa Interna de Retorno (TIR): 8.85%

Relación Beneficio-Costo (B/C): 4.88

Interpretación

A pesar de que la unidad no presenta una alta rentabilidad, y aunque la TIR sea menor al porcentaje de inflación promedio utilizado para el análisis, este proyecto muestra una factibilidad económica interesante ya que el nivel productivo de abono logra cubrir los gastos de producción, lo cual queda evidenciado con el indicador B/C. La inversión inicial para esta unidad (el principal) puede ser recuperada en un lapso de 8 años.

4.4.1.5 Unidad de descontaminación productiva

Inversión inicial

En el cuadro 12 se presentan los detalles para llevar a cabo la inversión inicial de la unidad de descontaminación productiva. Dicha inversión consiste básicamente en la instalación del biodigestor así como de los canales de sedimentación y las lagunas de descontaminación.

Cuadro 12. Inversión inicial. Unidad de descontaminación productiva. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Infraestructura	US\$
<i>Biodigestor</i>	
Materiales y equipos	4,214.33
Mano de obra	3,890.09
Contingencias	810.40
<i>Total</i>	<i>8,914.82</i>
<i>Canales de sedimentación</i>	
Materiales y equipos	1,265.23
Mano de obra	900.90
Contingencias	216.61
<i>Total</i>	<i>2,382.74</i>
<i>Lagunas de descontaminación</i>	
Materiales y equipos	812.61
Mano de obra	180.18
Contingencias	99.28
<i>Total</i>	<i>1,092.07</i>
<i>Consultoría para la construcción de la unidad</i>	2,000.00
Total inversión inicial	14,389.63

Producción de la unidad

La producción total de esta unidad de descontaminación, para efectos del presente estudio, es medida a partir de la producción de biogás y el equivalente al tiempo de cocción que se puede generar a partir de esa producción, la cual

representa 6,250 litros de biogás por día, cantidad suficiente para que una hornilla funcione por 20 horas, utilizando 300 litros de gas por hornilla y por hora. Al extrapolar este tiempo de cocción a una base anual, la cantidad total de biogás producida es suficiente para operar una hornilla por 7 300 horas al año, monto que representa un 60% del total de horas de utilización de gas licuado de petróleo durante un año en la cocina del campus, lo cual representa un ahorro de aproximadamente US\$1,014.41. El total de gas licuado de petróleo utilizado por año en el campus para la cocción de alimentos es de 29,990 libras, las cuales son utilizados en aproximadamente 12,000 horas y tienen un valor de US\$1,668.4.

Se requiere llevar a cabo proyectos de investigación para efectos de determinar la producción de bioabono y plantas acuáticas en del sistema de descontaminación productiva. Esta investigación puede ser potencialmente implementada por estudiantes de ingeniería agronómica.

Análisis financiero

El anexo 5 presenta los costos de mantenimiento y la producción anual proyectada para la operación de esta unidad. Sobre esos datos se calculan los indicadores de rendimiento financiero.

Indicadores

Valor Actual Neto (VAN): (US\$12,721.86)

Tasa Interna de Retorno (TIR): NA

Relación Beneficio-Costo (B/C): 1.02

Interpretación

Esta unidad de descontaminación no demuestra ser una inversión rentable para la Universidad de Georgia por sí sola. Sin embargo, tiene la ventaja de que la producción anual de biogás es suficiente para cubrir los costos de mantenimiento

de toda la unidad de descontaminación, la cual por regulaciones sanitarias y por ética debe construirse para procesar las aguas contaminadas provenientes de las unidades de producción porcina y bovina. Asimismo, el sistema tiene el potencial de aportar la energía para sustituir un 60% del tiempo en que se utiliza gas licuado de petróleo en la cocina delo campus, hecho que aumenta a la sostenibilidad de la operación y reduce la dependencia de la misma a las variaciones de los precios en mercado internacional del petróleo. El tiempo de recuperación de esta inversión es prolongado ya que el rendimiento de la actividad es significativamente bajo.

4.4.2 Componente hortícola

4.4.2.1 Unidad para producción en invernadero

Inversión inicial

En el cuadro 13 se presenta el detalle de la inversión necesaria para desarrollar la producción de hortalizas en invernadero. Esta inversión consiste básicamente en la construcción del edificio y el equipamiento del mismo.

Cuadro 13. Inversión inicial. Unidad de producción en invernadero. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Infraestructura	US\$
<i>Invernadero</i>	
Materiales, mano de obra y equipos	41,349.32
Permisos constructivos	4,755.17
Contingencias	4,134.93
Total	50,239.43

Producción de la unidad

Como se puede apreciar en el cuadro 14, la construcción y operación del invernadero permitiría generar la mayor parte de los productos enlistados en forma orgánica, lo cual representa un avance significativo hacia la sostenibilidad de la operación.

Cuadro 14. Producción anual. Unidad de producción en invernadero. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Producto	Producción estimada/año	% del consumo
Apio u (matas)	450.00	240.80
Cebolla kg	540.00	144.48
Chile dulce u	1,120.00	99.88
Culantro u (rollo)	1,800.00	160.53
Lechuga u	3,000.00	100.33
Remolacha kg	150.00	160.53
Repollo kg	240.00	85.61
Tomate kg	740.00	98.99
Vainica kg	900.00	80.26
Zanahoria kg	860.00	153.40

Análisis financiero

En el anexo 6 se presenta el detalle sobre gastos de producción de la operación del invernadero. Estos datos son utilizados para el cálculo del rendimiento financiero de esta unidad.

Indicadores

Valor Actual Neto (VAN): (US\$44,694.31)

Tasa Interna de Retorno (TIR): NA

Relación Beneficio-Costo (B/C): 1.01

Interpretación

Al igual que en los casos presentados anteriormente, esta unidad de producción no representa una inversión rentable para la universidad. Sin embargo, la operación sí logra producir el flujo de capital necesario para cubrir los costos operativos en base anual. Por su parte, el tiempo de recuperación de esta inversión es prolongado ya que el rendimiento de la actividad es significativamente bajo.

4.4.2.2 Unidad para producción en suelo

Inversión inicial

En vista de que la mayoría del área de producción en suelo se encuentra ya ocupada por diversos cultivos, la inversión inicial de esta unidad consiste en la adquisición de herramientas para el manejo de estos cultivos y de la huerta orgánica, así como la mejora en el mantenimiento del sistema productivo por medio de la inversión en mano de obra. Esta inversión tiene un costo aproximado de US\$5,820.00.

Producción de la unidad

Como se puede apreciar en el cuadro 15, la producción hortícola en el suelo representa un porcentaje significativo de la lista de productos que se pueden

cultivar al aire libre en la finca de la universidad, especialmente las musáceas como los bananos, plátanos y cuadrados.

Análisis financiero

En el anexo 7 se muestran los rendimientos de esta unidad productiva sobre los cuales se calculan los indicadores financieros para definir la rentabilidad del sistema.

