

**UNIVERSIDAD DE MATANZAS “CAMILO CIENFUEGOS”
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES “INDIO HATUEY”**

ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DEL BALANCE ENERGETICO Y FINANCIERO DE UN SISTEMA EN CONVERSIÓN AGROECOLOGICA



Autor: Ing. Lázaro Abreu Camejo

**Tutores: Dr C. Fernando Rafael Funes Monzote
 M Sc. Francisco Reyes Ocampo**

Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Pastos y Forrajes

Matanzas, julio 2011

Pensamiento

“Cambia el clima, se calientan los mares y la atmósfera, se contaminan el aire y las aguas, se erosionan los suelos, crecen los desiertos, desaparecen los bosques, escasean las aguas ¿Quién salvará nuestro planeta?”

Fidel Castro, 1998

Dedicatoria

Esta tesis es el fruto de años de dedicación y fidelidad al estudio y al trabajo siempre vinculado a las ciencias.

A mi madre por haber tenido la confianza necesaria y darme su apoyo cuando las cosas no hubieron de salir como se esperaban.

A mi compañera por permitirme, sin realizar reclamaciones, ocupar mi tiempo en estas tareas.

A mis hijos para que les sirva de ejemplo durante su trayectoria por la vida.

A mis amigos allegados, especialmente a Froilán.

Agradecimientos

- A la Revolución, que me permitió estudiar y prepararme como un profesional capacitado para contribuir al desarrollo del país.
- A mis tutores, por sus orientaciones en la conducción del material de tesis.
- Al General de Cuerpo de Ejército (r) Rigoberto García Fernández por haber encendido la llama de la agroecología en la empresa.
- A los integrantes del Comité Académico de la EEPF “Indio Hatuey”, quienes con sus sabias sugerencias y críticas oportunas, permitieron la mejor elaboración y presentación de esta tesis de maestría.
- A quienes trabajaron arduamente en la revisión de estilo, corrección y composición de todo el material de tesis.

Resumen

En los últimos 50 años, el municipio Jagüey Grande ha experimentado dos modelos fundamentales de agricultura: uno convencional de altos insumos, dirigido a la exportación y otro diversificado, de bajos insumos y enfocado en la autosuficiencia alimentaria. Desde inicios de la Revolución se fomentaron en esta región empresas agro-industriales exportadoras de cítricos y azúcar. Durante los últimos 20 años, siguiendo la política de reconversión agrícola, la Empresa Agropecuaria del MININT de Jagüey Grande ha contribuido sustancialmente a la diversificación de las producciones del territorio. El estudio se desarrolló en la finca “La Perla”, como parte de la estrategia de establecer un sistema diversificado e integrado de referencia y cubrir la demanda de las fuerzas del MININT. El objetivo principal de esta tesis fue realizar un análisis integral de los flujos energéticos y cuantificar diversos indicadores de eficiencia energética y financiera. Para ello se desarrolló un estudio en el que se aplicaron varias metodologías con enfoque sistémico y se emplearon programas computarizados como el Energía 3.01 y para el cálculo de la eficiencia energética y SEAMI para el análisis financiero. También se emplearon diversos métodos de cálculos para indicadores de eficiencia energética y productiva. Durante el periodo evaluado (2008-2010) la producción total se incrementó de 86,9 a 130 toneladas (47,5%) con una productividad energética de 23,6 a 41,2 GJ/ha/año (74,5%) y un aumento de 2,4 a 4 t/ha/año en la producción de proteína (66,6%). La eficiencia energética (salidas/entradas), aunque fue baja tiene una tendencia al aumento (0,13 a 0,16 MJ producido por MJ insumido). El fuerte componente pecuario (monogástricos) y el modelo productivo establecido, dependiente de insumos externos, así como las áreas agrícolas y de frutales aún en establecimiento, fueron una limitación para el incremento de la eficiencia energética. Los costos energéticos de la producción de proteína disminuyen de 74,4 a 63,52 MJ/kg, lo cual muestra que aún existen reservas de eficiencia que pueden ser utilizadas. Todos los indicadores económicos mejoraron durante el período evaluado. El total de ingresos aumentó de 348,1 a 605,9 miles de pesos a expensas de un incremento en los gastos de 224,6 a 399,4 miles de pesos, mientras que las utilidades se duplicaron. La relación beneficio costo se mantuvo estable, debido fundamentalmente a una parte de los gastos se incrementó, debido a que los salarios devengados por los trabajadores se triplicaron. Las metodologías empleadas permitieron demostrar la validez del modelo productivo propuesto e identificar mayores reservas productivas y de eficiencia energética y financiera. El estudio tiene una potencial aplicación para el diseño y evaluación de estrategias productivas sostenibles tanto en el sistema evaluado como en otras estructuras de la empresa agropecuaria del MININT.

Tabla de contenido

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Pensamiento ambiental de Fidel Castro Ruz	4
1.2 Consecuencias que provocan los modelos convencionales en el mundo y en Cuba	7
1.3 Manejo agroecológico	9
1.4 Energía y potencia. Leyes de la termodinámica	15
1.5 La agrobiodiversidad y sus servicios ecológicos	17
1.6 Eficiencia productiva de los sistemas agrícolas y pecuarios en la producción de alimentos	25
 CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	 28
2.1 Condiciones y características del sistema productivo	28
2.2 Características agroclimáticas	29
2.3 Descripción Socio económica de la zona	31
2.4 Análisis y diagnóstico agroproductivo del sistema	31
2.5 Captura de datos	32
2.6 Balance energético	32
2.7 Balance financiero	35
 CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 36
3.1 Indicadores de productividad	36
3.2 Indicadores de eficiencia energética	39
3.3 Indicadores de eficiencia financiera	43
 CONCLUSIONES	 45
RECOMENDACIONES	46
Bibliografía	47
Anexos	

INTRODUCCIÓN

Desde 1960 hasta nuestros días la producción agropecuaria en Cuba ha experimentado dos modelos extremos: uno convencional de altos insumos y dirigido a la exportación, y otro tradicional de bajos insumos dirigido a la autosuficiencia alimentaria. El municipio de Jagüey Grande, enclavado al sur de la provincia de Matanzas, no escapa a esta problemática. Así en la década del 60 surgieron empresas altamente dependiente de insumos y de alta tecnología importada del Campo Socialista de Europa del Este y otros países industrializados, que lograron una alta productividad del trabajo y una gran cantidad de tierra empleada como las Empresa de Cítricos Victoria de Girón, Combinado de Cítricos Héroes de Playa Girón, la industria azucarera y planes vianderos. Estos programas de desarrollo agrícola provocaron una fuerte emigración de la población rural hacia los poblados, unos ya existentes y otros creados con esta finalidad.

La deforestación de la vegetación tradicional fue alta, causando un impacto negativo en el medio ambiente, lo cual motivó una considerable reducción de la biodiversidad, fundamentalmente en aves y reptiles (CITMA, 1997). El uso en gran escala de fertilizantes químicos (15 000 t/año), herbicidas y pesticidas, causaron contaminación de las aguas subterráneas, propiciando incrementos de las tasas de enfermedades de tipo EDA y ERA (OLPP, 2010).

En 1990, con la llegada del Período Especial, surgieron muchas fincas pequeñas y medianas (seis o más cordeles), áreas de autoconsumo familiar donde se producía viandas, hortalizas, granos, frutas, aves y ganado menor de forma diversificada tomando como base las tradiciones de los campesinos. Al entregarse tierras mediante el Decreto Ley 259 desde mediados del año 2008, se fue creando la base para que esta integración alcanzara mayores proporciones, llegando entonces el surgimiento de un modelo emergente de producción diversificada e integrada de producciones agrícola-pecuarias en armonía con la naturaleza.

La agroecología es la aplicación de los principios de la ecología al diseño y manejo de sistemas agrícolas sustentables. Estudia y analiza los fenómenos que ocurren en un campo de cultivo como son las relaciones depredador/presa, malezas/plantación etc. y además si en estos sistemas agroecológicos interactúan plantas y animales, entonces se convierten en sistemas agroecológicos integrados y diversificados los cuales pueden

alcanzar una alta eficiencia y eficacia en la producción de alimentos. Además, los sistemas agroecológicos presentan una alta capacidad de recuperación después de haber sufrido la falta de algunos insumos o el paso de eventos climatológicos. Por ello, al convertir sistemas de altos insumos externos a otros agroecológicos de bajos insumos se puede lograr una producción de alimentos mucho más eficiente y estable, condiciones que necesita la agricultura cubana.

La propia Empresa de Cítricos Victoria de Girón es un ejemplo, al diversificar sus producciones y no depender del monocultivo, así integran los cítricos con mango, aguacate, guayaba, plátanos, hortalizas, ganado, todo en grandes proporciones (escala) y alcanzando una alta eficiencia.

La Empresa Agropecuaria del MININT en Jagüey Grande, desde sus inicios ha sido abanderada en las producciones mixtas, en sus granjas y fincas desde 1992. Siempre se ha tratado de integrar diferentes producciones lo cual ha sido un factor clave para alcanzar una alta eficiencia. Así es que puede observarse en cualquier área productiva la interacción de varias especies de plantas, animales e industria, creando un ciclo de producción semi-cerrado, donde unos componentes se sirven del otro. Esto lo demuestra el sistema contable empleado que es el conocido como “Contabilidad de Costos por Procesos” (Neuner, 1983).

A partir de estas condiciones la empresa adopta una serie de medidas para la sustitución paulatina, gradual y escalonada de insumos provenientes del exterior, debido a esto se intensifican las producciones de compost; Humus de lombriz; microorganismos eficientes, el uso de productos cuánticos en la lucha integrada de plagas y enfermedades tanto en la agricultura como en la ganadería, en la obtención de aceites esenciales, utilización de subproductos en la alimentación animal, mini agroindustria y la conversión a fincas agroecológicas diversificadas e integradas aumentando de esa forma su eficiencia productiva y financiera, la cantidad de personas a alimentar con sus producciones y su resiliencia.

Problema

¿Qué factores pueden explicar el impacto de las prácticas agroecológicas y medidas organizativas sobre una mejor utilización de los recursos disponibles, y cómo estos se comportan a través de un proceso de conversión?

Hipótesis

El balance energético de los sistemas agroecológicos diversificados e integrados a otros sistemas productivos y socioeconómicos destinados a la producción de alimentos, constituye una herramienta fundamental para diseñar estrategias de manejo agrícola y ganadero y tomar decisiones encaminadas a incrementar la productividad del trabajo, la mejor utilización de los recursos y energía, lo que mejorará la productividad y eficiencia del sistema a la vez que tiene un impacto positivo en la calidad de vida de los trabajadores.

Objetivo general

Realizar un análisis integral de los flujos energéticos y cuantificación de diversos indicadores de eficiencia energética y financiera en subsistemas del sistema agroecológico diversificado e integrado La Perla.

Objetivos específicos

- Caracterizar desde el punto de vista energético y financiero las entradas y salidas del sistema agroecológico.
- Realizar los balances tanto energético como financiero y evaluar la sostenibilidad del sistema a través de indicadores de su comportamiento energético.
- Proponer estrategias para lograr una mayor eficiencia energética y financiera para hacer al sistema menos frágil con respecto a los insumos que utiliza actualmente, así como obtener índices de referencia que sirvan como patrón para evaluaciones de otros sistemas en condiciones similares.

Capítulo I. Revisión bibliográfica

1.1 Pensamiento ambiental de Fidel Castro Ruz

En el libro *Cien horas con Fidel* del periodista Ignacio Ramonet, Fidel Castro Ruz, al declarar su costumbre a las imágenes y vida campesinas desde muy temprana edad, nos da a entender que ese sería el embrión de un pensamiento ambiental estrechamente ligado a las cuestiones políticas tanto locales como universales. Ayudado por su proverbial visión ha ido denunciando las malas prácticas a que ha sido sometida la naturaleza con la consiguiente ruptura de la armonía entre la actividad humana y el medio ambiente, así como a sus responsables.

En diferentes escenarios, con la agudeza, lógica y objetividad que le caracteriza, ha ido tocando y analizando los puntos esenciales de las causas que han propiciado esa ruptura. Ha cuestionado que todavía y a pesar de lo que está sucediendo en todas las latitudes, existen gobiernos y figuras sociales y políticas que aún no han interiorizado la ocurrencia de fenómenos ambientales irreversibles. El 25 de julio de 2010, en conferencia de prensa efectuada con personalidades de la cultura cubana y miembros de la Brigada “Pastores por la Paz”, se refirió a los aplausos que le ofrecieron el 12 de junio del 1992 en la “Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente” efectuada en Río de Janeiro, Brasil, cuando expresó la posible extinción de la especie humana. Para ejemplificar el desarrollo y evolución de este pensamiento exponemos cronológicamente a continuación algunos fragmentos de los mismos.

“En ese ambiente, desde muy temprano, me acostumbre a las imágenes y al trabajo del campo, a los árboles, a la caña de azúcar, a las aves, a los insectos...”

En: Ignacio Ramonet, Cien horas con Fidel

“...más de la mitad de las mejores tierras de producción cultivadas está en manos extranjeras... permanecen sin cultivar cerca de trescientas mil caballerías de tierras productivas... Si Cuba es un país eminentemente agrícola, si su población es en gran parte campesina, si la ciudad depende del campo, si el campo hizo la independencia, si la grandeza y prosperidad de nuestra nación depende de un campesinado saludable y vigoroso que ame y sepa cultivar la tierra, de un estado que lo proteja y lo oriente... Todo el mundo está de acuerdo en la necesidad de industrializar el país... Que hay que mejorar las crías y los cultivos.... Un gobierno revolucionario, después de asentar sobre sus parcelas con carácter de dueños a los cien mil agricultores pequeños que hoy paga rentas.... Desecando marismas y terrenos pantanosos, plantando enormes viveros y reservando zonas para la repoblación forestal...”

Fidel Castro Ruz, 1953. La Historia me Absolverá

“... el hombre transforma la naturaleza a medida que se desarrolla, a medida que crece su técnica; el hombre revoluciona la naturaleza, más la naturaleza tiene sus leyes, y la naturaleza no se puede revolucionar impunemente. Y es necesario considerar esas leyes como un conjunto, es necesario e imprescindible y vital no olvidar ninguna de esas leyes...”

Periódico Revolución, 23 de diciembre de 1964. Pág. 3. Honras fúnebres de André Voisin

“... sólo una utilización cada vez más racional de los recursos naturales... solo el socialismo puede salvar la humanidad de los peligros espantosos que la amenazan: agotamiento de los recursos naturales que son limitados, contaminación progresiva del medio ambiente, crecimiento descontrolado de la población, hambre desoladora y guerras catastróficas...”

Sesión solemne de Constitución de la Asamblea Nacional del Poder Popular, 8 de diciembre 1976

“...pasan rápido 20 años y (...) estamos conscientes de los problemas que esperan al mundo en las décadas futuras, en todos los sentidos, la población creciente que alcanza más de 6000 millones de habitantes, los problemas de alimentación, del agua, los recursos naturales, la contaminación, los problemas del subdesarrollo que se proyectan hacia los años futuros para una gran parte de la humanidad (...) pienso realmente que para el hombre enfrentarse a esos problemas será un reto muy serio, y creemos firmemente que nuestra juventud debe estar preparada para enfrentar ese reto...”

Acto de Clausura del V Congreso de la FEEM. Granma, 8 de diciembre de 1981. Pág. 2

“... Aunque se ha elevado la conciencia sobre la necesidad de proteger el medio ambiente, la lucha contra la contaminación ha tenido un avance lento y el aprovechamiento necesario de los residuales sólo se logra en un reducido número de instalaciones. Muchos de los sistemas de tratamiento no funcionan o lo hacen deficientemente, y muchas instalaciones nuevas, no concibieron las inversiones complementarias para este fin...”

Editora Política. C. Habana 4 de febrero 1986 Informe Central al III Congreso del PCC

“De este jardín tenemos que aprender los principios, las concepciones, el arte de combinar la naturaleza como se ha hecho aquí, para ir embelleciendo cada vez más nuestra tierra y para ir humanizando cada vez mas nuestra ciudad.”

Inauguración del Jardín Japonés. 26 de noviembre 1989

“Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de las condiciones naturales de vida: el hombre... Ahora tomamos conciencia de este problema cuando casi es tarde para impedirlo (...) Los bosques desaparecen, los desiertos se extienden, miles de millones de toneladas de tierra fértil van a parar cada año al mar. Numerosas especies se extinguen. La presión poblacional y la pobreza conducen a esfuerzos desesperados para sobrevivir aún a costa de la naturaleza. No es posible culpar de esto a los países del Tercer Mundo, colonias ayer, naciones explotadas y saqueadas hoy por un orden económico mundial injusto.”

Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Río de Janeiro. 12 de junio 1992

“¿Qué es lo que va a pasar con el medio ambiente? Cada día hay más problemas con la contaminación, cada día son más graves, cada día envenenan más las aguas y el aire; se calienta la atmósfera terrestre, suben las aguas, se multiplican las catástrofes naturales o grandes sequías que nos asolan, incluso al propio Estados Unidos lo azotó una sequía en los meses recientes, a China grandes inundaciones. Aumentan la intensidad y el número de ciclones que nos afectan. Y nadie sabe las consecuencias catastróficas, o se saben, desgraciadamente, pero no hay conciencia, en el seno del imperio ni de muchos países desarrollados, de estos problemas.”

*Acto central por el XLIII Aniversario de los asaltos a los cuarteles
Moncada y Carlos Manuel de Céspedes. Holguín. 26 de julio 1996*

“Cambia el clima, se calientan los mares y la atmósfera, se contaminan el aire y las aguas, se erosionan los suelos, crecen los desiertos, desaparecen los bosques, escasean las aguas ¿Quién salvará nuestro planeta?”

50 Aniversario de la OMS. 14 de mayo 1998

“Nuestro mundo caótico de hoy necesita orden para que la naturaleza no sea destruida.”

50 Aniversario de la OMC. 19 de mayo 1998

“Si vamos a hablar de ideología, hablemos de la ideología de salvar el mundo primero y perfeccionar el mundo, no después, sino cuanto antes mejor, y tratar de salvarlo y perfeccionarlo desde ahora. Cuando lo hayamos salvado lo podemos seguir perfeccionando mucho más.”

*Conferencia Magistral en la Universidad Autónoma de Santo Domingo,
Primada de América. República Dominicana. 24 de agosto 1998*

“Solo la ciencia, la técnica y la productividad por hectárea podrán enfrentar el grandioso desafío que tiene por delante un planeta que se empobrece y cuya tierra agrícola y agua potable disminuyen año por año.”

*Cena ofrecida a participantes en la Exposición de Productos
Agroalimentarios de los Estados Unidos. Ciudad de La Habana. 28 de
septiembre 2002*

“Uno de los proyectos más avasalladores que se han planteado de infraestructura, de apropiación de nuestra biodiversidad, es el Plan Puebla – Panamá, una estrategia no solo de apropiación de nuestros recursos, sino parte de una estrategia militar del imperio.”

Reflexiones. La Opinión Unánime. 16 de mayo 2007

“Los peligros para el medio ambiente y la especie humana eran un tema en el que venía meditando. Lo que no imaginé nunca era la inminencia del riesgo (...) Este último país, uno de los territorios más ricos en hidrocarburos, hoy sufre un gran déficit de petróleo y gas. Estos combustibles, decidió Bush, hay que extraerlos de los alimentos que se necesitan para los estómagos cada vez mas hambrientos de los pobres de la tierra.”

Reflexiones. Nadie quiere agarrar el toro por los cuernos. 22 de mayo 2007

“Hablé como ecológico, del cambio climático y la poca atención que le prestan al tema gran número de dirigentes de los países industrializados del mundo.... No se puede expresar con más claridad un peligro que se cierne sobre la humanidad (...) es evidente que un número de factores complican la situación del planeta. Se pueden enumerar varios: Crecimiento del consumo de petróleo. Escasez de alimentos por variadas causas. Sobre explotación de los mares y contaminación de sus especie. La idea macabra de convertir los alimentos en combustibles. Incapacidad del sistema económico dominante para el uso racional y eficiente de la ciencia y la técnica en la lucha contra plagas y enfermedades que agraden la vida humana, los animales y los cultivos que la sostienen. La necesidad de planes racionales de crecimiento familiar y de la sociedad en su conjunto. La ausencia casi general de educación en temas que son decisivos para la vida. Los riesgos reales que se derivan de las armas de exterminio masivo en manos irresponsables... ¿Hay remedios para estos peligros? Sí; conocerlos y asumirlos”

Reflexiones. Lula, Cuarta y Última parte. 31 de enero 2008

1.2 Consecuencias que provocan los modelos convencionales en el mundo y en Cuba

Es de esperar que estos modelos se estuvieran utilizando en los países capitalistas industrializados y el campo socialista, ambos en franca competencia por demostrar la superioridad de uno sobre el otro. Según Funes-Monzote (2009), citando datos originales de FAO (2006) la intensidad promedio de utilización de fertilizantes entre estos dos bloques fue de 1 700 kg/ha/año, se empleaban 1 tractor por cada 50 hectáreas y el 14% de la tierra agrícola estaba bajo riego. Bajo estos conceptos, la productividad del trabajo aumentó sustancialmente, sin embargo, con grandes gastos energéticos que no podían ser sostenidos por la economía cubana.

Toda esta tecnología, sustentada a base de altos insumos, trajo como consecuencia la compactación de los suelos, la contaminación de las aguas, la aparición de enfermedades cada vez más resistentes a los productos químicos, mutaciones de las bacterias, desertificación, huecos en la capa de ozono con el consiguiente aumento de enfermedades en la piel, aumento gradual de la temperatura ambiente, desaparición de miles de especies biológicas, mas hambre y por lo tanto más muertes por desnutrición hasta llegar a amenazar la existencia humana (Godfray et al., 2010).

Estas prácticas han motivado que millones de hectáreas de tierra hayan perdido su fertilidad convirtiéndolas en improductivas, la tala de árboles para activar zonas de cultivo no rinde el fruto esperado, logrando únicamente hacer más pequeño el pulmón del planeta aumentando la carga de CO₂. La fertilización indiscriminada ha traído como

resultado la disminución del agua potable y el uso irracional de pesticidas ha provocado la disminución de la fauna en grandes proporciones (Kimbrell, 2000).

Los países desarrollados, que agrupan el 35% de la población mundial aproximadamente, consumen el 75% de la energía producida en el mundo. Este consumo desmedido ha sido el responsable fundamental de la destrucción de los recursos naturales. Durante los primeros 30 años de la Revolución, en la agricultura cubana se empleó el modelo intensivo de producción agropecuaria, surgiendo en esta etapa grandes complejos agroindustriales, basados en tecnologías y formas utilizadas en los países que conformaban el CAME. Bajo estos conceptos en el municipio Jagüey Grande fue fundada la Empresa de Cítricos “Victoria de Girón” con 48300 hectáreas, empleando más de 800 tractores y cientos de otras máquinas agrícolas así como transporte automotor. El gasto energético sobrepasaba las 9 000 toneladas de combustible y los 50 Gwh/año (ECVG, 1990), así como una enorme cantidad de productos químicos de todo tipo. Esta situación se repetía en casi todos los municipios para los diferentes planes existentes, caña de azúcar, arroz, tabaco, plátanos, carne etc.

A la vuelta de aproximadamente 50 años, el municipio de Jagüey Grande presenta una situación no diferente a los males que se enfrentan en casi todo el planeta reconocidos por el CITMA (1997) en su Estrategia Nacional Ambiental:

- a) Degradación de los suelos
- b) Contaminación de las aguas
- c) Disminución del manto freático
- d) Pérdida de la Biodiversidad
- e) Deterioro de la cubierta boscosa
- f) Deterioro del hábitat humano

Esto ha traído como consecuencia altas tasas de enfermedades transmisibles (hepatitis, fiebre tifoidea, ITS, ERA etc.), el 66% de la población toma agua de pozos individuales con una baja calidad del agua potable, el 82% de la fauna y el 72% de la flora local presentan algún grado de afectación, así como bajos rendimientos agrícolas (OLPP, 2007).

1.3 Manejo agroecológico

Los ecosistemas naturales pueden ser útiles como modelos para diseñar sistemas agrícolas sustentables. Mediante la combinación de las producciones agrícolas y forestales, se puede alcanzar el mejoramiento de las diversas funciones y objetivos de la producción de los bosques y cultivos alimenticios. Existen ventajas ambientales, como también socio – económicas a partir de estos sistemas integrados (Wiersum, 1981).

Si a las ventajas descritas anteriormente, se les adiciona la producción ganadera, se mejora ostensiblemente la eficiencia energética del área así como se lograría un sistema natural en equilibrio, debido a la capacidad de estos sistemas de aprovechar los recursos disponibles.

De esta forma se pueden obtener mayores niveles de producción sin necesitar gran cantidad de recursos externos. Un ejemplo de esto es que el sector cooperativo-campesino en nuestro país se encuentra aportando el 65% de la producción agropecuaria global (Pagés, 2006), correspondiendo en su mayor parte a las pequeñas y medianas fincas cuyo sistema de producción se basa en la integración y la diversificación, con bajos insumos del exterior. Estudios realizados (Bello et al., 2009) demostraron que a mayor integración, el resultado productivo económico es mayor, a partir de la elevación de los indicadores de autosuficiencia por encima del 70 % (Tabla 1).

Tabla 1. Indicadores de autosuficiencia en sistemas agroecológicos .

Siglas	Indicador
C. P.	Área establecida con cultivos proteicos
P. C.	Productos comestibles para alimentación humana.
N. I. S.	Nivel de Integración del Sistema
A. F. O.	Aplicación de fertilizante orgánico
M. T.	Motivación hacia el trabajo
T. D.	Capacidad de toma de decisiones
E. F. T.	Estabilidad de la fuerza de trabajo
B. C.	Relación costo/beneficio

Entre las ventajas y los servicios ambientales que provee la ganadería en una finca integrada, podemos citar:

- Garantizan ingresos estables.
- Garantizan un eficiente reciclaje de nutrientes y energía.
- Garantizan un nivel de tracción para el transporte.
- El forraje destinado a su alimentación garantiza un alto grado de fijación del carbono.
- Los sistemas silvopastoriles fijan nitrógeno atmosférico el cual permite intensificar la producción.
- Empleo eficiente de recursos locales

Partiendo del precepto de que es necesario e imprescindible para la conservación del medio ambiente y de que los recursos naturales son limitados, se hace necesaria la utilización racional y eficiente de los recursos con que se cuenta en el ámbito local, aspecto demostrado en innumerables proyectos, experiencias y evidencias en las diferentes zonas geográficas del planeta.

Se han realizado múltiples experiencias y estudios que abarcan todas las escalas (grandes, medianas y pequeñas). En nuestro país el cual constituye el único en el mundo que ha experimentado un cambio dramático en la intensidad de la producción, ha servido de punto de partida para el desarrollo de una agricultura sostenible a escala nacional (Funes-Monzote, 2009), aspecto muy interesante para su estudio y análisis.

A partir de la década del 90 han sido introducidas y evaluadas por las instituciones científicas del país y por el propio sistema agrícola, innovaciones tecnológicas en todo el quehacer agropecuario de la nación, cubriendo todo el espectro de la vida agrícola y enfiladas fundamentalmente en la sustitución de insumos que no podían ni pueden ser adquiridos debido a la situación financiera que atraviesa el país.

El objetivo en común era y es el de obtener una mayor productividad de la tierra y de la fuerza de trabajo así como un aumento de la eficiencia energética y la rentabilidad económica, en ciudades y municipios se ensayaron para esto algunos modelos como son:

- Fincas Integradas diversificadas. Modelo productivo donde se combinan diferentes cultivos y animales, es uno de los más eficientes por las ventajas que ofrecen sus resultados.
- Fincas Orgánicas Sostenibles. Son netamente agrícolas (hortalizas) con fuerte utilización de los residuos de cosecha.
- Fincas Integrales de Frutales.
- Fincas Agroforestales. Integran las arbóreas y arbustivas con la ganadería.
- Fincas Pecuarias Integrales.

En estas áreas se han evaluado localmente las fuentes que sirven o pudieran servir para la sustitución de los insumos fundamentales, además de proponer acciones que pudieran transformar las relaciones de producción, cultura y la vida socioeconómica del lugar.

Cada localidad cuenta con fuentes que pueden emplearse para hacer más sustentables los sistemas productivos, algunas de ellas son:

- Los conocimientos científico – técnicos al alcance de la comunidad.
- Las instituciones científico – docentes con trabajos enrumados hacia la solución de la problemática.
- Instituciones políticas y estatales en los municipios.
- Disponibilidad de tierras con vocación agrícola.
- Tradiciones agrarias.

En la medida que se implemente como política el proceso de concertación e imbricación de estos diversos factores en un territorio para que se propicie la participación permanente, creadora y responsables de los habitantes involucrados en el proceso, el empleo de los recursos locales se tornará mucho más eficiente.

Esto se debe desarrollar sobre las bases de un fuerte compromiso social, económico y ambiental, entonces debe posibilitar la constante mejora de la calidad de vida del agricultor en general, debe ofrecer alimento suficiente a precios asequibles a todos los

sectores de la comunidad y debe minimizar la agresión al entorno, aportando a su constante recuperación (Cárdenas et al., 2009).

Teniendo estas premisas como sostén, podemos enumerar algunos ejemplos de proyectos y estudios realizados o en ejecución tanto en el país como fuera de él, donde se evidencia la diversidad de alternativas tecnológicas en el marco de la agroecología para su empleo en condiciones locales.

- **Manejo de bosques.** Concepción productiva de la agroforestería que partiendo de la cultura local incorpora conocimientos científicos modernos con el objetivo de obtener una producción forestal sustentable (Cárdenas y Martínez, 2009).
- **Reciclaje de nutrientes en Sistemas Suelo – Pasto – Animal.** Brinda conocimiento del balance NPK del suelo (Crespo y Rodríguez, 2009).
- **Manejo Integrado de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios.** Sirve para lograr adecuadas condiciones físicas, químicas y biológicas para que las plantas puedan desarrollarse adecuadamente (Sánchez et al., 2009).
- **Enfoques de Sistema en el manejo de plagas.** Alternativas tecnológicas para el manejo de plagas introduciendo nuevos componentes en la lucha contra las mismas (Vázquez, 2009).
- **Prácticas etnoveterinarias.** Pruebas y experiencias locales en la prevención y el tratamiento de enfermedades típicas del ganado (Contino y Funes-Monzote, 2009).
- **Biomasa como fuente renovable de energía.** Uso de plantas oleaginosas no comestibles para la producción de biocombustibles sin afectación de la producción de alimentos. El uso del piñón de botija (*Jatropha curcas*), nim (*Azadirachta indica*), marango (*Moringa oleifera*), higuera (*Ricinus communis*) y otras (Funes-Monzote et al., 2011).
- **Rescate de especies vegetales de interés alimentario y ornamental.** Rescate y multiplicación de especies que han sido exterminadas o en vías de desaparecer; cultivo de clones locales por medio de técnicas de laboratorio y aclimatación de vitroplantas y su posterior propagación en las áreas campesinas (Hernández et al., 2009).

- **Empleo de plantas medicinales multipropósito.** Capacitación de las familias como promotores de la medicina verde incluyendo producción a pequeña escala de drogas secas y jarabes elaborados a partir de plantas medicinales (Alcántara et al., 2009).
- **Utilización de residuos agrícolas e industriales como herramientas de sustentabilidad en la ganadería.** Por la diversidad y disponibilidad de estos recursos, pueden ser utilizados en la alimentación animal y así la ganadería serviría como una estrategia de descontaminación biológica donde se generen alimentos para el consumo humano con resultados sobresalientes (Merlos et al., 2009).
- **Ampliación de la diversidad de especies.** La ampliación de la diversidad de especies, trae como consecuencia un aumento de los indicadores de eficiencia agroecológica, como son la utilización de la tierra, productividad, sostenibilidad y resiliencia de los sistemas productivos (Funes-Monzote, 2009)
- **Utilización de marabú para la generación de electricidad en la industria azucarera.** Convertir esta planta invasora e indeseable, en una fuente de biomasa estable y beneficiosa para su uso como combustible renovable, controlando su proliferación y recuperando tierras para su cultivo (Leyva et al., 2009).
- **Empleo de los microorganismos nativos eficientes como alternativa para disminuir el impacto ambiental de los residuos.** Favorece la descomposición de la materia orgánica del suelo, controla plagas en los cultivos, tiene propiedades para la purificación del agua, disminuye los malos olores y se emplea para el control de moscas, así como actúa sobre la absorción de los nutrientes en el tracto intestinal de los monogástricos y en una mejor utilización y descomposición de la fibra en poligástricos. (EPPF-IH, 2010).
- **Contribución de las mujeres a la economía rural.** Aplicación de planes y programas a favor de la igualdad ya que la sociedad no ha permitido conocer a plenitud los aportes de las mujeres en el quehacer cotidiano, especialmente en el medio rural donde el trabajo femenino se ha centrado en tareas agrícolas, que asumidas en muchas ocasiones como parte del trabajo domestico y

desvinculadas del escenario mercantil, han contribuido a su invisibilidad laboral (García et al., 2009).