Indicadores

Valor Actual Neto (VAN): (US\$21,634.41)

Tasa Interna de Retorno (TIR): NA

Relación Beneficio-Costo (B/C): 0.66

Cuadro 15. Producción anual. Unidad de producción en suelo. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Producto	Producción estimada/año	% del consumo
Ajo kg	26.00	13.91
Arracahe kg	300.00	40.13
Ayote kg	50.00	13.38
Banano u	15,000.00	334.45
Chayote u	500.00	22.30
Cuadrados u	16,000.00	71.35
Maracuyá kg	20.00	21.40
Nampí/tiquisque kg	30.00	32.11
Pepinos u	500.00	22.30
Plátanos u	2,000.00	267.56

Interpretación

Esta unidad productiva por sí sola, no genera los réditos suficientes para justificar la inversión inicial según la información que se puede derivar de los indicadores financieros. Esta condición se explica principalmente por el alto gasto en el rubro de mano de obra en la operación de la unidad.

4.4.3 Sistema agroforestal demostrativo de café con sombra

Inversión inicial

En el cuadro 16 se presenta el detalle de la inversión necesaria para construir el sistema agroforestal demostrativo, el cual consiste en la preparación del sitio, así como en la plantación del cafeto y de los árboles proveedores de sombra.

Cuadro 16. Inversión inicial. Sistema agroforestal demostrativo. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Infraestructura	US\$
<i>Sistema agroforestal</i>	
Preparación del sitio	630.63
Materiales e insumos	166.67
Contingencias	79.73
Total	877.03

Producción de la unidad

En el anexo 8 se puede apreciar la producción proyectada para el sistema agroforestal demostrativo de café con sombra. Nótese que la mayoría de productos son de cosecha anual, a excepción del café que produce hasta el tercer año de haber sido plantado (siendo la plantación en el 2010), al igual que las

naranjas. Por su parte, se estima que los árboles de papaya producirán después del segundo año de plantados.

Análisis financiero

En el anexo 9 se muestran los datos sobre ingresos y costos de operación de la unidad de producción. Sobre estos datos se calculan las variables financieras que determinan el rendimiento financiero del sistema.

Indicadores

Valor Actual Neto (VAN): (US\$2,991.23)

Tasa Interna de Retorno (TIR): NA

Relación Beneficio-Costo (B/C): 1.23

Interpretación

Desde el punto de vista financiero, es sistema no representa una inversión rentable. Sin embargo, la unidad sí cuenta con el potencial para cubrir los gastos operativos en base anual. El tiempo necesario para la recuperación de la inversión (el principal) es de 8 años.

4.4.4 Unidad de investigación y extensión

Inversión inicial

Como se puede apreciar en el cuadro 17, la inversión inicial de esta unidad consiste en la contratación de un ingeniero agrónomo o profesional afín para que realice las labores de supervisión en la ejecución de la inversión inicial del proyecto de integración de finca. Asimismo, se requiere un presupuesto para la

construcción de senderos y material interpretativo para llevar a cabo las actividades educativas a través de las diferentes unidades productivas.

Producción de la unidad

En el anexo 10, se puede apreciar la productividad económica esperada de la unidad de investigación y extensión. El objetivo es que los tres programas productivos económicamente, tengan la capacidad de generar los fondos suficientes para cubrir los costos operativos de todos los programas que llevará a cabo esta unidad.

Cuadro 17. Inversión inicial. Unidad de investigación y extensión. Universidad de Georgia. 2010.

Inversión inicial	US\$
Contratación de Ing. agrónomo por un año	18,000.00
Construcción de senderos	3,000.00
Rotulación e interpretación de unidades	3,000.00
Total inversión inicial	24,000.00

Análisis financiero

En el anexo 11 se presenta el flujo de caja anual que funciona como base para el cálculo de rendimientos financieros de la unidad productiva.

Indicadores

Valor Actual Neto (VAN): (US\$21,571.09)

Tasa Interna de Retorno (TIR): NA

Relación Beneficio-Costo (B/C): 1.00

Interpretación

Esta unidad no representa una inversión rentable para la universidad. Sin embargo, al igual que la mayoría de unidades anteriores, tiene la capacidad de generar los fondos suficientes para cubrir los gastos operativos. Es importante considerar que este segmento del sistema es un componente vital en la operación y administración de las diferentes unidades y en la misión de proveer información así como oportunidades de educación e investigación tanto a los habitantes de las comunidades circunvecinas como a los mismos estudiantes. En vista de que el rendimiento de la unidad es nulo, no se proyecta tiempo estimado para la recuperación del capital inicial.

4.4.5 Análisis conjunto de la finca integral

Inversión inicial

En el cuadro 18 se muestra la inversión inicial que representa el desarrollo del sistema integrado de manejo para la finca de la Universidad de Georgia.

Producción del sistema

En el anexo 12 se detallan los niveles de generación de ingresos de cada una de las unidades productivas.

Análisis financiero

En el anexo 13 se detalla el flujo de caja anualizado que se produce al combinar la producción total con los costos operativos unificados de cada una de las unidades. Sobre este flujo de caja se calculan las variables financieras utilizada para determinar la rentabilidad de sistema integral.

Indicadores

Valor Actual Neto (VAN): (US\$128,591.62)

Tasa Interna de Retorno (TIR): NA

Relación Beneficio-Costo (B/C): 1.11

Cuadro 18. Inversión inicial de la finca integrada. Universidad de Georgia Costa Rica. 2010.

Año	US\$
Inversión Inicial (año 2010)	
Unidad de producción porcina	21,007.25
Unidad de producción bovina	50,143.85
Unidad de producción ponedoras	25,247.64
Unidad de producción de abonos	25,109.43
Unidad de descontaminación productiva	14,389.63
Unidad de producción en invernaderos	50,239.43
Unidad de producción en suelos	5,820.00
Sistema agroforestal	3,970.23
Unidad de investigación y extensión	24,000.00
Total inversión inicial	219,927.46

Interpretación

De acuerdo a los datos mostrados en el anexo 13, y con base a los indicadores financieros VAN y TIR calculados, se logra interpretar que una vez que se reúnen las diferentes unidades de producción en un solo sistema para conformar la finca integrada de la Universidad de Georgia, la rentabilidad financiera del esquema productivo sigue siendo poco significativa, esto por cuanto el valor actual neto del proyecto es negativo y la tasa interna de retorno es despreciable. Sin embargo, sí

se demuestra por medio del flujo de caja proyectado y de la relación beneficio costo, que el sistema tiene la capacidad de generar los fondos suficientes, a través de la venta de productos al campus, para cubrir los gastos operativos de las diferentes unidades de producción e inclusive generar un superávit no despreciable anualmente, el cual es suficiente para lograr recuperar el capital inicial (sin los intereses) en un lapso de 13 años.

Cabe resaltar que la universidad, dada su naturaleza como organización sin fines de lucro, no necesita que la inversión en este sistema de producción sea altamente rentable desde el punto de vista financiero, sino más bien lo que busca es que el proyecto sea financieramente independiente y capaz de producir múltiples oportunidades para aumentar la sostenibilidad del campus, por lo que la inversión en el esquema productivo integral se justifica ya que el mismo tiene la capacidad de generar no solamente oportunidades para aumentar la autosuficiencia del campus cubriendo sus propios costos operativos, sino que también genera oportunidades valiosas de educación, investigación y proyección comunitaria que vienen a ayudar con el alcance de la misión integral de la institución.

Es importante hacer mención que el sistema de producción integral, además de ser financieramente independiente en términos de costos operativos anuales y de abrir una nueva gama de oportunidades para la universidad en el campo de producción sostenible, también tiene la ventaja que puede producir insumos de alta calidad a nivel local a un precio muy similar a los precios del mercado, con lo cual se logra disminuir la huella de carbono y el impacto ambiental de la operación. Asimismo, el sistema abre nuevas oportunidades de empleo para las personas de la comunidad de San Luis, con lo cual se amplía el impacto positivo de la operación del campus en la economía y sociedad local.

Por otra parte, cabe mencionar que el presente análisis ha sido elaborado tomando como supuesto que la universidad puede llevar a cabo la inversión inicial en el año 2010. Sin embargo, es importante considerar que a pesar de que existe la voluntad institucional para fomentar el proyecto, podría tomar cierto tiempo para que el mismo se ejecute ya que la organización necesita conseguir los fondos

suficientes para darle contenido económico al desarrollo del sistema. En este sentido, es imperativo resaltar que conforme se espere más tiempo para llevar a cabo el proyecto, más posibilidades existirán de que el monto de la inversión de capital sea mayor. Sin embargo, aun cuando esto suceda, se esperaría que la capacidad del sistema de ser operativamente autosuficiente, no varíe con el tiempo, ya que los niveles de producción y las características de los insumos derivados no cambiarían si el modelo productivo se implementa según las recomendaciones planteadas en el presente trabajo. Empero, sí se debe considerar que puede haber cambios desfavorables en los precios de los productos en el mercado, o cambios desproporcionados en los costos de producción de los alimentos a nivel local, lo cual podría generar una mayor o menor capacidad del esquema de producción para cubrir los costos de operación.

5 Conclusiones

- El valle de San Luis, localidad donde se encuentra circunscrita la operación del campus de la Universidad de Georgia, presenta condiciones geográficas, climatológicas, edafológicas y socioeconómicas apropiadas para el desarrollo de modelos agropecuarios productivos integrales ambientalmente sensibles y económicamente viables que pueden ser empleados para promover el desarrollo sostenible de la región de Monteverde.
- El esquema actual de producción agropecuaria en el campus de la Universidad de Georgia es representativo del modelo empleado en el resto del valle de San Luis, el cual se caracteriza por ser poco articulado así como financiera y ambientalmente ineficiente.
- La finca de la Universidad de Georgia posee las características necesarias para poder implementar un sistema de producción agropecuaria integral, el cual puede servir como un modelo de producción sostenible para el resto del valle y del Corredor Biológico Pájaro Campana. Este modelo tiene también la capacidad de aumentar la autosuficiencia y sostenibilidad alimentaria del campus y puede convertirse en una herramienta para colaborar con el cumplimiento de la misión de la institución de desarrollar oportunidades de investigación, educación y extensión comunitaria.
- A través del presente estudio, se ha logrado demostrar que es financieramente factible llevar a cabo la inversión de capital para el desarrollo del sistema de producción agropecuaria integral propuesto, ya que el esquema productivo es lo suficientemente robusto para cubrir los gastos operativos y generar un superávit en forma anual.
- La inversión inicial que la universidad debe realizar para desarrollar el sistema de producción integral es de US\$219,927.46 según cotizaciones elaboradas para el año 2010.

- El sistema productivo tiene la capacidad de generar el monto del capital de inversión inicial en un plazo mínimo de 13 años por medio de la acumulación del superávit producido anualmente.
- Es importante resaltar que a pesar de que el sistema tiene la capacidad de cubrir sus propios costos operativos en forma anual, el mismo no genera el flujo de caja suficiente para afrontar pagos a terceros por concepto de intereses, por lo que se recomienda el apoyo financiero de la universidad y/o de otras organizaciones para llevar a cabo la inversión de capital en forma de donación.
- El sistema de producción propuesto tiene la capacidad de generar el equivalente en dinero a un 51% de la cantidad total de recursos que se invierten en la compra de alimentos en el campus en forma anual.
- El costo de producción anual de los alimentos e insumos que se generan en el sistema productivo en los primeros años de implementación, es al menos un 7% mayor que el valor de esos mismos productos en el mercado. Sin embargo, conforme el sistema se desarrolla en los años subsecuentes, el costo de producción disminuye hasta llegar a ser un 3% mayor que el valor de los productos en el mercado. Empero, en términos financieros, el costo de producción del sistema siempre es menor que los ingresos generados por el mismo ya que el esquema deriva beneficios adicionales que no se producirían si los alimentos se adquirieran en el mercado, como es el caso del biogás, el abono orgánico y las oportunidades de educación e investigación.
- Es importante hacer hincapié en el hecho de que a pesar de que es relativamente más costoso producir los alimentos que comprarlos en el mercado, el producirlos en el sitio implica grandes ventajas económicas y estratégicas para el campus. En este sentido, se pueden citar las siguientes ventajas: a) la producción de los alimentos es a nivel local, lo cual beneficia la economía de la comunidad ya que se abrirían 4.5 nuevos empleos, b) al ser gran parte de los alimentos producidos localmente, se reduce la huella ambiental, y especialmente la huella de carbono de toda la operación, c) los

alimentos son producidos en forma natural y con el mínimo de insumos externos, lo cual genera beneficios en la salud de los trabajadores y de los consumidores así como del ambiente, d) la operación del sistema expone a la universidad ante una nueva gama de oportunidades para investigación, educación y extensión, hasta tal punto que el campus podría llegar a convertirse en un centro de investigación y extensión sobre el manejo de sistemas agropecuarios integrales en zonas montañosas tropicales, con lo cual se lograría plasmar en una forma más concreta la misión global de la Universidad de Georgia de servir al país y en especial apoyar el desarrollo sostenible en las comunidades circunvecinas que se encuentran dentro del Corredor Biológico Pájaro Campana.

- El desarrollo del sistema de producción agropecuaria integral representa una oportunidad estratégica vital para el campus de la Universidad de Georgia, ya que este nuevo componente diversifica las operaciones, aumenta la sostenibilidad global del proyecto y favorece el cumplimiento de la misión integral de la institución. En este sentido, la administración de la universidad tiene dos opciones para implementar el sistema: a) el desarrollo de los componentes del proyecto puede darse en etapas, construyendo el componente pecuario y la unidad de investigación y extensión en la primer etapa y el componente hortícola y el sistema agroforestal en la segunda etapa; b) el sistema de producción puede construirse en una sola etapa y entrar en funcionamiento en forma integral. En ambos casos la sostenibilidad financiera operativa es positiva ya que los costos de operación no sobrepasan los ingresos generados por las unidades productivas. Sin embargo, para efectos de amplificar los beneficios tangibles e intangibles del sistema de producción, lo recomendable es llevar a cabo la inversión en una sola etapa.