- **Producción de eco materiales para la vivienda.** Producción organizada a pequeña escala y con tecnología apropiada de materiales de construcción utilizando recursos locales con bajos costos de transportación y mínimo consumo de energía (Martirena, 2009).
- **Uso de abejas como indicador de la salud ambiental.** Determinación del efecto de *Melipona beecheii* y *Apis mellifera* sobre la producción y como indicadores de salud medioambiental en sistemas agroforestales pecuarios integrados y zonas urbanas (Fonte et al., 2009).
- **Rescate y conservación de especies autóctonas.** Para revertir el proceso de degradación y comenzar a transitar hacia la sostenibilidad, es necesario construir un modelo de desarrollo sostenible que requiere transformaciones útiles que incluyen las condiciones y estilo de vida, los procesos sociales y económicos con la priorización del conocimiento local, buscando conocer la historia de las comunidades incluso del medio ambiente (de Andrade, 2009).
- **Empleo de biofertilizantes sólidos y líquidos.** Impacto causado en la producción y el medio ambiente por el uso de biofertilizantes sólidos y líquidos producidos por la industria nacional (Pentón et al., 2009; Socorro M et al., 2009).
- **Reconversión energética y proteica de la producción bufalina en condiciones experimentales.** Integración efectiva de especies y cultivos con una intencionalidad y correcta percepción de riesgos y beneficios a través de cambios de paradigmas productivos (Galloso et al., 2009).
- **Uso de modelos de gestión para la toma de decisiones** Desarrollo de metodología para la implantación de un modelo de gestión diseñado para la actuación sostenible en unidades productivas con un enfoque holístico centrando su acción en la evaluación y mejora continua (Campos et al., 2009).

1.4 Energía y potencia. Leyes de la termodinámica

Energía

Es la capacidad de un sistema físico para realizar trabajo (Capacidad que tienen los sistemas de cambiar sus propiedades o las de otros sistemas). La materia posee energía como resultado de su movimiento o de su posición con relación a las fuerzas que actúan sobre ella. La radiación electromagnética posee energía que depende de su frecuencia y por tanto de su longitud de onda, esta energía se comunica a la materia cuando absorbe radiación y se recibe de la materia cuando emite radiación. La energía asociada al movimiento se conoce como energía cinética, mientras que la relacionada con la posición se denomina como energía potencial.

Todas las formas de energía pueden convertirse en otras formas mediante determinados procesos. En el proceso de transformación puede perderse o ganarse una forma de energía, pero la suma total permanece constante. Por lo tanto, la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma, concepto que se conoce como principio de conservación de la energía. Este principio constituye uno de los pilares básicos de la mecánica clásica y solo se cumple en eventos que ocurren a velocidades inferiores a la velocidad de la luz. Cuando las velocidades comienzan a aproximarse a 300 000 km/s, la materia puede transformarse en energía y viceversa (Teoría de la Relatividad).

La bioenergética estudia los procesos mediante los cuales las células vivas utilizan, almacenan y liberan energía. El componente principal es la transformación de la energía de una forma a otra. Todas las células transforman energía, por ejemplo, las células vegetales utilizan la luz solar para obtener carbohidratos (azúcares y almidón) a partir de mecanismos bioquímicos. A través del proceso conocido como fotosíntesis, la energía solar se convierte en energía química de reserva (biomasa). Si estos carbohidratos son ingeridos por un animal se produce su ruptura y su energía química se transforma en movimiento (energía cinética), calor corporal o nuevos enlaces químicos ej. Trifosfato de adenosina (Salsbury y Ross, 1992).

En toda esta serie de transformaciones, existe una pérdida de energía hacia el medio ambiente, generalmente en forma de calor, la cual no puede generar trabajo útil, debido a que ha sido liberada y con el tiempo tiende a un desorden mayor por lo que incrementa su entropía. La constante afluencia de energía solar es necesaria para la supervivencia de todas las plantas y animales de la tierra.

Potencia

Es el trabajo o transferencia de energía realizada en una unidad de tiempo. El trabajo es igual a la fuerza aplicada para mover un objeto multiplicada por la distancia a la que el objeto se desplaza en la dirección de la fuerza. La potencia mide la rapidez con que se realiza ese trabajo. En términos matemáticos la potencia es igual al trabajo realizado dividido entre el intervalo de tiempo a lo largo del cual se efectúa dicho trabajo.

La potencia siempre se expresa en unidades de energía divididas entre unidades de tiempo. En el SI la unidad de potencia es el vatio que equivale a la potencia necesaria para efectuar 1 julio de trabajo por segundo, tradicionalmente se utiliza el CV (caballo de vapor) que equivale a 746 vatios aproximadamente.

Termodinámica

Es el campo de la física que describe y relaciona las propiedades físicas de la materia de los sistemas macroscópicos, así como sus intercambios energéticos. Los principios que la rigen revisten gran importancia para todas las ramas de la ciencia y la ingeniería.

El estado de un sistema macroscópico se puede describir mediante propiedades medibles como son la temperatura, la presión o el volumen y se conocen como variables de estado. Se pueden identificar y relacionar entre sí otras variables termodinámicas como son la densidad, el calor específico, la compresibilidad o el coeficiente de dilatación con los cuales se obtiene una descripción más completa de un sistema y su relación con el entorno.

Estas variables se pueden clasificar en dos grandes grupos:

Variables extensivas: dependen de la cantidad de materia del sistema.

Variables intensivas: independientes de la cantidad de materia del sistema.

Cuando un sistema microscópico pasa de un estado de equilibrio a otro, tiene lugar un proceso termodinámico, cuyas leyes fueron descubiertas en el siglo XIX.

Primer principio de la termodinámica

Este primer principio da una definición precisa del calor; cuando un sistema se pone en contacto con otro más frío que el, tiene lugar un proceso de igualación de las

temperaturas de ambos. Por lo tanto este principio define al calor como una forma de energía que se puede convertir en trabajo o almacenarse, pero no es una sustancia material.

El primer principio es una ley de conservación de la energía y afirma que la energía no puede crearse ni destruirse por lo que la cantidad de energía transferida a un sistema en forma de calor mas la cantidad transferida en forma de trabajo debe ser igual al aumento de la energía interna del sistema. El calor y el trabajo son los mecanismos de intercambio de energía entre los sistemas.

Segundo principio de la termodinámica

La segunda ley de la termodinámica da una definición precisa de una propiedad llamada entropía. La entropía se puede considerar como una medida de lo próximo o no que se halla un sistema al equilibrio. También se puede considerar como una medida del desorden espacial y térmico del sistema. Esta ley afirma que la entropía de un sistema aislado nunca puede decrecer, por lo tanto cuando un sistema aislado alcanza una configuración de máxima entropía ya no puede experimentar cambios, ha alcanzado el equilibrio. Además en el proceso de transferencia de la energía, se producen pérdidas por lo que la eficiencia de este nunca será del 100 por ciento.

1.5 La agrobiodiversidad y sus servicios ecológicos

Se ha comprobado en Cuba y en el resto del planeta, que los sistemas diversificados agro ecológicos pueden generar producciones con alta eficiencia biológica, productiva, económica, energética y ambiental, conservando los recursos naturales, sin degradar suelos, reduciendo la contaminación ambiental y suministrando alimentos sanos y abundantes para la población (Pretty, 2006; Funes-Monzote, 2009 y De Shutter, 2010).

La crisis económica que persiste en el planeta ha reducido el acceso a los productos químicos y concentrados y por otra parte se ha ganado conciencia de la necesidad de disminuir la dependencia de insumos externos y del impacto ambiental negativo de las prácticas convencionales. Por ello cada vez se promueven más en el mundo prácticas más sostenibles, siendo la diversificación agroecológica la más practicada debido a los servicios ambientales que aporta y su bajo costo en insumos.

Uno de estos servicios es la elevada eficiencia que presenta en el uso de factores biológicos en el área en cuestión como son la reposición de la actividad trófica, reponiendo y aumentando el nivel de microorganismos en las capas activas del suelo, por lo cual se mejora el intercambio del mismo con las plantas elevando la calidad y cantidad de nutrientes utilizados por las mismas; otro es el control de plagas que se produce mediante un equilibrio natural al mantenerse una alta diversidad biológica lo cual le proporciona mayor estabilidad al sistema (Vázquez, 2009 y Valdés et al., 2011).

Alta eficiencia productiva y económica

Los sistemas integrados ganadería – agricultura que se basan en principios agroecológicos han demostrado que la productividad de la tierra es superior a la obtenida en sistemas intensivos. Esto se explica en el hecho de que al existir una mayor riqueza de especies (Índice de Margalef), la tierra se mantiene ocupada permanentemente tanto con policultivos que ofrecen producciones diversas todo el año (dependiendo del conocimiento que tenga el productor sobre intercalamiento), así como con animales que también ofrecen producciones estables todo el año. Dicha situación conlleva a que aumente el índice de utilización de la tierra y por ende la productividad de la misma al elevarse los rendimientos de las producciones por unidad de área explotada (Schultz et al., 1983; Lithourgidis et al., 2011 y Mohammadi Nassab et al., 2011).

Los resultados obtenidos muestran que el aumento de la efectividad al poder alimentar establemente a mayor cantidad de personas con energía y proteínas por unidad de área, siendo estos los medidores fundamentales para la evaluación de la sostenibilidad del sistema, por lo tanto el aumento de la diversidad de producción (Índice de Shannon), asegura una alta eficiencia así como una considerable elevación de la productividad, esto ayuda a que el productor cuente con ingresos estables todo el año con bajos costos de producción y una elevada rentabilidad lo cual permite un mejoramiento de las condiciones de vida para el y su familia (Márquez et al., 2011).

Alta eficiencia energética

Los sistemas agrícolas intensivos y dependientes de energía externa pueden verse afectados por los recientes cambios ocurridos en el sector energético (Funes-Monzote, 2009), por lo tanto es imprescindible la búsqueda de alternativas y soluciones que

permitan enfrentar con éxito este gran reto hoy en día. La reconversión de estos sistemas intensivos en sistemas diversificados con métodos agroecológicos permiten darle una solución viable a la problemática planteada.

Los indicadores de eficiencia energética deben constituir la herramienta fundamental para diseñar y planificar estrategias de manejo agrícola y toma de decisiones políticas. Es clave en estos agroecosistemas saber utilizar con eficiencia la energía cultural conllevando esto a la obtención de una mayor eficiencia en la transformación de la energía ecológica en biomasa. En nuestro país debido a la escasez de recursos energéticos fósiles y financieros, la eficiencia energética constituye un elemento imprescindible para la seguridad alimentaria, debido a que disminuye la dependencia de estas producciones a los insumos con altos precios en el mercado internacional, y por lo tanto las hace mucho más sostenibles (Leach,1976; Bayliss-Smith,1982; Marten, 1986 y Funes-Monzote et al. 2009a).

Según (Gliessman, 2001; 2006) la energía disponible para los agroecosistemas se suministra a partir de dos fuentes fundamentales: la energía ecológica y la energía cultural, siendo la primera la que se toma directamente del sol y es fundamental para la producción de la biomasa a través de procesos de organismos fotosintéticos, y la cultural la suministran los hombres con la finalidad de optimizar la producción de esta biomasa, a su vez, la energía cultural se divide en biológica y la industrial, la primera la provee el trabajo humano y animal, mientras que la otra es producto de fuentes no biológicas como son la electricidad, combustibles fósiles y otros. El aspecto principal en el funcionamiento de un agroecosistema se basa en cómo lograr una utilización mayor de la energía cultural en aras de transformar con mayor eficiencia la energía ecológica en biomasa. La energía que nos suministra el sol es la savia de los agroecosistemas y fluye constantemente en una sola dirección.

Para lograr la sostenibilidad energética de un agroecosistema, es imprescindible tener un conocimiento pleno de cómo fluye la energía a través de los diferentes subsistemas y su interacción. Debido al alto costo de la misma, lograr minimizarla influye decisivamente en la sustentabilidad del sistema productivo en cuestión, para esto nos apoyamos en una serie de indicadores energéticos, siendo la piedra angular el balance energético, de aquí parten todos los análisis derivados de la eficiencia con que se transforma la energía en el agroecosistema.

Por lo tanto, el conocimiento y la cuantificación de la eficiencia energética de los sistemas de producción de alimentos deben constituir la piedra angular para el diseño de mejores estrategias de manejo agrícola y toma de decisiones políticas, estos elementos deben incorporarse como metodología para lograr un uso más eficiente de las fuentes energéticas disponibles, tanto biológicas como industriales (Funes-Monzote, 2009).

Relación entre la escala y eficiencia energética de los sistemas agroproductivos.

Si partimos de que la eficiencia energética es el balance entre la energía producida y la empleada en la producción de alimentos, nos percatamos de que este indicador se modifica significativamente al acusar una disminución de los insumos energéticos necesarios para la obtención de una unidad cualquiera de productos alimenticios. La energía empleada para la producción de alimentos de origen agropecuario que puede ser contabilizada, proviene del trabajo humano y animal, combustibles, electricidad, insumos agropecuarios (concentrados y químicos) y del alimento orgánico (pastos, forrajes y residuos de cosecha).

En estudios realizados por varios autores, se determinó que los indicadores agroecológicos, son influenciados por la escala del diseño. Al referirnos a la escala debemos tomar en consideración entre otros, los siguientes parámetros:

- Nivel de integración
- Tamaño del área
- Nivel de producción
- Cantidad de animales

El grado de integración (escala) de un sistema agro ecológico, influye directamente en los valores de eficiencia energética obtenidos, a mayor nivel de integración, se mejoran estos indicadores energéticos tomando en consideración el tiempo de establecimiento del sistema.

En los primeros 3 años y a medida que el sistema tenga mayor porcentaje de integración se ha establecido que aumenta la intensidad en el uso de la fuerza de trabajo en forma parabólica, comenzando su disminución a partir de aquí, por lo que la energía empleada disminuye, esto sucede debido a que para lograr una mayor integración del sistema en estos primeros años se necesita un mayor empleo de la

fuerza de trabajo humana y animal, así como de combustibles y otros para fomentar el sistema, luego cuando el sistema entra en explotación, estos insumos energéticos disminuyen paulatinamente.

Un ejemplo se muestra en la figura 1 para las fincas C25 con 25 % de integración y C50 con 50 % de área agrícola luego de la conversión de un sistema ganadero basado en pastos (Funes-Monzote, 2009).