6 Recomendaciones

- Con base en la factibilidad técnica y financiera del sistema agropecuario de producción integral propuesto para el campus de la Universidad de Georgia, así como en la capacidad del sistema para aumentar la sostenibilidad y funcionalidad del campus, se recomienda llevar a cabo la inversión para la implementación de la propuesta a corto plazo.
- Se recomienda llevar a cabo una campaña para recibir donaciones y apoyo financiero por parte de donantes privados y organizaciones interesadas en colaborar con el proyecto para efectos de darle contenido económico a la inversión de capital necesaria para desarrollar los componentes del sistema de producción.
- Una vez que el sistema esté en funcionamiento, se recomienda llevar a cabo investigaciones que vallan en función de mejorar la eficiencia en el manejo del sistema y en el aumento de la productividad de cada una de las unidades.
- Para efectos de aumentar la sostenibilidad del sistema se recomienda identificar, evaluar y promover otras unidades productivas que puedan adaptarse a la escala y las condiciones del sitio de estudio.
- Con el fin de medir la productividad real del sistema productivo, se recomienda establecer una plataforma de contabilidad para llevar a cabo el control de los ingresos y los gastos generados en la operación.
- Para efectos de asegurar el rendimiento adecuado en las diferentes unidades productivas, se recomienda efectuar una supervisión estricta en la operación de cada una de las unidades tomando en cuenta las sugerencias y oportunidades de mejoras que puedan proporcionar expertos en el manejo agropecuario.
- Con el objetivo de mantener actualizado al profesional a cargo del proyecto y al personal que trabaja en las diferentes unidades en temas que pueden mejorar el rendimiento del sistema productivo, se recomienda programar

actividades de capacitación y actualización para que sean aprovechadas en el mejoramiento del esquema de producción.

7 Bibliografía

Asamblea Legislativa. (1949, Noviembre 4). Ley de Construcciones 833. Colección de leyes de 1949. Semestre II. Tomo II.

Asamblea Legislativa. (1966, Enero 10). Ley orgánica del Colegio Federados de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica 3663. *La Gaceta* N.3.

Asamblea Legislativa. (1973, Noviembre 24). Ley General de Salud. *La Gaceta*. N. 222.

Barrantes, A., Víquez, C., Taylor, Botero, R., Okumoto, S. (2005). Análisis de la capacidad productiva y adaptativa de dos líneas genéticas de gallinas ponedoras (sex link e isa brown) bajo un sistema de pastoreo en el trópico húmedo. *Tierra Tropical* (2006) 2 (2): 121-128.

Baumert, K., Herzog, T. & Pershing, J. (2005). Navigating the numbers: Greenhouse gas data and international climate policy. USA: World Resources Institute.

Benavides, J. (1998). Árboles y arbustos forrajeros: Una alternativa agroforestal para la ganadería. Memorias de conferencia electrónica FAO CIPAV sobre "Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica" (en línea). Costa Rica, CIPAV. Extraído el 15 oct. 2009 <http://www.lead.virtualcenter.org/es/ele/conferencia1/bnvdes23.htm>

Beteta, T. González, J.A. (2005). Construcciones y usos de biodigestores tubulares plásticos. Serie Técnica No 7. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 2005.

Beus, C, Dunlap, R. (1990). Conventional vs. alternative agriculture. The paradigmatic roots of the debate. *Rural Sociology* 55 (4).

Boney, A. (1984). *A Pictorial History of the University of Georgia*. University of Georgia Press. Extraído de la página web de la Universidad de Georgia el 12 de Enero del 2010: <http://www.uga.edu/profile/history.html>

Botero, R. & Hernández, C. (2006). Manejo productivo de excretas en sistemas ganaderos tropicales. Extraído el 05 de noviembre del sitio web de Ergonomix: http://www.engormix.com/manejo_productivo_excretas_sistemas_s_articulos_925_GDC.htm. Acceso 2 de Agosto del 2009.

Botero, R. (2009). Biogás a bajo costo en Costa Rica. BBC Mundo. Extraído el 07 de noviembre del 2009 de http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/forums/newsid_7937000/7937917.stm

Botero, R., Preston, T. (1987). *Biodigestores de bajo costo para la producción de combustible y fertilizantes a partir de excretas: Manual para su instalación, operación y utilización*. Guácimo: Universidad EARTH.

Boul, S.W., Southard, R.J., Graham, R.C. & McDaniel, P.A. (2003). *Soil Genesis and classification (Fifth Edition)*. Iowa: Blackwell Publishing Professional.

Central Intelligence Agency. (2009). *The World Factbook 2009*. Extraído el 27 de Enero del 2010 de la página web de la CIA: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>

Chará J. D. 1999. El potencial de las excretas porcinas para uso múltiple y los sistemas de descontaminación: Contaminación y reciclaje en la producción porcina. *Aspectos legales, técnicos y económicos*. *Colciencias*, 49-58.

CIPAV. (1995). Biodigestor plástico de flujo continuo, generador de gas y bioabono a partir de aguas servidas. Cali:CIPAV.

Collins, W., Qualset, C. (1998). Biodiversity in agroecosystems. Unites States: CRC Press.

Correa, C. (2006). Posibles factores nutricionales, alimenticios y metabólicos que limitan el uso del nitrógeno en la síntesis de proteínas lácteas en hatos lecheros de Antioquia. Livestock Research for Rural Development. Volumen 18, Artículo #43. Extraído Octubre 31, 2009 de <http://www.lrrd.org/lrrd18/3/corr18043.htm>

Cortés, G. (1994). Atlas agropecuario de Costa Rica. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Cuellar, P. (SF). Alimentación no convencional de cerdos mediante la utilización de recursos disponibles. Colombia: CIPAV. Extraído el 23 de Octubre del 2009. <http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/piedad.htm>.

Días, E.D; Kreling, J.C.; Botero, R.; Murillo, J.V. 2007. Evaluación de la productividad y del efluente de biodigestores suplementados con grasas residuales. Tierra Tropical (2007) 3 (2): 149-160.

Edwards, C., Lal, R., Madden, P., Miller, M., House, G. (1990). Sustainable agricultural systems. United States: Soil and water conservation society.

Esquivel, R. R; Méndez, M.D; Preston, T. R; Pedraza, O. G. 2002. Aspectos importantes al introducir biodigestores en explotaciones lecheras a pequeña escala. Livestock Research for Rural Development 14 (3) 2002. Extraído el 06 de noviembre del 2009 de <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/3/Viey143.htm>

FAO. (1999). La Agricultura orgánica. *Revista Enfoque*. Extraído de de la página web de la FAO el 12 de Enero del 2010: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp3.htm>

FEDENET. (2009). Proteína cruda en los pastos tropicales. Comunidad internet para la nutrición animal costarricense. Extraído el 30 de Octubre del 2009 del sitio web del Programa de registro y control de calidad de alimentos para animales, convenio MMAG-UCR: <http://www.feednet.ucr.ac.cr/bromatologia/pcpt.htm>

Fundación de Hogares Juveniles Campesinos. (2002). Manual agropecuario: Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. México:Ibalpe.

Haber, W.A., Zuchowski, W. & Bello, E. (2000). An introduction to cloud forest trees. Monteverde, Puntarenas: Mountain Gem Publications.

Holland, J. (2002). Integrated farming systems. Encyclopedia of Pest Management. United Kingdom: Marcel Dekker, Inc.

Holdridge, L. R. (1967). Life Zone Ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.

Holdrige, L.R. (1987). Ecología Basada en zonas de vida. San Jose, Costa Rica: IICA.

International Panel on Climate Change. (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio. Ginebra: IPCC.

Irwin, S. (2008). Financial Crisis Impact on Agriculture. Access News. University of Illinois. Extraído el 25 de enero del 2010 de la pagina web de la Universidad de Illinois: <http://www.aces.uiuc.edu/news/stories/news4531.html>.

Kimbrel, A. (2002). The fatal harvest reader: the tragedy of industrial agriculture. Unites States: Foundation for Deep Ecology.

Pimentel, D. et al. (1973). Food Production and the Energy Crisis. Science. Vol. 182. no. 4111.

Lal, R. (2006). Encyclopedia of soil science (Second edition). Boca Ratón, FL: Tylor & Francis Group.

Miguez, S. (2005). Los efectos de los agroquímicos y otros contaminantes en la salud. *Ecoportal*. Extraído de la página web de Ecoportal el 12 de Enero del 2010: http://www.ecoportal.net/Contenido/Contenidos/Eco-Noticias/Los_efectos_de_los_agroquimicos_y_otros_contaminantes_en_la_salud

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (1995). Metodología para la determinación de la capacidad de uso de Las Tierras de Costa Rica. San José, Costa Rica: MAG.

Muñoz, J.C & Vellojín, J.D. (2008). Diseño y evaluación de un sistema de producción de huevos con gallinas bajo pastoreo en el trópico húmedo. Extraído de la página web de la organización Cuenca Rural el 12 de Enero del 2010: <http://www.cuencarural.com/granja/avicultura/disenyo-y-evaluacion-de-un-sistema-de-produccion-de-huevos-con-gallinas-bajo-pastoreo-en-el-tropico-humedo/>

Nadkarni, N.M. & Wheelwright, N.T. (2000). Monteverde: Ecology and Conservation of a Tropical Cloud Forest. USA: Oxford University Press.

Niggli, U., Fließbach, A., Hepperly, P. and Scialabba, N. (2009). Low greenhouse gas agriculture: Mitigation and adaptation potential of sustainable farming systems. Rome: FAO.

Nimukunda, F., Botero, R., Yeomans, J. & Cortés G. (2006). Manual para la descripción y el mantenimiento del sistema de descontaminación productiva de las aguas residuales provenientes de las actividades pecuarias. *Tierra Tropical* (2006) 2 (1): A31-A55.

Ortiz, F. & García, M. (2003). Metodología de la investigación: el proceso y sus técnicas. México: Limusa.

Nair, P., Buresh, R.J., Mugendi, D.N., Latt, CR. (1999). Nutrient Cycling in Tropical Agroforestry Systems: Myths and Science. Extraído el 25 de Enero del 2010 de sitio web de CRNETBASE: www.crcnetbase.com

Rappo, E. (2008). Agricultura orgánica y comercio justo: estrategia de sobrevivencia para los pequeños productores rurales. Argentina: Ponencia en el IV congreso internacional de la red SIAL. Extraído el 25 de Enero del 2010 de la pagina web del INTA. www.inta.gov.ar

Rojas, J. (2001). Corredores Biológicos y hábitats marinos esenciales en Centroamérica [Versión electrónica]. *Revista Ambientico*. N. 95.

Rosset, P. (1997). La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. Agroecología y desarrollo. *Revista de CLADES*. Numero Especial 11/12 Noviembre 1997. Extraído del sitio web de la revista clades el 25 de enero del 2010 en: <http://www.clades.org/r11-art1.htm>

Sánchez, J. M. (2007). Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. Extraído de la página web del programa Feed de

la UCR el 1 de noviembre del 2009:
<http://www.feednet.ucr.ac.cr/bromatologia/Forrajes.pdf>

Sánchez, R. (2001, Abril 16). Biogás es una energía barata e interminable. El Nuevo Diario de Managua. Extraído el 11 de noviembre del 2009:
www.elnuevodiario.com.ni

Schiappacasse, E., Frers, C. (2003). Los alimentos modificados genéticamente: alimentos transgénicos. *Revista Interforum*. Extraído de la página web de la revista el 12 de enero del 2010:
<http://www.revistainterforum.com/espanol/articulos/101203Naturalmente-alimentos-geneticos.html>

SINATECC. (SF). Proyecto modelo gallinas ponedoras: parte técnica. Extraído del sitio web del Sistema Nacional de Apoyo Técnico a los Consejos Comunales en http://sinatecc.fides.gob.ve/bancoDocs/PROYECTO_GALLINAS_PONEDORAS2.pdf

UCR. (2005). Abono orgánico compost. Trabajo Comunal Universitario. Extraído de la página web de la Vicerrectoría de Acción Social de la UCR el 1 de Noviembre del 2009: http://www.accion-social.ucr.ac.cr/tcu/mas_info/aportes/compost.pdf

Vereijken, P. (1992). A methodic way to more sustainable farmingsystems. *Neth. J. Agric. Sci.* 1992 , 40, 209–223.

Weeks, M. (2009, Septiembre 9). Former associate dean of Franklin College returns to UGA as associate provost for international education. The University of Georgia News Bureau. Extraído el 18 de Septiembre, 2009 de http://www.uga.edu/news/artman/publish/09_09_09_Pandit.shtml

8 Anexos

Anexo 1. Flujo de caja (US\$). Unidad de producción porcina semi-estabulada. Universidad de Georgia Costa Rica.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión Inicial	(21,007.25)										
Costo de mantenimiento											
Mano de obra	3,364.50	3,743.35	4,164.85	4,633.81	5,155.57	5,736.09	6,381.98	7,100.59	7,900.11	8,789.67	9,779.38
Mant. de infraestruct y equipo	333.78	371.36	413.18	459.70	511.47	569.06	633.13	704.42	783.74	871.99	970.18
Cuidado animal veterinario	111.26	123.79	137.73	153.23	170.49	189.69	211.04	234.81	261.25	290.66	323.39
Compra de cerdos	801.87	892.16	992.62	1,104.39	1,228.75	1,367.10	1,521.04	1,692.31	1,882.86	2,094.87	2,330.75
Contingencia	494.52	550.20	612.15	681.08	757.77	843.10	938.03	1,043.65	1,161.17	1,291.91	1,437.38
Total costo de mantenimiento	5,105.93	5,680.86	6,320.53	7,032.22	7,824.05	8,705.03	9,685.22	10,775.78	11,989.13	13,339.10	14,841.09
Producción de la Unidad	5,111.95	5,687.55	6,327.97	7,040.50	7,833.26	8,715.28	9,696.62	10,788.46	12,003.25	13,354.81	14,858.56
Balance	(21,007.25)	6.69	7.44	8.28	9.21	10.25	11.40	12.69	14.12	15.71	17.48

Anexo 2. Flujo de caja (US\$). Unidad de producción bovino-lechero semi-estabulada. Universidad de Georgia Costa Rica.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión Inicial	(50,143.85)										
Costo de mantenimiento											
Mano de obra (5 hrs/día)		6,238.91	6,941.41	7,723.01	8,592.62	9,560.15	10,636.63	11,834.31	13,166.85	14,649.44	16,298.97
Mantenimiento infraestructura		371.36	413.18	459.70	511.47	569.06	633.13	704.42	783.74	871.99	970.18
Cuidado animal veterinario		495.15	550.91	612.94	681.95	758.74	844.18	939.23	1,044.99	1,162.65	1,293.57
Inseminación		267.65	297.79	331.32	368.62	410.13	456.31	507.69	564.86	628.46	699.23
Compra de vacas 1/año		1,237.88	1,377.26	1,532.34	1,704.89	1,896.86	2,110.44	2,348.08	2,612.47	2,906.64	3,233.92
Melaza 4380 kg/año		1,758.46	1,956.46	2,176.76	2,421.86	2,694.56	2,997.97	3,335.54	3,711.12	4,128.99	4,593.92
Pecutrin 17.52 kg/año		70.34	78.26	87.07	96.87	107.78	119.92	133.42	148.44	165.16	183.76
Urea 131.4 kg/año		93.78	104.34	116.09	129.17	143.71	159.89	177.90	197.93	220.21	245.01