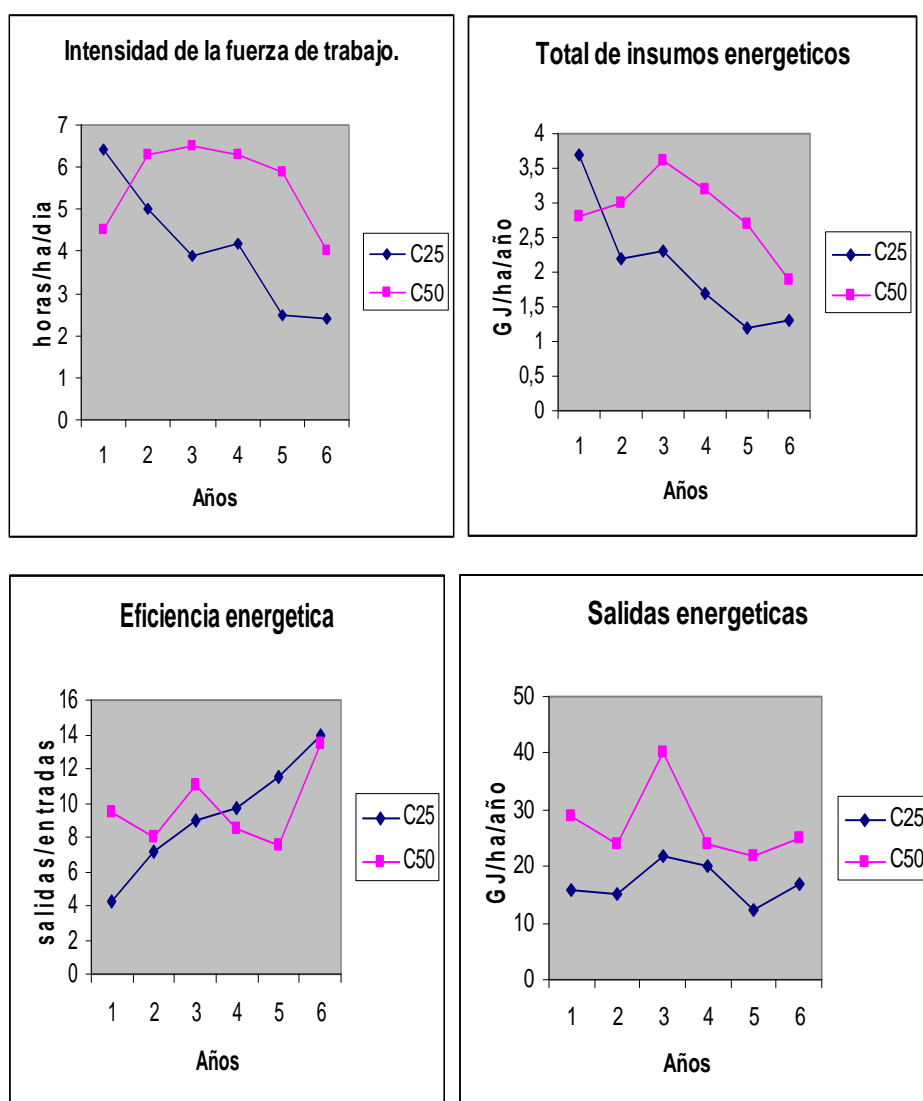


Figura 1. Comportamiento de los indicadores agroecológicos en fincas con diferentes niveles de integración Fuente: Funes-Monzote, 2009

Los sistemas a mayor escala según el tamaño del área, tienden al monocultivo, necesitan un mayor empleo de la fuerza de trabajo, además necesitan de grandes cantidades de insumos, maquinaria e implementos agrícolas por la imposibilidad del uso de la tracción animal a gran escala para efectuar las labores agrícolas necesarias, y por consiguiente el empleo de combustibles y energía para el riego. Por otra parte, el empleo de la materia

orgánica disminuye debido a que se dificulta su trasiego. Debido a estos inconvenientes, la eficiencia energética es baja con relación a otros sistemas agroecológicos de escala más pequeña.

No obstante, se conoce de que existen grandes sistemas naturales (selvas) que funcionan perfectamente con el consabido beneficio para el medio ambiente ya que presentan una alta diversidad, conservación, alta producción de biomasa, grandes niveles de captura de carbono y por ende altos indicadores de eficiencia energética, por lo que se debe buscar la forma para darle solución agroecológica a sistemas de gran escala con relación al tamaño.

Los sistemas con alto nivel de producción, generalmente están basados en modelos intensivos que presentan muy baja eficiencia energética debido al alto nivel de empleo de insumos energéticos fundamentalmente combustibles y otros (Tillman et al., 2002). Es cierto que se eleva la productividad, pero esta no es sostenida, debido al carácter cíclico de este tipo de modelo, trayendo como consecuencia inestabilidad en la eficiencia con que se utiliza la energía (Gliessman, 2006).

En el pasado reciente, nuestro país tenía compromisos con el CAME referidos a la exportación de materias primas como azúcar, cítricos, café, tabaco y otras, por lo que estaba forzada al cumplimiento de los planes quinquenales pagando altos costos ambientales y dependiendo fuertemente de la importación de alimentos provenientes de esta organización. Este método se caracterizó por la mecanización y una alta utilización de insumos externos, y un aumento de la productividad del trabajo (ANPP, 1991).

Con el empleo de este tipo de modelo, la energía necesaria para la producción de alimentos es mucho mayor que la producida, por lo que la eficiencia en la transformación de la energía es baja. En policultivos (proporción de cultivos), aunque el nivel de producción es menor, al ser variada, permite mantener todo el periodo el abastecimiento de alimentos con menor empleo de la fuerza de trabajo y por lo tanto la productividad es sostenida, esto implica que se tenga una mayor riqueza de especies, mayor diversidad de producción y de árboles y por lo tanto mayor eficiencia energética.

Algo parecido ocurre si se tiene una gran escala en la cantidad de animales, aquí se utiliza en gran proporción los insumos externos (concentrados) para la alimentación de

los mismos y como se conoce este tipo de producción es energéticamente ineficiente ya que demandan una gran cantidad de energía con relación a la que entregan (Tabla 2).

Tabla 2. Conversión energética de diferentes especies animales

Especie	Conversión	
	Energía entrada	Energía salida
Porcinos	18	1
Ovinos	44	1
Cunículas	15	1
Avícolas (pollos y patos)	18	1
Huevos	12	1

Fuente. García-Trujillo, 1996.

Para resolver esta situación desde el punto de vista energético se hace necesario integrar este tipo de producción con las agrícolas, logrando una fuerte interacción entre estos elementos del sistema. Esto trae como consecuencia un aumento de los indicadores agroecológicos entre ellos la eficiencia energética.

Las escalas representan un nivel de agregación por tanto lo que se obtiene en una determinada área, se repite a nivel de un país, llegando a la conclusión que los sistemas integrados a pequeña y mediana escala son una opción nada desdeñable para la sostenibilidad y sustentabilidad de la agricultura. Esta combinación, así como la interacción de los componentes de un sistema tiene la tendencia al aumento de la eficiencia energética. Este ciclo productivo termina de cerrarse cuando se incluya en el sistema la agroindustria, que en las condiciones de Cuba no está en correspondencia con la diversificación que está teniendo lugar en la agricultura ya que no se procesan los excedentes de la variedad creciente de producciones que pueden ser procesadas que hoy se pierden. Por ende, lograr una alta integración del sistema agroecológico contribuye al incremento de la autosuficiencia alimentaria mucho más que la agricultura de modelo convencional.

Estabilidad – mercado – resiliencia

Los sistemas agroecológicos que utilizan bajos insumos externos, altas tasas de reciclaje y además integración ganadería – agricultura, presentan alta diversidad, productividad y eficiencia también un alto grado de regulación interna lo cual les permite una gran capacidad de adaptación a situaciones extremas por lo tanto los riesgos de estos sistemas a sucumbir ante estos eventos o situaciones disminuye considerablemente (Vandermeer, 1989).

Varias características de los agroecosistemas como son la abundancia de especies y el uso optimo de sus recursos internos, les permite subsistir en condiciones de bajos insumos y variaciones del clima por lo que también su sostenibilidad es elevada (Tilman et al., 2002).

Un aspecto al que tienen que enfrentarse las naciones es al del mercado de los alimentos encarecidos por la decisión de algunos gobiernos de utilizar granos fundamentalmente en la producción de biocombustibles, por lo cual los países menos favorecidos tienen frente así dos decisiones a tomar; comprarlos (menos cantidad cada día por el fuerte desembolso monetario) o producirlos.

La compra no puede ser una alternativa razonable ya que no podrían cubrir las necesidades alimentarias de la población, sin embargo producirlos es la vía más sensata.

Un ejemplo de esto último es Cuba que está optando por la utilización de un modelo de producción de bajos insumos externos, reciclaje e integrando la ganadería con la agricultura. Estos sistemas están demostrando la validez de la decisión tomada; los estudios realizados por (Altieri, 1997; Schiere et al., 2002; Ríos, 2004; Funes-Monzote, 2009a) han dado como conclusión que tomando en consideración la disponibilidad de tierras, sus características, la proporción de insumos, balance de alimento animal. Asociaciones de gramíneas con leguminosas, reservas de diversidad genética, introducción de árboles, contratos de compra – venta se intensifican la sostenibilidad de estos sistemas de producción de alimentos, estabilizándolos y manteniendo su presencia en el mercado, además de sufrir mucho menos la falta de insumos provenientes del exterior también están demostrando en la práctica su capacidad de soportar los embates climatológicos adversos y a su vez la capacidad de recuperarse en muy breve plazo (Carvalho, 2004.)

1.6 Eficiencia productiva de los sistemas agrícolas y pecuarios en la producción de alimentos

El modelo convencional de producción agropecuaria (basado en el monocultivo o en especies únicas de animales) creado con la finalidad de incrementar sus salidas productivas y que es altamente dependiente de insumos externos, ha mostrado fallas en numerosos lugares alrededor del planeta. En los lugares donde este modelo ha presentado éxitos, ha sido porque la producción se ha respaldado por subsidios otorgados por diferentes vías y formas.

La producción agropecuaria a pequeña escala sin embargo no se ha visto beneficiada por estos métodos y al tratar de aplicarlos fallan debido a la limitante escala, ya que no puede absorber los costos y riesgos intrínsecos de riesgos de la agricultura intensiva por lo tanto la producción agropecuaria a pequeña escala ha mantenido su diversidad desde todos los aspectos abordados (cultural, diversidad, asociación, integración etc.). Al ser utilizados con mayor eficiencia los recursos locales con que se cuenta y otros insumos necesarios, se logra una alta productividad mantenida y eficiencia y están mejor preparadas para resistir crisis carenciales que el modelo convencional no puede asimilar.

La agricultura cubana se encuentra experimentando una transformación en sentido inverso a tendencias globales, las crisis energéticas y del sistema de subsidios de la última década del pasado Siglo XX, crearon las condiciones para el surgimiento de nuevos modelos de producción de alimentos basados en la agrodiversidad y la integración de especies.

La característica fundamental de este modelo se basa en la sustitución de insumos y por lo tanto las prácticas intensivas en el empleo de insumos provenientes del exterior se convirtieron en las del empleo de insumos provenientes de la localidad. Durante 10 años se realizó una investigación sobre la conversión de un sistemas especializado a otro integrado (Funes-Monzote et al., 2009) el cual documentó la validez científica del conocimiento local y demostró que la eficiencia productiva de estos sistemas no está determinada por la utilización de altos o bajos insumos ni si es especializada o diversificada, sino que está condicionada a las características del sistema y a la forma en que se manejan los insumos y la agrodiversidad.

En ese estudio, las fincas integradas sobresalieron al obtener mayor diversidad de producción y por tanto mayor variación de la agrodiversidad en el tiempo y espacio. En las condiciones en que se desempeñan estos sistemas donde existe una alta incertidumbre y bajos insumos. Poseer una alta diversidad les permite reducir los riesgos y elevar la productividad. Los recursos internos así como los externos fueron empleados con mayor eficiencia en las fincas integradas y fueron más eficientes en el uso de la energía.

La agricultura cubana que se desempeña en el mismo contexto que amenaza a la agricultura mundial ha presentado una respuesta productiva basada en la diversificación, la descentralización y el movimiento hacia la autosuficiencia alimentaria.

Relación entre la eficiencia energética, la productividad y el tipo de producción

Aunque la productividad y la eficiencia de cualquier sistema de producción agropecuaria generalmente se mide desde el punto de vista monetario – mercantil, estos no logran captar otros aspectos relevantes de esta producción agropecuaria como son los contenidos de proteína y energía, elementos bases en la alimentación humana y animal.

Al analizar estas salidas del sistema productivo, podemos determinar la efectividad que el mismo presenta en el logro de la soberanía alimentaria al comparársele con los estándares o normas establecidas.

La producción de energía y proteína nos permite conocer cuantas personas pueden alimentarse por el sistema productivo en cuestión y por lo tanto puede calcularse su eficiencia y productividad. En estos indicadores influye notablemente el tipo de producción de que se trate; si esta se refiere a un sistema integrado agrícola – ganadero, en el mismo se logran mayores valores de productividad, de producción de energía y proteína por unidad de área y bajos costos energéticos en la producción de proteínas por lo que la eficiencia energética es mayor. Resulta diferente en los sistemas de producción basados en el modelo convencional, los cuales presentan menor intensidad de la fuerza de trabajo, pero no pueden estabilizar la productividad y el costo energético de la producción de proteínas es mucho más alto debido a su fuerte dependencia de insumos externos, lo cual los hace muy ineficientes

energéticamente. La figura 2 muestra la relación existente entre la diversidad de los agroecosistemas, la eficiencia energética y su productividad (Funes-Monzote, 2009a).

Como se conoce las producciones agrícolas presentan salidas con altos niveles de energía pero bajos de proteína logrando una alta eficiencia energética, las salidas perteneciente a las producciones de origen animal por el contrario tienen altos valores de proteína y bajos en energía, pero necesitan altos insumos energéticos para la producción de proteínas por lo que su eficiencia energética es baja.

Para compensar estos valores de producción de energía y proteína no existe en la actualidad nada más conveniente que la integración de estos tipos de producciones a un solo sistema y lograr una interrelación en la cual los dos saquen ventajas mutuamente beneficiosas, sirviéndose una de la otra y viceversa como complemento.

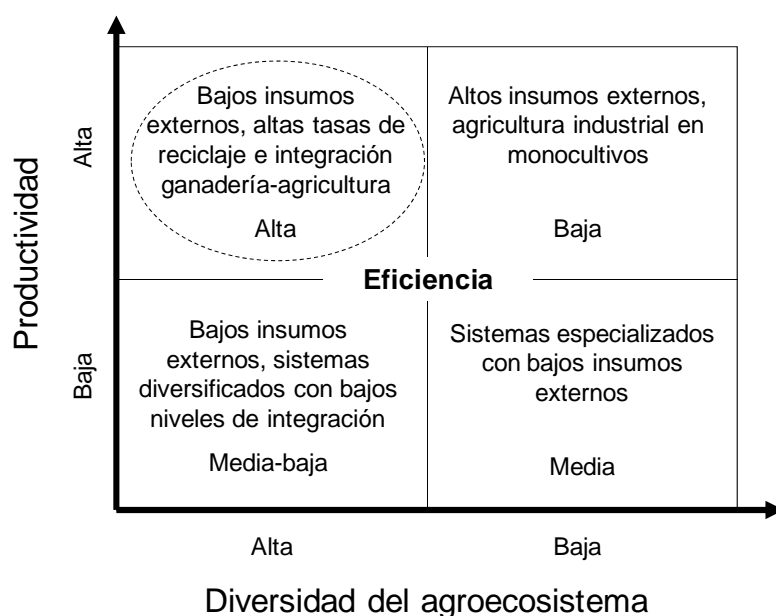


Figura 2. Análisis combinado de tres atributos de los sistemas sustentables: diversidad, productividad y eficiencia, y su caracterización en función de cuatro modelos contrastantes de agricultura (Fuente: Funes-Monzote, 2009a).

Está demostrado que al combinar los análisis de productividad y eficiencia energética le ofrece un valor añadido a la evaluación del desarrollo sostenible, que no debe subestimarse particularmente en estos momentos de crisis global matizada por los altos costos de los productos energéticos (Gliessman, 2006 y Altieri, 2009).

CAPÍTULO II. Materiales y métodos

2.1. Condiciones y características del sistema productivo

La Finca “La Perla” perteneciente a la Empresa Agropecuaria MININT Jagüey Grande está enclavada al sur de la Autopista Nacional entre Jagüey Grande y la Ciénaga de Zapata, cuenta con un área de 31,79 hectáreas, organizadas y distribuidas por subsistemas como lo muestra en la figura 3.