<i>Cont. Anexo 2</i>	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Costo corriente eléctrica		618.94	688.63	766.17	852.44	948.43	1,055.22	1,174.04	1,306.24	1,453.32	1,616.96
Costo de uso del vehículo		4,456.36	4,958.15	5,516.44	6,137.59	6,828.68	7,597.59	8,453.08	9,404.90	10,463.89	11,642.12
Contingencias		1,115.25	1,240.82	1,380.54	1,535.99	1,708.94	1,901.37	2,115.46	2,353.66	2,618.68	2,913.55
Total Costo de mantenimiento		16,724.08	18,607.21	20,702.38	23,033.47	25,627.04	28,512.65	31,723.17	35,295.20	39,269.44	43,691.18
Producción de la Unidad		24,032.25	26,738.28	29,749.01	33,098.74	36,825.66	40,972.23	45,585.71	50,718.66	56,429.58	62,783.55
Balance	(50,143.85)	7,308.16	8,131.06	9,046.62	10,065.27	11,198.62	12,459.58	13,862.53	15,423.46	17,160.14	19,092.37

Anexo 3. Flujo de caja (US\$). Unidad de producción para gallinas ponedoras. Universidad de Georgia Costa Rica.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión Inicial	(25,247.64)										
Costo de mantenimiento											
Concentrado 2555 kg/año ponedoras		1,614.82	1,796.65	1,998.95	2,224.03	2,474.46	2,753.08	3,063.08	3,407.98	3,791.72	4,218.67
Concentrado 840 kg/año desarrollo		550.82	612.85	681.85	758.63	844.05	939.09	1,044.83	1,162.48	1,293.37	1,439.01
Pollas 70 unidades/año		281.03	312.68	347.88	387.06	430.64	479.13	533.08	593.10	659.88	734.19
Mortalidad 20 unidades/año		80.29	89.34	99.40	110.59	123.04	136.89	152.31	169.46	188.54	209.77
Mano de obra 1 hrs/día		1,355.48	1,508.10	1,677.92	1,866.85	2,077.06	2,310.93	2,571.14	2,860.66	3,182.77	3,541.15
Mantenimiento de la infraestructura		371.36	413.18	459.70	511.47	569.06	633.13	704.42	783.74	871.99	970.18
Contingencia		388.24	431.96	480.60	534.72	594.92	661.91	736.44	819.37	911.63	1,014.28

<i>Cont. anexo 3</i>	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Total Costo de mantenimiento		4,642.05	5,164.75	5,746.30	6,393.33	7,113.22	7,914.17	8,805.31	9,796.78	10,899.90	12,127.23
Producción de la Unidad		5,281.88	5,876.62	6,538.33	7,274.55	8,093.66	9,005.01	10,018.97	11,147.11	12,402.27	13,798.77
Balance	(25,247.64)	639.83	711.88	792.03	881.22	980.44	1,090.84	1,213.67	1,350.33	1,502.37	1,671.54

Anexo 4. Flujo de caja (US\$). Unidad de producción de abono. Universidad de Georgia Costa Rica.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión Inicial	(25,109.43)										
Costo de mant.											
Mano de obra (3 hrs/día)		3,208.58	3,569.87	3,971.84	4,419.06	4,916.65	5,470.27	6,086.22	6,771.53	7,534.00	8,382.33
Mantenimiento de infraestructura		618.94	688.63	766.17	852.44	948.43	1,055.22	1,174.04	1,306.24	1,453.32	1,616.96
Melaza 500 kg/año		200.74	223.34	248.49	276.47	307.60	342.23	380.77	423.64	471.35	524.42
Semolina		866.52	964.08	1,072.64	1,193.42	1,327.80	1,477.31	1,643.65	1,828.73	2,034.64	2,263.75
Carbón		866.52	964.08	1,072.64	1,193.42	1,327.80	1,477.31	1,643.65	1,828.73	2,034.64	2,263.75
Contingencias		488.96	544.02	605.28	673.43	749.26	833.62	927.49	1,031.93	1,148.12	1,277.40
Total Costo de mantenimiento		6,250.25	6,954.03	7,737.05	8,608.24	9,577.53	10,655.96	11,855.82	13,190.79	14,676.07	16,328.60
Prod. de la Unidad		8,722.50	9,704.66	10,797.40	12,013.19	13,365.88	14,870.87	16,545.33	18,408.34	20,481.12	22,787.29
Balance	(25,109.43)	2,472.25	2,750.63	3,060.35	3,404.95	3,788.34	4,214.91	4,689.51	5,217.55	5,805.04	6,458.69

Anexo 5. Flujo de caja (US\$). Unidad de descontaminación productiva. Universidad de Georgia Costa Rica.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión Inicial											
Costo de mantenimiento	(14,389.63)										
Mano de obra 1 hr/día		623.89	694.14	772.30	859.26	956.02	1,063.66	1,183.43	1,316.69	1,464.94	1,629.90
Mantenimiento de infraestructura		247.58	275.45	306.47	340.98	379.37	422.09	469.62	522.49	581.33	646.78
Materiales		247.58	275.45	306.47	340.98	379.37	422.09	469.62	522.49	581.33	646.78
Contingencias		111.90	124.50	138.52	154.12	171.48	190.78	212.27	236.17	262.76	292.35
Total Costo de mantenimiento		1,230.95	1,369.55	1,523.76	1,695.34	1,886.23	2,098.62	2,334.93	2,597.84	2,890.36	3,215.81
Producción de la Unidad		1,257.13	1,398.68	1,556.17	1,731.39	1,926.35	2,143.26	2,384.59	2,653.09	2,951.83	3,284.20
Balance	(14,389.63)	26.18	29.13	32.41	36.06	40.12	44.63	49.66	55.25	61.47	68.39

Anexo 6. Flujo de caja (US\$). Unidad de producción en invernadero. Universidad de Georgia Costa Rica.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión Inicial											
Costo de mantenimiento	(50,239.43)										
Mano de obra 7 hrs/día		6,613.24	7,357.89	8,186.39	9,108.18	10,133.76	11,274.82	12,544.37	13,956.87	15,528.41	17,276.91
Sustitución de plástico		221.04	245.92	273.62	304.42	338.70	376.84	419.27	466.48	519.01	577.45
Cilindros plásticos		61.89	68.86	76.62	85.24	94.84	105.52	117.40	130.62	145.33	161.70
Semilla		167.28	186.12	207.07	230.39	256.33	285.19	317.31	353.04	392.79	437.02
Mantenimiento del edificio		123.79	137.73	153.23	170.49	189.69	211.04	234.81	261.25	290.66	323.39
Insumos varios		123.79	137.73	153.23	170.49	189.69	211.04	234.81	261.25	290.66	323.39
Total Costo de mantenimiento		7,311.03	8,134.25	9,050.17	10,069.22	11,203.01	12,464.47	13,867.97	15,429.50	17,166.87	19,099.85