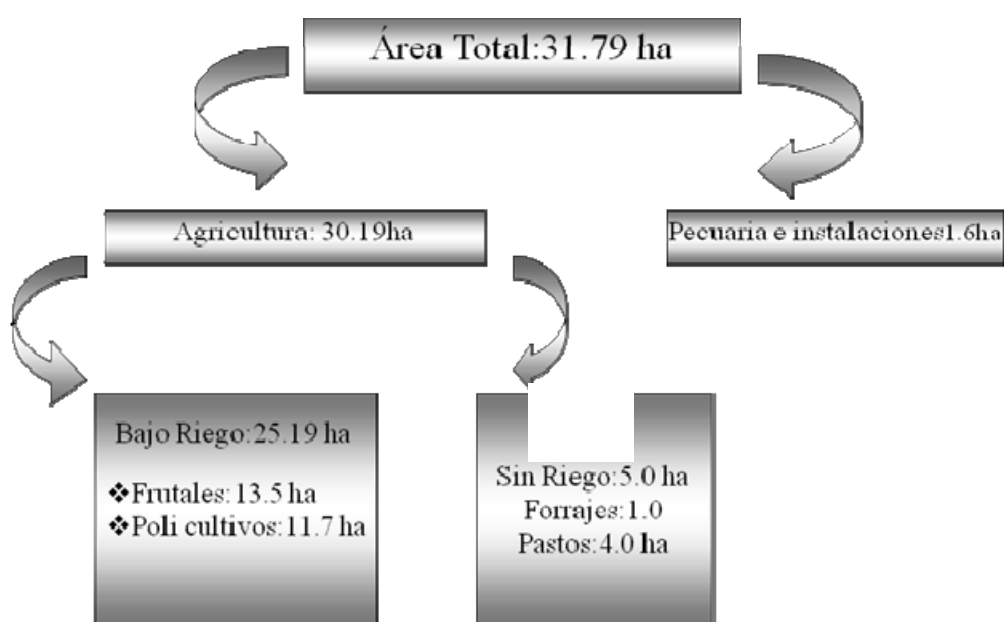


Figura 3. Distribución del área total de la finca La Perla

En la figura 4 se presenta el esquema cualitativo de los límites y componentes del sistema productivo correspondiente a la finca La Perla. En este sentido, serán igualmente evaluados cada uno de los subsistemas que lo componen, haciendo un análisis independiente de entradas y salidas, así como de sus características propia. Los materiales utilizados fueron: subsistema ganadero, conformado por un centro porcino con capacidad para 27 reproductoras y 240 ceba; una laguna natural para la crianza de patos con capacidad para 8 000 aves; patio de gallinas criollas con una capacidad instalada de 1000 aves; 20 m² para la crianza cunícola y 25 m² para la cría ovina y el subsistema agrícola con amplia variedad de frutales viandas y forestales.

Tabla 3. Comportamiento de las variables climáticas (Estación meteorológica Jagüey Grande) Variables meteorológicas

	Actual
Temperatura media	24,0 °C
Temperatura máxima media anual	31,0 °C
Máximos valores de temperatura julio-agosto	33,0 °C
Temperatura mínima mensual	18,0 °C
Valores de temperatura más bajos en enero-febrero	14,0 °C
Precipitaciones media anual	1 566 mm
Precipitaciones en período lluvioso (mayo-octubre)	1 291 mm
Precipitaciones en período de seca (nov. - abril)	275 mm
Humedad relativa	81%
Insolación anual	8 h/día
Nubosidad	4 / 8
Vientos predominantes	NNE
Días de niebla anual	
Tormentas promedio por año	136
Vientos máximos anuales promedio	61 km/h

Eventos meteorológicos extremos:

Récord de temperatura máxima: 35,7 °C año 1981

Récord de temperatura mínima: 2,9 °C año 1981.

Junio de 1995. Precipitaciones 658,2 mm en 13 días continuos.

Junio de 1997. Precipitaciones 787,2 mm en todo el mes.

1997: 2 007,4 mm de lluvia durante todo el año (Fuente CMP).

1998: 2004,4 mm de lluvia durante todo el año (Fuente INRH).

Abril de 1998: 0,2 mm de lluvia en todo el mes.

4 de Noviembre 2001. En 8 horas 540 mm de precipitaciones con el paso del Huracán Michelle (en la ciudad cabecera)

608,5 mm de lluvia durante el paso del Huracán Michelle (Noviembre de 2001 en la ciudad cabecera) (CITMA Municipal Jagüey Grande, 2009).

Tipo de Suelo: Ferralítico rojo cuarcítico; textura arcillosa profunda. Topografía llana de buen drenaje interno y externo (Hernández, 1999).

2.3 Descripción Socio económica de la zona

Esta finca se encuentra micro localizada a 5 km al sur de la Autopista Nacional y ligeramente al oeste del poblado del Central Australia, se encuentra rodeada de pequeñas y medianas fincas de campesinos y de viviendas de trabajadores manuales, los primeros se dedican fundamentalmente a la producción de frutas, viandas y granos como son guayaba, aguacate, fruta bomba, mameyes, posturas, maíz, frijoles y plátanos también se produce el carbón vegetal y la leña. El poder adquisitivo de estos vecinos es aceptable al igual que las condiciones de vida.

Los segundos presentan conocimientos y experiencia en estos tipos de producciones y su nivel de vida también es aceptable.

La zona cuenta con servicio de electricidad, educación y salud.

2.4 Análisis y diagnóstico agroproductivo del sistema

La metodología utilizada estuvo basada en el Análisis de Sistemas (Speeding, 1979 y Checkland, 1999) donde se cuantificó la eficiencia energética y la económica del sistema.

La frecuencia y tiempo de duración fue de dos años. El trabajo no tiene replica ya que se utilizó el estudio de caso. Se evaluaron datos de 3 años y se realizó la comparación de los pasos dados y la evolución del sistema.

Se evaluó el trabajo desarrollado en cada sector, subsistema y en general de la Finca La Perla desde los puntos de vista energético y financiero y se logró el conocimiento de los aspectos que son susceptibles de mejoras y procedió a recomendar futuras acciones a cometer en aras de su mejoramiento. Las herramientas que se utilizaron para realizar el cálculo de la eficiencia energética y balance económico fueron:

Se confeccionó una planilla para los años 2008, 2009 y 2010 hasta octubre donde se captaron los elementos necesarios para la realización de los cálculos.

Se revisaron los datos de etapas anteriores y la actual archivados en Economía, Estadísticas y Personal de las Granjas Hortícola y El Modelo, determinándose; área,

tipos de alimentos, cantidad de los mismos, otros productos obtenidos, producciones insumidas en el proceso, portadores energéticos consumidos, empleo de la fuerza de trabajo tanto humana como animal, maquinaria empleada, fertilizantes, alimento humano y animal empleado etc. Para ello se aplicó la metodología de diagnóstico rural rápido (Mc Cracken et al., 1998).

2.5 Captura de datos

Se plasmaron los datos necesarios para el cálculo de la eficiencia Productiva y Energética de la producción agropecuaria de la finca La Perla (Tabla 4).

Datos generales

Nombre de sistema productivo en estudio (parcela, finca, cooperativa, granja, etc.):

Período de análisis (ciclo de cultivo, semestre, año, etc.):

Área total de la unidad (ha):

Tabla 4. Planilla de captación de datos. Gastos en insumos productivos

Tipo de insumo	Cantidad (kg)	Equivalencia calórica (MJ/kg)	Gasto calórico total (MJ)
Materia orgánica (kg)			
Diesel (l)			
Gasolina (l)			
Electricidad (kWh)			
Trabajo humano			
Trabajo animal			
Otros (MJ)			
Total (MJ)			

Estos datos se procesarán mediante el programa ENERGIA 3.1, analizándose las diferentes salidas que oferta, entre estas se encuentran:

2.6 Balance energético

Se emplearon elementos del Sistema computarizado ENERGIA 3.01 (Funes-Monzote et al., 2009) y así se facilitaron las operaciones de cálculo y la obtención de un rápido resultado. Para el cálculo de los indicadores energéticos se tomaron en cuenta las equivalencias de los diferentes insumos agropecuarios (Tabla 5).

Tabla 5. Equivalencia energética de los insumos agropecuarios.

Insumos directos	UM	MJ/u	Insumos indirectos	UM	MJ/u
Petróleo	l	38,7	Fertilizantes (N)	kg	51.5-61.5
Gasolina	l	3,4	Fertilizantes (P)	kg	1.7-12.6
Fuerza de trabajo humana	h	1,0	Fertilizantes (K)	kg	5.0-11.5
Fuerza de trabajo animal	h	5,9-9,2	Fertilizantes orgánicos	kg	0.3
Electricidad	kWh	3,6	Herbicidas	kg	238
Pienso porcino lactación	kg	14,23	Insecticidas	kg	184
Pienso porcino iniciar	kg	14,39	Maquinarias	kg	88
Pienso porcino crecimiento	kg	14,40			
Pienso porcino único	kg	28,44			
Pienso porcino ceba	kg	14,20			
Pienso porcino gestación	kg	14,23			
Materia prima afrecho	kg	2,50			
Salvado - mezcla	kg	2,50			
Mat. prima maíz	kg	15,30			
Mat. prima soya	kg	18,70			
Mat. prima chícharo (garbanzos)	kg	15,30			
Pienso avícola ponedora	kg	11,64			
Pienso avícola pollona	kg	11,96			
Pienso avícola pato	kg	10,89			
Pienso avícola iniciar ganso	kg	11,71			
Pienso avícola iniciar pavo	kg	11,73			
Pienso avícola crecimiento pavo	kg	11,73			

Fuentes: Garcia-Trujillo, 1966; Instituto de Investigaciones Avícolas, 1991; Fábrica de Pienso Cienfuegos; 2010. *1 Joule = 0.2388 cal; 1 cal = 4.18 J (World Energy Council)

Fórmula para el cálculo del Balance Energético.

$$BE = \frac{\sum_{i=1}^S m_i * e_i}{\sum_{j=1}^T I_j * f_j}$$

Donde: S = Número de productos; m = Producción de cada producto (kg); e = Contenido energético de cada producto (MJ/kg); T = Número de insumos productivos
I = Cantidad de insumos productivos (kg); f = Energía requerida para la producción del insumo (MJ/kg).

Fórmula para el cálculo del Costo Energético de la Proteína

$$CEP = \frac{\sum_{j=1}^T I_j * f_j}{\sum_{i=1}^S m_i * \frac{p_i}{100}}$$

Donde: T = Número de insumos productivos; I = Cantidad de insumos productivos (kg)
f = Energía requerida para la producción del insumo (MJ/kg); S = Número de productos.
m = Producción de cada producto (kg); Pi = Contenido proteico de cada producto (en % del peso).

Personas que alimenta el sistema con energía

Este indicador está directamente relacionado con la seguridad alimentaria, el agro ecosistema es mucho más productivo, intensivo y sostenible a medida que el número de personas que pueda alimentar por cada unidad de área sea mayor. Un bajo número de personas, implica baja efectividad del sistema y por lo tanto debe revisarse su estructura y funcionamiento orgánico. Todos los análisis se realizarán tomando como base los estándares internacionales de calorías necesarias para el ser humano (11,5 MJ/día, requerimiento moderado, edad de 30 a 50 años para 50% masculino y 50 % femenino).

Fórmula para el cálculo de la cantidad de personas que alimenta el sistema con energía:

$$P_e = \frac{\sum_{i=1}^S \frac{m_i * \frac{r_i}{100} * e_i}{A}}{R_e}$$

Donde: S = Número de productos; mi = Producción de cada producto (kg); ri = Porcentaje del peso del producto no consumible; ei = Contenido energético de cada producto (MJ); A = Área de la finca; Re = Requerimiento energético promedio de una persona (MJ).

Personas que alimenta el sistema con proteínas

Todos los análisis se realizarán tomando como base los estándares internacionales de requerimiento proteico necesarios para el ser humano (0,0795 kg/día, requerimiento moderado, edad de 30 a 50 años para 50% masculino y 50% femenino).

.Fórmula para el cálculo de la cantidad de personas que alimenta el sistema con proteínas

$$P_p = \frac{\sum_{i=1}^S \frac{m_i * r_i * P_i}{100 * 100}}{R_p} \cdot A$$

Donde: S = Número de productos; mi = Producción de cada producto (kg); ri = Porcentaje del peso del producto no consumible; Pi = Contenido proteico de cada producto (% de peso); A = área de la finca; Rp = Requerimiento proteico promedio de una persona (kg).

2.7 Balance financiero

Se empleó el Sistema Contable SEAMI implementado por el Grupo Empresarial Agropecuario (GEA) del MININT (AGROMIN, 2005). En la realización del balance financiero y se compararon los resultados de cada etapa.

Los resultados de este balance estarán afectados por el sistema financiero implantado en el país para los órganos de defensa, por lo que el precio de los insumos en moneda nacional se encuentran subsidiados por las tasas establecidas para estos ministerios, no obstante si se trasladaran a los precios del mercado internacional, nos brindarían resultados interesantes y realistas de la situación financiera de esta finca.

1 = Ingresos agrícolas

2 = Ingresos pecuarios

3 = Ingresos forestales

4 = Otros ingresos

5 = Gastos agrícolas

6 = Gastos pecuarios

7 = Gastos forestales

8= Otros gastos

Resultado (\$) = (1 + 2 + 3 + 4) – (5 + 6 + 7 + 8)

Relación Costo – Beneficio= Total de gastos / total de ingresos

Capítulo III. Resultados y discusión

3.1 Indicadores de productividad

Al realizar el análisis de los volúmenes de producción obtenidos durante el período de conversión evaluado (2008-2010) de la finca La Perla, se observa una tendencia al aumento, sobre todo en el tercer año, en el que se obtuvo 130,1 toneladas de volumen total de la producción bruta (Figura 5).

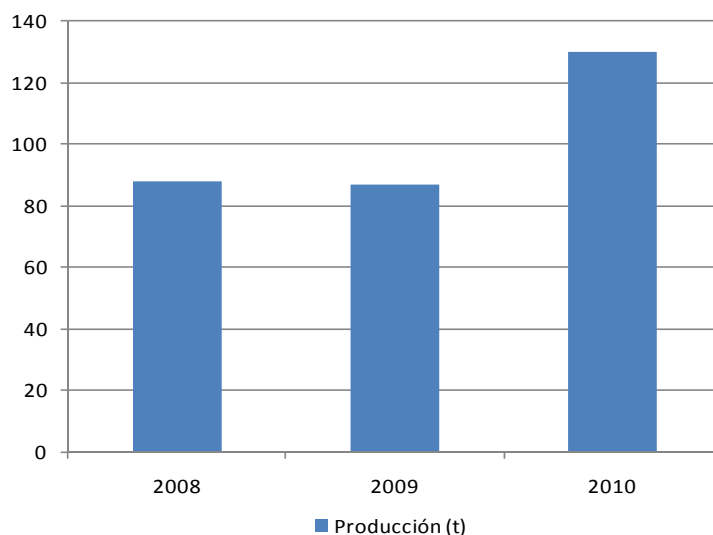


Figura 5. Producción total obtenida en el período evaluado (2008-2010)

Luego de tres años de haberse implantado el sistema de producción agroecológica diversificada e integrada, los resultados concuerdan con los obtenidos por Funes-Monzote (2009) al evaluar la escala de integración de dos fincas ganaderas, con 25 y 50 % de integración, en las que también se incrementó la producción.

Los niveles de productividad obtenidos en la finca La Perla se incrementaron respecto al volumen total de la producción en 146%, energía (174%) y proteínas (167%) (ver anexos 1, 6 y 11) (Figura 6). Esto se explica por el modelo de producción aplicado en el subsistema pecuario, que tuvo una base alimentaria fuertemente dependiente de insumos externos (ver anexos 2, 7 y 12). Solo en el 2010 se insumieron 622,4 toneladas de concentrados para lograr estas producciones. Esto es un aspecto negativo para el sistema respecto a su dependencia externa, sin embargo, los indicadores de productividad se incrementan a niveles también en aumento de eficiencia en el uso de los recursos importados e internos (Figura 7). Debido a los compromisos productivos del sistema evaluado, la reducción paulatina del empleo de concentrados debe

acompañarse de la incorporación de tecnologías para la producción intensiva de energía y proteína animal basadas en plantas de alto potencial productivo de proteína y energía.

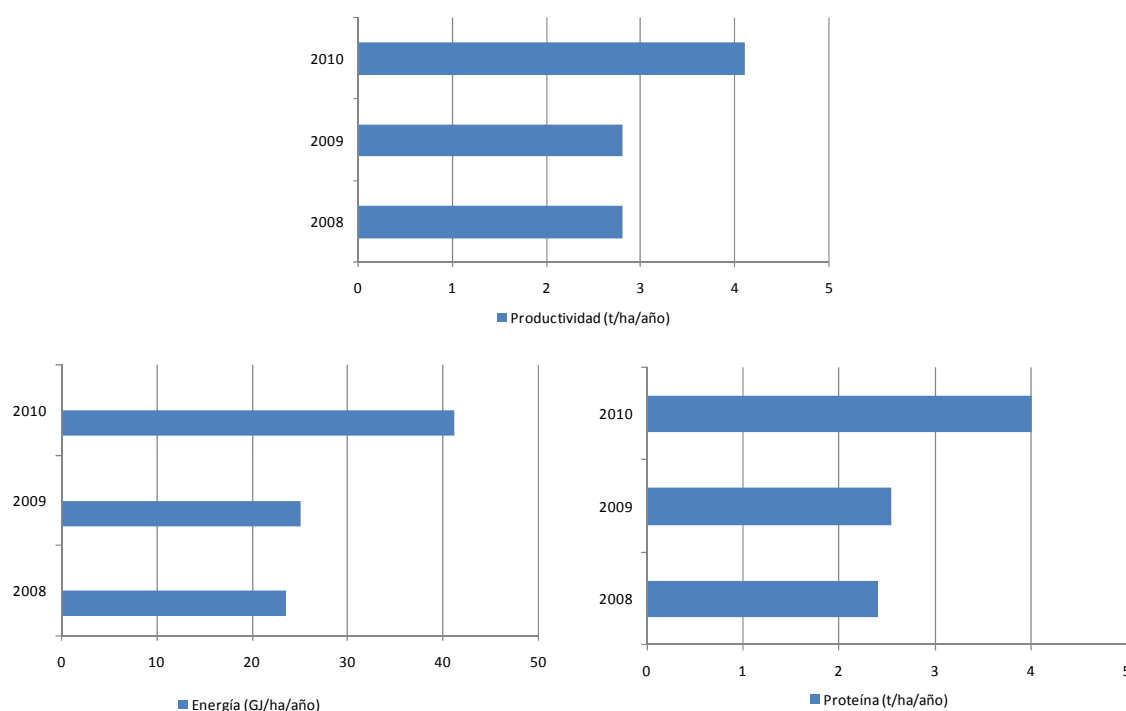


Figura 6. Productividad, energía y proteína producida por unidad de área en período evaluado (2008-2010)

Si nos referimos al comportamiento productivo de los subsistemas nos percatamos de que es similar, con tendencia al crecimiento, aunque se nota un leve decrecimiento en las producciones agrícolas en el período 2008 y 2009 (Figura 9). Esto ha sido motivado por la cantidad de plantaciones de frutales en fomento que existen y que demoran un tiempo entre 2 y 5 años para que comiencen a rendir frutos. Además, este subsistema presenta limitaciones con el riego, por lo que se hace difícil obtener producciones en período seco. Este tipo de limitaciones debe ser tomada en cuenta para el futuro diseño de las estrategias productivas del sistema, considerando las fluctuaciones del precio de los combustibles y otras limitaciones económicas como producto de las crisis económicas internacionales (Godfray et al., 2010).

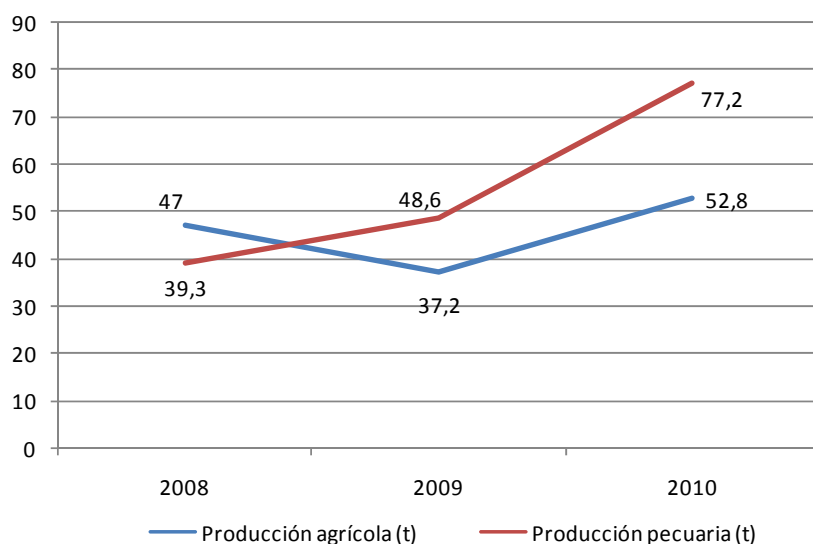


Figura 9. Comportamiento de la producción (t) obtenida por los subsistemas período 2008-2010.

El subsistema pecuario es el que mayor productividad presenta con una mayor tendencia al crecimiento. Necesita menos intensidad de la fuerza de trabajo pero a su vez es el que requiere una mayor cantidad de insumos energéticos y proteicos provenientes del exterior, aspecto que lo hace más vulnerable a las fluctuaciones del mercado o la eventual falta de disponibilidad. Aunque el subsistema agrícola presenta un crecimiento más discreto, este puede resistir la ausencia de insumos y mantener niveles de producción similares a los obtenidos hasta la fecha (Figura 10).

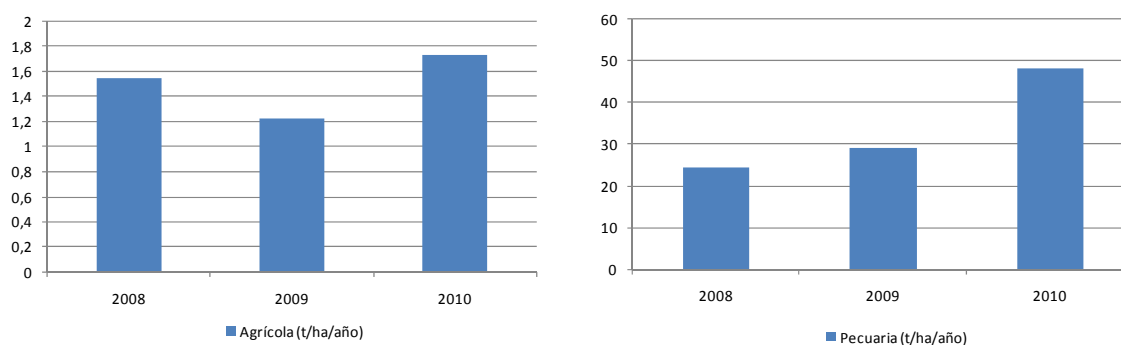


Figura 10. Productividad de los subsistemas agrícola y pecuario (2008-2010)

Para que esta integración agrícola-ganadera gane en resiliencia y pueda sostenerse es necesario comenzar a disminuir la dependencia de los insumos recibidos del exterior. El incremento de producciones de forrajes proteicos y energéticos de manera

intensiva, así como el uso de residuos de cosecha dentro de la finca o en sus alrededores, puede incrementar la autosuficiencia de alimento animal del sistema (Altieri, 2009).

Los sistemas basados en la producción de pastos y forrajes presentan una mayor eficacia energética por su alta captación de energía solar para convertirla en biomasa (Skerman y Riveros, 1992), para lo cual se debería destinar un área forrajera con especies que se adapten a las características de la zona, como pueden ser *Cynodon nlenfluensis* (pasto estrella) y *Brachiaria purpurascens* (paraná). Además, se debería seguir incrementando cultivos que tengan un alto potencial energético como *Sesamun orientale* L. (ajonjolí), *Helianthus annuus* L. (girasol), *Arachis hipogaea* L. (maní), *Zea mays* L. (maíz), así como elevar la recolección del palmiche, para lo cual se deben sembrar más de los 420 árboles de palma real *Roystonea regia* (Kunth) que fueron devastadas por el huracán Michelle.

3.2 Indicadores de eficiencia energética

El consumo de combustibles decrece y el trabajo humano y animal y alimento animal aumentaron ligeramente en correspondencia con el nivel de producción alcanzado pero muestran un decrecimiento relativo a los niveles de producción alcanzados (Figura 11).

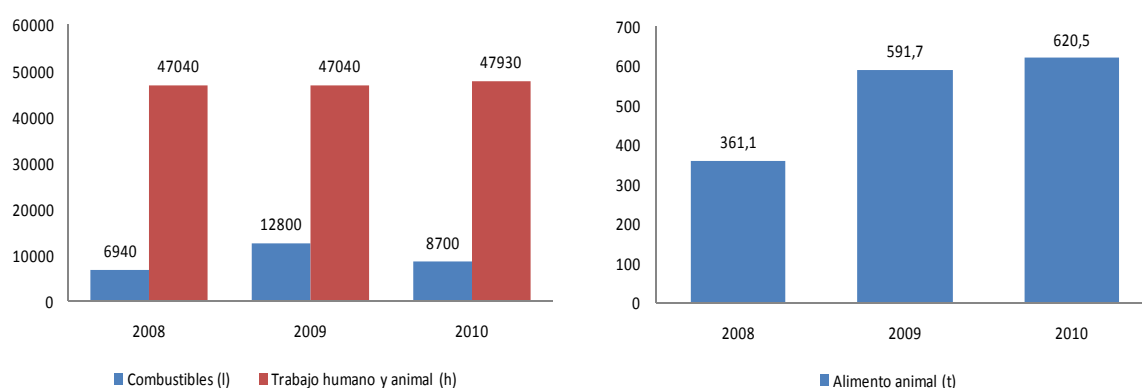


Figura 11. Insumos productivos por tipo utilizados en el periodo evaluado

A través de los años evaluados se emplea mayor cantidad de alimento animal de forma absoluta debido a la alta dependencia del sistema de las producciones pecuarias, pero si se compara la intensidad con que se utilizó este insumo se observa que hay una reducción en la intensidad de consumo respecto a la cantidad de proteína y energía

producida por el subsistema pecuario. (Figura 12). Esto se refleja a partir de la magnitud de la eficiencia que alcanza el sistema respecto a la cantidad de energía insumida para satisfacer el requerimiento energético por persona por año. Mientras que en el 2008 se necesitaban 30 GJ, para obtener los 11,05 MJ que necesita una persona, en el 2010 se necesitaban 20 GJ para una disminución en la utilización relativa de este insumo del 33 % por persona alimentada.

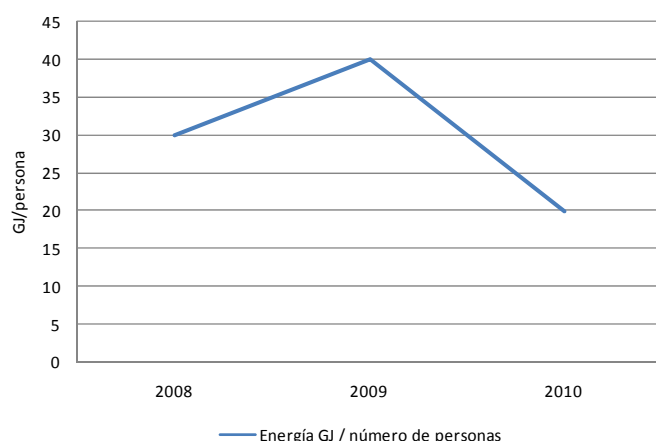


Figura 12. Relación entre la utilización de insumos energéticos y el número de personas que alimenta el sistema

Debido a las características del personal que se beneficia con estas producciones, no es posible eliminar totalmente la introducción de insumos que provienen del exterior como son los concentrados. Para más ilustración se exponen en la Tabla 6 los valores de reducción de insumos que necesitaría el sistema para alcanzar el valor de eficiencia energética tomado como referencia.

Tabla 6. Reducciones de insumos necesarios para aumentar la eficiencia energética (año base, 2010)

Reducción de insumos (%)	0%	20%	40%	60%	80%	90%	95%	97,5%	99%
Insumos (TJ)	8,02	6,4	4,8	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,08
Producción (TJ)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Eficiencia energética	0,16	0,20	0,27	0,41	0,81	1,63	3,25	6,50	16,25

La eficiencia energética muestra una tendencia al crecimiento ya que aunque aumentan los insumos productivos, la producción de energía y proteína crecen con mayor verticalidad, siendo la de menor eficiencia la de proteína (7,2 kg/kg) debido al fuerte componente pecuario de la producción de alimentos en la finca, (aunque todavía se necesitan 5,5 unidades de energía para producir una) y estar la agrícola en franco período de fomento (Tabla 7).

El costo energético de la proteína producida disminuye sustancialmente en el 2010, acercándose discretamente (63,52 MJ/kg) a lo planteado por estudios realizados en E.U. (Pimentel, 1997; 2008) donde se necesitan 40 unidades energéticas para producir una unidad de carne, y está en correspondencia con las evaluaciones realizadas por Funes-Monzote (2009) en las fincas Remedio, La Sarita y Vaquería 10, donde el mejor valor del costo energético de la proteína producida estuvo en 40 MJ/kg.

La eficiencia de un sistema agroecológico también se expresa en la cantidad de personas que el mismo puede alimentar con energía y proteína a través de sus producciones, aquí se mide la relevancia del sistema en la alimentación del sector que se va a servir de las mismas, los resultados obtenidos muestran una clara diferenciación entre la cantidad de personas que se pueden alimentar con energía y las que se pueden alimentar con proteína, las producciones de origen animal son predominantes en la finca La Perla ya que comprenden el 60% del total además de que son surtidos con altos valores proteicos en su composición no siendo así con las producciones agrícolas que en su mayoría no presentan altos valores de energía y proteínas en su composición (ver anexos 3, 8 y 13).

El conocimiento de los indicadores de eficiencia energética, debe ser el factor fundamental al momento de realizar los diseños de cualquier sistema de producción basado en la agroecología (Altieri, 1997). No es posible poner en funcionamiento un sistema de este tipo si no se tiene pleno dominio de su comportamiento desde la óptica de la cantidad de energía y proteína que va a entregar y así poder tomar las decisiones correctas sobre la productividad, la intensidad de la fuerza de trabajo y los insumos locales o externos (Gliessman, 2006; Funes-Monzote, 2009a).

En el caso de La Perla, se trata de un sistema productivo que tiene como objeto social proporcionar una parte de la alimentación de una fuerza que en períodos normales debe ser asumida por el Estado, por lo que no puede tener intermitencias en el flujo de

salida de productos fundamentales como son carnes, huevos, frutas y pie de crías. Es por eso que, sin abandonar la formula de producción agroecológica diversificada, su base de insumos radica en una fuerte dependencia del exterior, fundamentalmente concentrados para mantener la masa ganadera. Sin embargo, el propósito final es lograr la mayor autosuficiencia posible en relación con el potencial del sistema agroecológico y los recursos locales disponibles (Giampietro, 1994; 2001).

Tabla 7. Valores de los indicadores obtenidos (2008-2010)

Indicador	UM	Año		
		2008	2009	2010
Producción de energía	GJ	751,0	793,9	1 310,9
Producción de proteína	t	75,3	80,7	126,3
Energía insumida	GJ	5 600,0	8 622,8	8 024,9
Proteína insumida	t	644,9	933,2	989,4
Eficiencia energética		0,13	0,092	0,16
*Subsistema agrícola		0,381	0,172	0,508
*Subsistema pecuario		0,101	0,08	0,135
Costo energético de la proteína producida	MJ/kg	74,40	106,75	63,52
Subsistema agrícola	MJ/kg	34,37	137,54	22,24
Subsistema pecuario	MJ/kg	85,69	104,4	71,23
Personas que alimenta el sistema con energía	Pers./ha/año	186	197	325
Personas que alimenta el sistema con proteína	Pers./ha/año	2 594	2 784	4 353

En la agricultura moderna se utiliza este tipo de modelo en producciones de agroecosistemas debido a que se asignan energía y materiales para aumentar su resiliencia y recuperación cuando están afectados por eventos extremos (Altieri, 1997; 2009). Odum (1984) plantea las principales características de los agroecosistemas, entre ellas:

- Los agroecosistemas requieren de fuentes auxiliares de energía que pueden ser humanas, animal y combustibles para aumentar la productividad de organismos específicos.
- La diversidad puede ser muy reducida en comparación con la de otros ecosistemas.
- Los animales y plantas que dominan son seleccionados artificialmente y no por selección natural.
- Los controles del sistema son en su mayoría externos y no internos, ya que se ejercen por medio de retroalimentación del sistema.