<i>Cont. Anexo 6</i>	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Producción de la Unidad		7,368.06	8,197.70	9,120.76	10,147.76	11,290.39	12,561.69	13,976.14	15,549.85	17,300.77	19,248.83
Balance	(50,239.43)	57.03	63.45	70.59	78.54	87.38	97.22	108.17	120.35	133.90	148.98

Anexo 7. Flujo de caja (US\$). Unidad de producción en suelo. Universidad de Georgia Costa Rica.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión Inicial	(5,820.00)										
Costo de mantenimiento											
Mano de obra 5hrs/día		5,347.64	5,949.78	6,619.73	7,365.11	8,194.42	9,117.11	10,143.70	11,285.88	12,556.66	13,970.55
Materiales e insumos		618.94	688.63	766.17	852.44	948.43	1,055.22	1,174.04	1,306.24	1,453.32	1,616.96
Total Costo de mantenimiento		5,966.58	6,638.41	7,385.90	8,217.55	9,142.85	10,172.33	11,317.73	12,592.11	14,009.98	15,587.51
Producción de la Unidad		3,936.03	4,379.23	4,872.33	5,420.95	6,031.35	6,710.48	7,466.08	8,306.76	9,242.11	10,282.77
Balance	(5,820.00)	(2,030.54)	(2,259.18)	(2,513.57)	(2,796.60)	(3,111.49)	(3,461.85)	(3,851.65)	(4,285.35)	(4,767.88)	(5,304.74)

Anexo 8. Producción del sistema. Sistema agroforestal demostrativo. Universidad de Georgia.

Producto/año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Café kg (molido)	-	-	100.00	400.00	400.00	400.00	200.00	200.00	100.00	200.00
Camote kg	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Elotes u	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
Limonos u	21,000.00	21,000.00	21,000.00	21,000.00	21,000.00	21,000.00	21,000.00	21,000.00	21,000.00	21,000.00
Naranjas u	-	-	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
Papaya kg	-	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Yuca kg	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00

Anexo 9. Flujo de caja (US\$). Sistema agroforestal demostrativo. Universidad de Georgia Costa Rica.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión Inicial	(3,970.23)										
Costo de mantenimiento											
Mano de obra 3hrs/día		3,208.58	3,569.87	3,971.84	4,419.06	4,916.65	5,470.27	6,086.22	6,771.53	7,534.00	8,382.33
Insumos		247.58	275.45	306.47	340.98	379.37	422.09	469.62	522.49	581.33	646.78
Otros		24.76	27.55	30.65	34.10	37.94	42.21	46.96	52.25	58.13	64.68
Contingencias		348.09	387.29	430.90	479.41	533.40	593.46	660.28	734.63	817.35	909.38
Total Costo de mantenimiento		3,829.01	4,260.15	4,739.85	5,273.55	5,867.35	6,528.02	7,263.07	8,080.90	8,990.80	10,003.17
Producción de la Unidad		2,035.38	2,309.24	3,825.50	7,758.18	8,631.75	9,603.69	7,469.68	8,310.76	7,256.43	10,287.72
Balance	(3,970.23)	(1,793.62)	(1,950.92)	(914.34)	2,484.63	2,764.40	3,075.67	206.61	229.87	(1,734.38)	284.55

Anexo 10. Producción de la unidad. Unidad de investigación y extensión. Universidad de Georgia Costa Rica.

Producción	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Programa académico	8,900.80	9,903.03	11,018.11	12,258.75	13,639.09	15,174.85	16,883.53	18,784.62	20,899.77	23,253.08	25,871.38
Programa voluntarios	13,351.20	14,854.55	16,527.17	18,388.13	20,458.63	22,762.27	25,325.30	28,176.93	31,349.65	34,879.62	38,807.07
Seminarios y talleres	2,225.20	2,475.76	2,754.53	3,064.69	3,409.77	3,793.71	4,220.88	4,696.16	5,224.94	5,813.27	6,467.85
Total	24,477.20	27,233.33	30,299.81	33,711.56	37,507.49	41,730.83	46,429.72	51,657.71	57,474.36	63,945.98	71,146.30

Anexo 11. Flujo de caja (US\$). Unidad de investigación y extensión. Universidad de Georgia Costa Rica.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión Inicial	(24,000.00)										
Costo de mantenimiento											
Salario de 1 profesional		22,281.82	24,790.75	27,582.19	30,687.94	34,143.41	37,987.95	42,265.40	47,024.48	52,319.44	58,210.61
Presupuesto operación		3,713.64	4,131.79	4,597.03	5,114.66	5,690.57	6,331.33	7,044.23	7,837.41	8,719.91	9,701.77
Mantenimiento de senderos		1,237.88	1,377.26	1,532.34	1,704.89	1,896.86	2,110.44	2,348.08	2,612.47	2,906.64	3,233.92
Total Costo de mantenimiento		27,233.33	30,299.81	33,711.56	37,507.49	41,730.83	46,429.72	51,657.71	57,474.36	63,945.98	71,146.30
Producción		27,233.33	30,299.81	33,711.56	37,507.49	41,730.83	46,429.72	51,657.71	57,474.36	63,945.98	71,146.30
Balance	(24,000.00)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 12. Producción de la finca integrada (US\$). Universidad de Georgia Costa Rica.

Producción	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Unidad de producción porcina	5,687.55	6,327.97	7,040.50	7,833.26	8,715.28	9,696.62	10,788.46	12,003.25	13,354.81	14,858.56
Unidad de producción bovina	24,032.25	26,738.28	29,749.01	33,098.74	36,825.66	40,972.23	45,585.71	50,718.66	56,429.58	62,783.55
Unidad de producción ponedoras	5,281.88	5,876.62	6,538.33	7,274.55	8,093.66	9,005.01	10,018.97	11,147.11	12,402.27	13,798.77
Unidad de producción de abonos	8,722.50	9,704.66	10,797.40	12,013.19	13,365.88	14,870.87	16,545.33	18,408.34	20,481.12	22,787.29
Unidad de descontaminación	1,257.13	1,398.68	1,556.17	1,731.39	1,926.35	2,143.26	2,384.59	2,653.09	2,951.83	3,284.20
Unidad de producción en invernaderos	7,368.06	8,197.70	9,120.76	10,147.76	11,290.39	12,561.69	13,976.14	15,549.85	17,300.77	19,248.83
Unidad de producción en suelos	3,936.03	4,379.23	4,872.33	5,420.95	6,031.35	6,710.48	7,466.08	8,306.76	9,242.11	10,282.77

<i>Cont. Anexo 12</i>	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Sistema agroforestal	2,035.38	2,309.24	3,825.50	7,758.18	8,631.75	9,603.69	7,469.68	8,310.76	7,256.43	10,287.72
Unidad de investigación y extensión	27,233.33	30,299.81	33,711.56	37,507.49	41,730.83	46,429.72	51,657.71	57,474.36	63,945.98	71,146.30
Total producción	85,554.11	95,232.18	107,211.57	122,785.51	136,611.16	151,993.57	165,892.67	184,572.19	203,364.88	228,477.98

Anexo 13. Flujo de caja (US\$). Finca integrada. Universidad de Georgia Costa Rica.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión Inicial	(219,927.46)										
Costos de mantenimiento		78,868.14	87,748.69	97,629.19	108,622.24	120,853.10	134,461.16	149,601.49	166,446.62	185,188.50	206,040.74
Total Producción		85,554.11	95,232.18	107,211.57	122,785.51	136,611.16	151,993.57	165,892.67	184,572.19	203,364.88	228,477.98
Balance	(219,927.46)	6,685.98	7,483.48	9,582.37	14,163.27	15,758.06	17,532.41	16,291.17	18,125.57	18,176.38	22,437.25

Anexo 14. Acta del proyecto Diseño y análisis técnico-financiero de un sistema agropecuario integral para el campus de la Universidad de Georgia en San Luis de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica.