El modelo de producción obtenido en La Perla cumple con varios de estos requisitos. El éxito de este caso de producción radica en disminuir en cierto grado la dependencia del exterior con relación a los insumos productivos y mantener una productividad estable durante todo el año para que el sistema empleado gane en sostenibilidad. Si en algún momento esos recursos externos fallaran por cualquier motivo, el nivel de producción no alcanzaría los valores que presentan hoy en la rama pecuaria, pero la agrícola no sufriría ese impacto negativo.

3.3 Indicadores de eficiencia financiera

Los beneficios obtenidos se corresponden con lo logrado en las fincas con mayor escala de integración (Funes-Monzote, 2009a). Estos resultados permitieron que desde noviembre del 2009, se implantara un sistema de pago donde se le repartiera como salario la utilidad en ventas que el sistema mediante sus producciones lograra mensualmente (Tabla 8) (ver anexos 4; 9 y 14), alcanzándose un promedio de salario de \$ 900,00 a \$ 1 300,00 por trabajador, esto ayudó a que se estabilizara la fuerza de trabajo y se fortaleciera el sentido de pertenencia.

Esta medida no ha estado en contradicción con la política empresarial, ya que no han afectado las metas propuestas sino que han ayudado a darles mejor cumplimiento y a mejorar los indicadores de eficiencia de la empresa en general, ya que desde el punto de vista productivo, se han mejorado los rendimientos, utilización de los insumos y la empresa se ha quitado el lastre al no tener que cargar con erogaciones monetarias para paliar ineficiencias del sistema productivo que existía anteriormente.

Tabla 8. Valores de indicadores financieros obtenidos (2008-2010)

Indicador	UM	Años		
		2008	2009	2010
Total de ingresos	M\$	348,1	432,2	605,9
Total de gastos	M\$	224,6	364,0	399,4
Resultado (- pérdidas)	M\$	123,5	68,2	206,5
Relación costo/beneficio		0,65	0,84	0,66

Teóricamente, un aumento de la eficiencia económica debe ser directamente proporcional con el de la eficiencia energética, pero en este caso estudiado su comportamiento no es exactamente así, si observamos los indicadores financieros, la relación costo/beneficio, aumenta en un 1,5 % mientras la eficiencia energética lo hace para un 23 % (Anexo 16 B), el principal factor de que esto ocurra es el aumento del gasto por concepto de salario que creció en un 346 % pero además también aumentó el nivel absoluto de las utilidades en un 167 % todo en relación con lo obtenido en el 2008.

La evaluación de estos flujos de energía han permitido que los directivos y trabajadores de esta finca agroecológica diversificada e integrada conozcan las necesidades del sistema y tomen un grupo de decisiones para que el mismo gane en sostenibilidad y resiliencia, disminuyendo insumos del exterior mediante el mayor aprovechamiento de las posibilidades que tiene la finca así como el mejor aprovechamiento de los recursos internos que posee y la mayor organización del sistema productivo.

Aquí se confirma la validez del postulado que avala la hipótesis de esta trabajo donde se afirma que además de constituir una herramienta fundamental para diseñar estrategias de manejo agrícola y ganadero y tomar decisiones encaminadas a incrementar la productividad del trabajo, la mejor utilización de los recursos y energía, mejorará la productividad y eficiencia del sistema a la vez que tendrá un impacto positivo en la calidad de vida de los trabajadores.

Conclusiones

- Sin haber incrementos sustanciales en los insumos energéticos, se logra duplicar la cantidad de personas que alimenta el sistema con energía y proteína, lo cual influye directamente en la disminución de la relación costo/beneficio, incrementándose el margen de utilidad.
- La reducción paulatina del uso de insumos externos es posible en la medida en que se incremente la intensificación ecológica del sistema. El nivel de intensificación dependerá de su capacidad de carga y la sostenibilidad del modelo ante la carencia de insumos fundamentales. Con bajos niveles de intensificación el sistema se podría autoabastecer de energía y proteínas necesarias para alimentar unas 20 personas por hectárea, sin embargo, para incrementar este indicador se deberá recurrir a insumos externos.
- Este modelo de producción a mediano plazo puede garantizar medianamente su sostenibilidad si faltaran insumos fundamentales, ya que se podría autoabastecer parcialmente de energía y proteínas necesarias para la producción.
- La sostenibilidad y resiliencia del sistema productivo aun no está totalmente garantizada. Si faltara por un periodo prolongado los insumos productivos que actualmente se emplean, aún no estaría en condiciones de recuperarse rápidamente, sino parcialmente y de forma escalonada.

Recomendaciones

Los resultados y las conclusiones permiten hacer las siguientes recomendaciones.

- ☐ El sistema evaluativo utilizado sirve como modelo para la reconversión de otras fincas en el sistema agropecuario del MININT.
- ☐ Realizar estas evaluaciones en otras empresas para comprobar la objetividad de continuar reconvirtiendo fincas con modelos de producción intensiva en otras provincias al modelo agroecológico integrado.
- ☐ Destinar un área forrajera con especies que se adapten a las características de la zona.
- ☐ Seguir incrementando cultivos que tengan un alto potencial energético.
- ☐ Aumentar la recolección y acopio de producciones locales que ayuden a la paulatina disminución de insumos que provienen del exterior.

Bibliografía

- AGROMIN (Agropecuaria del Ministerio del Interior), 2005. Sistema Contable SEAMI.
- Alcántara, P., Díaz, T., Valdez, C., 2009. Empleo de plantas medicinales multipropósito en una comunidad agroindustrial. IIH Liliana Dimitrova. Memorias Agordesarrollo '09, pág. 141.
- Altieri, M.A. (comp.), 2009. Vertientes del pensamiento agroecológico. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), Medellín. Disponible en: <http://www.agroeco.org/socla/>
- Altieri, M.A., 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. 3ª edición. CLADES/ACAO, La Habana.
- ANPP (Asamblea Nacional del Poder Popular), 1991. El programa alimentario. Editorial José Martí, La Habana.
- Bayliss Smith, T.P. The Ecology of Agricultural Systems. London: Cambridge University Press. 1982.
- Bello, R., Funes-Monzote, F.R., Álvarez, A., Ruiz, R., 2009. Evaluación agroecológica de tres sistemas ganaderos comerciales en el municipio de San Antonio de los Baños, La Habana. Memorias II Simposio Internacional Agordesarrollo 2009. 26-28 mayo, Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas, Cuba, pp. 27-30.
- Campos, M., Machado, H., Suset, A., Miranda, T., Duquesne, P., 2009. Modelo de gestión para la toma de decisiones en Unidades Básicas de Producción Cooperativa de la provincia de Matanzas. EEPF Indio Hatuey. Memorias Agordesarrollo '09, pág. 234.
- Cárdenas, I., Guzón, A., Hernández, R., 2009. Programa desarrollo agrario municipal. Biblioteca ACTAF, La Habana.
- Cárdenas, I., Martínez, M., 2009. Fomento y desarrollo de un sistema agroforestal en el Centro de promoción del desarrollo agrario sostenible. CPDAS. ACTAF. Memorias Agordesarrollo '09, pág. 210.
- Carvalho A. Revista Agropecuaria Tropical No. 137, 2004. Pág. 30 – 33
- Castro, F., 1953. La Historia me absolverá.
- Castro, F., 1964. Discurso pronunciado en las honras fúnebres de Andre Voisin. En periódico Revolución. 23 de diciembre, p. 3.

- Castro, F., 1976. Discurso pronunciado en sesión solemne de Constitución de la Asamblea nacional del Poder Popular, 8 de diciembre.
- Castro, F., 1986. Informe Central al III Congreso del PCC. Editora Política. La Habana.
- Castro, F., 1989. Discurso producido en la inauguración del Jardín Japonés. Jardín Botánico Nacional, 26 de noviembre.
- Castro, F., 1992. Discurso pronunciado en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Río de Janeiro. 12 de junio.
- Castro, F., 1996. Discurso pronunciado en el Acto central por el XLIII Aniversario de los asaltos a los cuarteles Moncada y Carlos Manuel de Céspedes. Holguín. 26 de julio.
- Castro, F., 1998. C Discurso pronunciado en Conferencia Magistral en la Universidad Autónoma de Santo Domingo, Primada de América. República Dominicana. 24 de agosto.
- Castro, F., 1998. Discurso pronunciado en el acto por el 50 Aniversario de la OMS. 14 de mayo.
- Castro, F., 2002. Discurso pronunciado en la Cena ofrecida a participantes en la Exposición de Productos Agroalimentarios de los Estados Unidos. La Habana. 28 de septiembre.
- Castro, F., 2007. Reflexiones. La Opinión Unánime. 16 de mayo.
- Castro, F., 2007. Reflexiones. Nadie quiere agarrar el toro por los cuernos. 22 de mayo.
- Castro, F., 2008. Reflexiones. Lula, Cuarta y última parte. 31 de enero.
- Castro, F., Discurso pronunciado en el acto de clausura del V Congreso de la FEEM. Granma, 8 de diciembre, p. 2).
- Checkland, P., 1999. Systems thinking, systems practice. John Wiley & Sons, Chichester, Reino Unido.
- CITMA (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente), 1997. Estrategia Nacional Ambiental de la República de Cuba. CITMA, La Habana.
- CITMA municipal Jagüey Grande, 2009. Registro agroclimático. Documento interno.
- Contino, Y., Funes-Monzote, F. R. 2009. Reportes de prácticas etnoveterinarias en diferentes regiones de Cuba. EEPF Indio Hatuey. Memorias Agroturismo '09, pág. 138.

- Crespo, G., Rodríguez, I., 2009. El reciclaje de nutrientes en el sistema suelo – pasto – animal. ICA. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 120.
- de Andrade, M. J. N., 2009. Recuperación de la vegetación native en un segment de 1,5 km en la orilla derecha del río Jaguaribe en el municipio de Limoeiro do Norte-Ceará, Brasil. CENTEC. Instituto Centro de Ensino Tecnológico. Brasil. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 25.
- de Schutter, O., 2010. Report submitted by the Special Rapporteur on the right to food. Un General Assembly. Human Rights Council Sixteenth Session, Agenda item 3 A/HRC/16/49.
- ECVG, 1990. Estadísticas de la Empresa de Cítricos Vitoria de Girón. Documento interno.
- EEPF-IH, 2010. Microorganismos Eficientes IH Plus. Folleto divulgativo, Fábrica de Piensos Cienfuegos. 2010. Dpto. de Producción, facturas.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2006. FAOSTAT Online Statistical Service. Roma, FAO. Disponible en: <http://apps.fao.org>.
- Fonte, L., Demedio, J., Blanco, D., Aguilar, S., Milera, M., García, Y., 2009. Las abejas de la tierra y las abejas melíferas como indicadoras de salud medioambiental en la región occidental de Cuba. EEPF Indio Hatuey. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 206.
- Funes-Monzote, F.R., 2009. Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba. Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas.
- Funes-Monzote, F.R., 2009a. Eficiencia Energética en Sistemas Agropecuarios Elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrados. ACTAF, La Habana. p. 23.
- Funes-Monzote, F.R., Castro, J., Goncalvez, A.L., Valdés, N., Pérez, D., Rodríguez, Y., 2009. Energía 3.01: Sistema computarizado para el cálculo de la eficiencia energética en la producción agropecuaria. Sistema computarizado y manual de usuario. URL: <http://cambio2.org/software/>
- Funes-Monzote, F.R., López-Ridaura, S., Tiftonell, P., 2009a. Diversidad y eficiencia: elementos clave de una agricultura ecológicamente intensiva. *LEISA Revista de Agroecología* 25 (1): 12-14.

- Funes-Monzote, F.R., Martín, G.J., Suárez, J., Blanco, D., Reyes, F., Cepero, L., Rivero, J.L., Rodríguez, E., Savran, V., del Valle, Y., Cala, M., Vigil, M.C., Sotolongo, J.A., Boillat, S., Sánchez, J.E., 2011. Evaluación inicial de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía en Cuba. Pastos y Forrajes (aceptado).
- Galloso, M., Funes-Monzote, F.R., Simon, L., Castañeda, L. y Delgado, R., 2009. Reconversión energética y proteica de la producción bufalina en condiciones experimentales. Memorias II Simposio Internacional Agrodesarrollo 2009. 26-28 de mayo, Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas, Cuba, pp. 218-219.
- García, L., Crecente, R., Coimbra, E., 2009. Contribuciones de las mujeres a la economía rural y su reconocimiento en las políticas públicas. Univ. Santiago de Compostela, Escuela Politécnica Superior-Lugo España. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 183.
- García-Trujillo, R., 1996. Los animales en los sistemas agroecológicos. ACAO, La Habana.
- Giampietro, M. Pastore, G., 2001. Operationalizing the concept of Sustainability in agriculture: Characterizing Agroecosystems on a Multi-criteria , Multiple-scale Performance Spaser. En: Stephen R. Gliessman (ed): Agroecosystem Sustainability: Developing Practical strategies CRC Press, Boca Raton. pp. 177-202.
- Giampietro, M., Pastore, G., Bukkens, S.F.G., Pimentel, D., 1994. Models of energy analysis to assess the performance of food systems. *Agricultural Systems*, No .45. pp. 19-41.
- Gliessman, S.R., 2001. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. CRC Lewis Publisher, Boca Raton, USA.
- Gliessman, S.R., 2006. Agroecology: The ecology of sustainable food systems. CRC Lewis Publishers, Boca Raton, USA.
- Godfray, C., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, L., Toulmin, S.M., 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327, 812-818.
- Hernández, A., 1999. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. MINAG. AGRINFOR, La Habana, Cuba. p. 64.

- Hernández, M. M., Suárez, L., Rodríguez, O., López, M., Plasencia, Z., Valido, M., 2009. Rescate de especies vegetales de interés alimentario y ornamental con la participación de agricultores en el municipio La Palma. INCA. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 140.
- Instituto de Investigaciones Avícolas. Departamento de Nutrición, 1991. Formulación de raciones prácticas para la cría de aves en las condiciones del período especial.
- Kimbrell, A. (ed.), 2000. Fatal harvest: The tragedy of industrial agriculture. Foundation for Deep Ecology, California, USA.
- Leach, G., 1976. Energy and Food production. Guilford: IPC Science and Technology Press.
- Leyva, R. S., Calzadilla, E. A., Bracero, J. L., Varona, S., 2009. Estudio del Marabú para su uso en la generación de electricidad en la industria azucarera. Universidad de Camaguey. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 169.
- Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordas, C.A., Damalas, C.A., 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. *Europ. J. Agronomy* 34, 287-294.
- Márquez, M., Valdés, N., Ferro, E.M., Paneque, I., Rodríguez, Y., Chirino, E., Gómez, L.M., Vargas, D., Funes-Monzote, F.R., 2011. Análisis agroenergético de tipologías agrícolas en La Palma. En: Ríos, H., Vargas, D., Funes-Monzote, F.R., (comps.). Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. INCA, La Habana. pp. 105-122.
- Marten, G. G. Tradicional Agricultura in Southeast Asia: A Human Ecology Perspectiva. Boulder: Westview Press. 1986.
- Martirena, F., 2009. La producción de ecomateriales para la vivienda social. CIDEM. Univ. Central de las Villas. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 196.
- McCracken, J.A., Pretty, J.N., Conway, G.R., 1998. An Introduction to Rapid Rural Appraisal for Agricultural Development. International Institute for Environment and Development, Londres.
- Merlos, T. M., Palma, J. M., 2009. Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales como herramienta de sustentabilidad en la producción animal en México. Univ. De Guadalajara; Univ. De Colima México. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 145.