Información principal y autorización de proyecto	
Fecha: 1 de Septiembre del 2009	Nombre de Proyecto: Diseño y análisis técnico-financiero de un sistema agropecuario integral para el campus de la Universidad de Georgia en San Luis de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica.
Consultor: Ing. Fabricio Camacho Céspedes	Supervisor: Dr. Quint Newcomer
Áreas de conocimiento / procesos: 1- Producción agropecuaria integral 2- Producción limpia en sistemas agropecuarios 3- Sistemas de descontaminación activa 4- Análisis financieros en sistemas agropecuarios	Área de aplicación (sector / actividad): 1- Sector agropecuario 2- Sector académico
Fecha de inicio del proyecto: 15 de Septiembre del 2009	Fecha tentativa de finalización del proyecto: 15 de Diciembre del 2009
Objetivos del proyecto (general y específicos):	
<p><i>Objetivo principal</i></p> <p>Diseñar y analizar técnica y financieramente un sistema agropecuario integral para el campus de la Universidad de Georgia ubicado en San Luis de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica.</p> <p><i>Objetivos específicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar un sistema agropecuario integral que se adapte a las características y necesidades del campus. • Evaluar las especificaciones técnicas del sistema propuesto. • Determinar el costo de la inversión que es necesaria para construir el sistema agropecuario propuesto. • Determinar el costo de operación del sistema. • Determinar el valor monetario de los beneficios directos e indirectos que producirá el sistema una vez que esté funcionando. 	

- Realizar un balance financiero utilizando los principales indicadores para determinar la rentabilidad del sistema y el tiempo de recuperación de la inversión.

Descripción del producto y entregables (relacionados con el objetivo general y específicos respectivamente):

- 1- Sistema agropecuario integral diseñado de acuerdo a las características y necesidades del campus.
- 2- Especificaciones técnicas que se deben considerar para el establecimiento del sistema.
- 3- Costo de inversión del sistema.
- 4- Costo de operación del sistema.
- 5- Valor monetario de los beneficios derivados del sistema.
- 6- Análisis financiero por medio del cual se determina la rentabilidad del sistema y el tiempo de recuperación de la inversión.

Necesidad del proyecto (lo que da origen):

El campus de la Universidad de Georgia cuenta con una pequeña operación agropecuaria, la cual se encuentra dispersa en diferentes sitios dentro de la propiedad, hecho que le impide a la institución diversificar las actividades productivas y generar un mayor porcentaje de los alimentos que se consumen en el campus.

En vista de que existe un potencial significativo para mejorar la productividad del componente agropecuario del campus, la administración de la institución tiene el objetivo de implementar una estrategia de integración en dicha operación con el fin de maximizar la productividad. De igual forma, se tiene como meta desarrollar actividades educativas y de investigación en torno al sistema agropecuario una vez que el mismo sea más funcional y se encuentre integrado.

En este sentido, la universidad pretende contar con un sistema agropecuario eficiente que sirva tanto para producir un porcentaje significativo de los alimentos que se consumen en el campus, así como para desarrollar cursos y capacitaciones dirigidas a estudiantes y vecinos de las comunidades aledañas que se encuentran dentro del Corredor Biológico Pájaro Campana. Asimismo, se pretende incentivar el desarrollo de investigaciones por parte de estudiantes y profesores por medio de las cuales se pueda generar información valiosa para el manejo y administración de dichos sistemas.

Evidentemente, para poder proceder con el plan de integración de la operación agropecuaria, la universidad necesita contar con un diseño del sistema de producción que mejor se adapte a las características y necesidades del campus. Asimismo, la administración necesita conocer en detalle los aspectos técnicos y financieros de dicho sistema para poder llevar a cabo el

planeamiento y la consecución de fondos para la ejecución del proyecto. En este sentido, el presente trabajo viene a solventar las necesidades primarias que enfrenta la universidad con respecto al diseño y las especificaciones técnicas y financieras que involucran la integración de la operación agropecuaria del campus.

Cabe resaltar que los datos que se produzcan a partir del este trabajo, servirán también como fundamento para futuras investigaciones e inclusive como insumo para la implementación de proyectos similares de integración agropecuaria que se deseen desarrollar en condiciones ambientales y socioeconómicas similares a las de Monteverde, por lo que se considera que el aporte de este estudio tiene aplicación tanto a escala local como regional.

Justificación de impacto (aporte y resultados esperados):

El presente trabajo facilitará a la Universidad de Georgia la información necesaria para que pueda hacer el planeamiento respectivo y la consecución de fondos para llevar a cabo el plan de integración de la operación agropecuaria del campus ya que el trabajo aportará el diseño del mejor sistema que puede instalar así como las especificaciones técnicas y financieras de dicho sistema.

Los aportes específicos serán los mismos derivados de los objetivos:

- 1- Sistema agropecuario integral diseñado de acuerdo a las características y necesidades del campus.
- 2- Especificaciones técnicas que se deben considerar para el establecimiento del sistema.
- 3- Costo de inversión del sistema.
- 4- Costo de operación del sistema.
- 5- Valor monetario de los beneficios derivados del sistema.
- 6- Análisis financiero por medio del cual se determina la rentabilidad del sistema y el tiempo de recuperación de la inversión.

Restricciones / limitantes / factores críticos de éxito:

- Disponibilidad de literatura sobre el tema de producción agropecuaria integral.
- Disponibilidad de los expertos en el tema para brindar información y referencias.
- Eficiencia en el levantamiento de información de campo.
- Eficiencia en el procesamiento de la información.

Identificación de grupos de interés (stakeholders):

Directos:

- Administradores de la Universidad de Georgia

- Facultad e investigadores de la Universidad de Georgia
- Estudiantes (pregrado y postgrado)
- Colaboradores del campus
- Vecinos de las comunidades aledañas y grupos organizados (Finca La Bella, Asociaciones de Desarrollo Integral, Comités Agrícolas Cantonales)

Indirectos:

- Instituciones gubernamentales de la zona de Monteverde (Municipalidad, MAG, MINAET, MINSA, ICE, AYA)
- Instituciones no gubernamentales de la zona de Monteverde (CCT, IMV, ACM)
- Personas independientes, negocios y otros grupos organizados