- Mohammadi Nassab, A.D., Amon, T., Kaul, H.P., 2011. Competition and yield in intercrops of maize and sunflower for biogas. *Industrial Crops and Products* 34, 1203-1211.
- Neuner, J., 1997. Contabilidad de costos. Limusa, Noriega Editores, México.
- Odum, E.P. Properties of Agroecosystems. *Agricultural Ecosystems*. Lowrance et al., eds New York: Wiley Interscience. 1984.
- Ojeda, F., Pino, B. N., Lamela, L., Santana, H., Montejo, I., Martín. G. J., 2009. Uso integral del hollejo de cítricos en la alimentación animal: una solución para eliminar la contaminación ambiental. EEPF Indio Hatuey; Emp. Cítricos V. de Girón. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 154.
- OLPP, 2007. Estrategia ambiental de Jagüey Grande, Matanzas, 2008-2010.
- OLPP, 2010. Estrategia ambiental municipal 2011-2015. Jagüey Grande, Matanzas.
- Pagés, R., 2006. Necesarios cambios en relaciones con el sector cooperativo-campesino. Granma, 18 de diciembre de 2006, p. 3.
- Pentón, G., Martín, G. J., Villalba, P. L., 2009. Consideraciones económicas acerca del empleo de biofertilizantes e intercalamiento de cultivos como abono verde en plantaciones de morera. EEPF Indio Hatuey. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 92.
- Pérez Rojas, N., Echeverría, D., 2000. Participación y autonomía de gestión en las UBPC. Estudios de casos. En: Bucrhardt, H. (ed.) La última reforma del siglo, Nueva Sociedad, Caracas, 2000, pp. 71-102.
- Pimentel, D., 1997. Livestock production: energy inputs and the environment. En: Scott, S.L, Zhao, X. (eds.): Proceedings 46th annual Meeting of the Canadian Society of Animal Science, 24-26 julio, Montreal, 1997. pp. 16-26.
- Pimentel, D., Pimentel, M.H., 2008. Alimento, Energía y Sociedad. 3ª edición. CRC Press.
- Porrata, C., Hernández, M., Argueyes, J.M., 1996. Recomendaciones nutricionales y guías de alimentación para la población cubana. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos, La Habana, Cuba.
- Pretty, J.N., Noble, A.D., Bossio, D., Dixon, J., Hine, R.E., Penning de Vries, F.W.T., Morrison, J.I.L., 2006. Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environmental Science and Technology* 40: 1114-1119.

- Ríos, H., 2004. Logros en la implementación del fitomejoramiento participativo en Cuba. *Cultivos Tropicales* 24 (4). pp. 17-23.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W., 1992. Plant physiology. 4th ed. Wadsworth Publishing Company, California, USA. 682 p.
- Sánchez, S., Crespo, G. J., Hernández, M. B., García, Y., 2009. Manejo integrado de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. EEPF Indio Hatuey. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 121.
- Schiere, J.B., Ibrahim, M.N.M., Van Keulen, H., 2002. The role of livestock for sustainability in mixed farming: Criteria and scenario studies under varying resource allocation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90, 139-153.
- Schultz, B., Phillips, C., Rosset, P., Vandermeer, J., 1982-1983. An experiment in intercropping cucumbers and tomatoes in southern Michigan, U.S.A. *Scientia Horticulturae* 18, 1-8.
- Skerman, P.J., Riveros, F., 1992. Gramíneas tropicales. Colección FAO, Producción y Protección Vegetal No. 23, FAO, Roma.
- Socorro M., Hernández, D., Franco, I., Morales, O., Meneses, P., 2009. Empleo de biofertilizantes sólidos como alternativa para la fertilización del cultivo del arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 215.
- Spedding, C.R.W., 1979: An introduction to agricultural systems. Elsevier, Ámsterdam.
- Tilman D., Cassman K. G., Matson P. A., Taylor R., Polasky S., 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 8.
- Uphoff, N. (ed.) 2002. Agroecological innovations: Increasing food production with participatory developing. Earthscan, Londres.
- Valdés, N., Pérez, D., Márquez, M., 2011. Evaluación de la estabilidad de ecosistemas en Pinar del Río. En: Ríos, H., Vargas, D., Funes-Monzote, F.R. (comps.). Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. INCA, La Habana. pp. 137-144.
- Vandermeer J., 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, New York.
- Vázquez, L. 2009. Sanidad vegetal en el contexto de la agroecología. Enfoque de sistema en el manejo de plagas. INISAV. Memorias Agrodesarrollo '09, pág. 129.
- Wiersum, K. F., 1981. Viewpoint on Agroforestry. The Netherlands: Agricultural University. Wageningen.

ANEXO 1. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, PECUARIA E INDUSTRIAL (año 2008)

PLANILLA PARA LA CAPTURA DE DATOS - Y CÁLCULO DE ENERGÍA Y PROTEÍNA					
Nombre del sistema productivo			Finca La Perla		
Período de análisis			Año 2008		
Área total (ha)			31,79		
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (t)	PT (kg)	VC (MJ/kg)	VP (% PB) (g/100 g)	PE (MJ)	PP(kg)
Aguacate	805	5,00	0,22	4025,0	177,1
Calabaza	992,7	0,80	0,09	794,1	89,3
Calabaza china	1 041,9	1,10	0,10	1146,1	104,2
Guayaba	8 742,3	2,90	0,26	25 352,7	2 273,0
Mango	460,0	2,70	0,05	1 242,0	23,0
Palmiche	5 060,0	5,20	1,85	26 289,7	9 361,0
Plátano burro	27 434,4	5,10	0,13	139 915,4	3 566,5
Plátano fruta	2 455,9	3,70	0,11	9 086,9	270,2
SUBTOTAL	46 992,2			207 852,1	15 864,3
Rendimiento (t/ha)		1,5			
PRODUCCIÓN PECUARIA					
Carne de cerdo	25 338,0	11,00	1,69	278 718,0	42 821,2
Carne de pato	13 640,2	16,90	1,15	230 519,2	15 686,2
Vísceras cerdo	284,3	11,00	1,69	3 127,3	480,5
SUBTOTAL	39 262,5			512 364,5	58 987,9
Rendimiento (t/ha)		1,3			
MICROINDUSTRIA					
Barras de guayaba	1 600	19,2	0,26	30 785,6	416
SUBTOTAL	1 600			30 785,6	416
Producción (t/ha)		0,05			
TOTAL	87 855,7			751 002,2	75 268,2
Rendimiento (t/ha)		2,8		23 623,8	2 367,7

Nota: PT: Producción Total; VC: Valor Calórico; VP: Valor Proteico; PE: Producción de Energía; PP: Producción de Proteína.

ANEXO 2. INSUMOS PRODUCTIVOS (año 2008)

PLANILLA PARA LA CAPTURA DE DATOS - GASTOS EN INSUMOS PRODUCTIVOS						
Nombre del sistema productivo		Finca La Perla				
Período de análisis		Año 2008				
Área total (ha)		31,79				
TIPO DE INSUMOS	UM	CT	EC (MJ/kg)	EP (g/100g)	GC (GJ)	GP (t)
Combustible diesel	l	6 738,0	38,7		260,7	
Gasolina motor	l	90,0	3,4		0,3	
Lubricantes	kg	108,0	3,4		0,4	
Trabajo humano	h	31 360,0	1,0		31,4	
Trabajo animal	h	15 680,0	7,6		118,4	
Pienso porcino lactación	kg	32 651,0	14,2	1,8	464,6	60,1
Pienso porcino iniciar	kg	1 7383,0	14,4	2,1	250,1	36,5
Pienso porcino crecimiento	kg	74 203,0	14,4	1,8	1068,5	133,6
Pienso porcino único	kg	4 513,0	28,4	1,3	128,3	5,9
Pienso porcino ceba	kg	140 953,0	14,2	1,3	2001,5	186,1
Pienso porcino gestación	kg	217,0	14,2	1,2	3,1	0,3
Materia prima afrecho	kg	17 641,0	2,5	1,4	44,1	24,7
Materia prima maíz	kg	1 000,0	15,3	0,9	15,3	0,9
Materia prima soya	kg	30 281,0	18,7	3,7	566,3	110,5
Materia prima chícharo	kg	80,0	15,3	1,9	1,2	0,2
Pienso avícola ponedora	kg	14 193,0	11,6	1,7	165,2	24,1
Pienso avícola pollona	kg	1 200,0	12,0	1,9	14,4	2,2
Pienso avícola iniciar ganso	kg	11 017,0	11,7	2,0	129,0	22,0
Pienso avícola iniciar pavo	kg	15 771,0	11,7	2,4	185,0	37,9
Pesticidas	l	1,5	184,0		0,3	
Fertilizantes	kg	6 349,0	24,0		152,2	
Total					5 600,0	644,89

Nota: UM: Unidad de Medida; CT: Cantidad Total; EC: equivalencia Calórica; EP: Equivalencia Proteica; GC: Gasto Calórico; GP: Gasto Proteico.

ANEXO 3. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (año 2008)

Indicador	Subsistema agrícola	Subsistema ganadero
Gasto calórico (GJ)	431,1	5 168,6
BE (salidas/entradas)	207,8 GJ / 545,2 GJ = 0,38	512,4 GJ / 5054,8 GJ = 0,10
CEP (MJ/kg)	545243,9 MJ / 15864,3 kg = 34,37	5 054 760,9 MJ / 58 987,9 kg = 85,69
Balance energético del sistema agricultura + ganadería (salidas/entradas)	751,0 GJ / 5 600,0 GJ = 0,13	
Costo energético de la producción de proteína (MJ/kg)	5 600 004,8 MJ / 75 268,2 kg = 74,4	
Personas que alimenta el sistema desde el punto de vista energético por año	186	
Personas que alimenta el sistema desde el punto de vista proteico por año	2594	

Notas: BE: Balance energético; CEP: Costo Energético de la producción de proteína

Requerimiento energía: 11,05 MJ/persona/día; Requerimiento proteína: 0,0795 kg/persona/día. Porrata et al. (1996).

Requerimiento moderado y rango de edades desde 30 a 60 años (Porrata et al., 1996).

Base de cálculo energía: $Pe = 23623,85 \text{ (MJ/ha)} / 11,05 \text{ (MJ/pers./día)} / 365 \text{ (días)} = 5,9$ personas diariamente por hectárea y al año.

Base de cálculo proteína: $Pp = 2367,67 \text{ (kg/ha)} / 0,0795 \text{ (kg/pers./día)} / 365 \text{ (días)} = 81,59$ personas diariamente por hectárea y al año.

ANEXO 4. ANÁLISIS FINANCIERO (año 2008)

Indicador	Cantidad (\$)
Ingresos agrícolas (1)	41 083,12
Ingresos pecuarios (2)	302 057,62
Otros ingresos (3)	4 960,00
Total ingresos (4)	348 100,74
Gastos agrícolas (5)	43 672,97
Gastos pecuarios (6)	180 927,88
Otros gastos (7)	-
Total gastos (8)	224 600,85
Resultado	123 499,89
Relación costo/beneficio	0,65

Nota: Resultado = (1 + 2 + 3 + 4) – (5 + 6 + 7 + 8); Relación costo/beneficio = Total de gastos / Total de ingresos

ANEXO 5. RESUMEN DE INDICADORES (año 2008)

Indicador	UM	Valor
Energía producida por el sistema	GJ	751,0
Proteína producida por el sistema	t	75,3
Energía insumida por el sistema	GJ	5 600,0
Proteína insumida por el sistema	t	644,9
Balance energético		0,13
Costo energético de la proteína producida	MJ/kg	74,40
Personas que el sistema alimenta con energía	Pers/ha/día	5,9
Personas que el sistema alimenta con energía	Pers/ha/año	186,0
Personas que el sistema alimenta con proteína	Pers/ha/día	81,6
Personas que el sistema alimenta con proteína	Pers/ha/año	2594
Total de ingresos	\$	348 100,74
Total de gastos	\$	224 600,85
Resultado (ganancia - pérdida)	\$	123 499,89
Relación costo/beneficio		0,65

ANEXO 6. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, PECUARIA E INDUSTRIAL (año 2009)

PLANILLA PARA LA CAPTURA DE DATOS - Y CÁLCULO DE ENERGÍA Y PROTEÍNA					
Nombre del sistema productivo			Finca La Perla		
Período de análisis			Año 2009		
Área total (ha)			31,79		
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (t)	PT (kg)	VC (MJ/kg)	VP (% PB) (g/100 g)	PE (MJ)	PP(kg)
Aguacate	92,0	5,00	0,22	460,0	20,2
Calabaza	1380,0	1,10	0,10	1 518,0	138,0
Calabaza china	0	1,10	0,10	0	0
Guayaba	7473,2	2,90	0,26	21 672,2	1 943,0
Mango	2636,7	2,70	0,05	7 119,1	131,8
Mamey colorado	344,1	3,60	0,17	1 238,7	58,5
Palmiche	644,0	5,20	1,85	3 345,9	1 191,4
Plátano burro	22 397,4	5,10	0,13	114 226,7	2 911,6
Plátano fruta	1 474,8	3,70	0,11	5 456,6	162,2
Leña*	48 576,0	15,50	0	753 073,7	0
Pastos y forrajes*	47 559,4	7,96	0,80	378 620,4	38 047,5
SUBTOTAL	37 224,1			1 286 731,0	44 604,4
Rendimiento (t/ha)		1,2			
PRODUCCIÓN PECUARIA					
Carne de cerdo	31 700,1	11,00	1,69	348 701,1	53 573,2
Carne de pato	14 722,4	16,90	1,15	248 808,6	16 930,8
Carne de gallina	377,0	7,20	2,09	2 714,4	787,9
Huevo criollo (44 g)	1 299,5	6,00	1,26	7 797,0	1 637,4
Vísceras cerdo	518,9	11,0	1,69	5 707,9	876,9
SUBTOTAL	48 618,0			613 729,0	73 806,2
Rendimiento (t/ha)		1,5			
MICROINDUSTRIA					
Barras de guayaba	983,5	19,24	0,26	18 922,5	255,7
Mermelada guayaba	159,0	19,24	0,26	3 059,2	41,3
SUBTOTAL	1 142,5			21 981,7	297,1
TOTAL	86 985,6			1 922 441,7	118 707,7
TOTAL*				790 747,6	80 660,2
Rendimiento (t/ha)*		2,7		24 874,1	2 537,3

Nota: PT: Producción Total; VC: Valor Calórico; VP: Valor Proteico; PE: Producción de Energía; PP: Producción de Proteína.

*La leña y los pastos y forrajes no se incluyen en el cálculo de la producción energética y proteica para la alimentación humana.

ANEXO 7. INSUMOS PRODUCTIVOS (año 2009)

PLANILLA PARA LA CAPTURA DE DATOS - GASTOS EN INSUMOS PRODUCTIVOS						
Nombre del sistema productivo		Finca La Perla				
Período de análisis		Año 2009				
Área total (ha)		31,79				
TIPO DE INSUMOS	UM	CT	EC (MJ/kg)	EP (g/100g)	GC (GJ)	GP (t)
Combustible diesel	l	113 66	38,70		439,8	
Gasolina motor	l	1 252	3,40		4,3	
Lubricantes	kg	181	3,40		0,6	
Trabajo humano	h	31 360	1,00		31,4	
Trabajo animal	h	15 680	7,55		118,4	
Pienso porcino lactación	kg	35 610	14,23	1,84	506,7	65,5
Pienso porcino iniciar	kg	42 597	14,39	2,10	613,0	89,5
Pienso porcino crecimiento	kg	35 959	14,40	1,80	517,8	64,7
Pienso porcino ceba	kg	314 784	14,20	1,32	4 469,9	415,5
Materia prima afrecho	kg	48 970	2,50	1,40	122,4	68,6
Materia prima salvado-mezcla	kg	9 500	2,50	1,40	23,7	13,3
Materia prima maíz	kg	22 074	15,30	0,94	337,7	20,7
Materia prima soya	kg	18 710	18,70	3,65	349,9	68,3
Pienso avícola ponedora	kg	10 400	11,64	1,70	121,0	17,7
Pienso avícola pollona	kg	2 000	11,96	1,85	23,9	3,7
Pienso avícola iniciar ganso	kg	39 244	11,71	2,00	459,5	78,5
Pienso avícola iniciar pavo	kg	9 859	11,73	2,40	115,7	23,7
Pienso avícola crecimiento pavo	kg	2 000	11,73	1,80	23,5	3,6
Herbicidas	kg	30	238,00		7,1	
Fertilizantes	kg	14 029	23,97		336,3	
Total					8 622,8	933,2

Nota: UM: Unidad de Medida; CT: Cantidad Total; EC: equivalencia Calórica; EP: Equivalencia Proteica; GC: Gasto Calórico; GP: Gasto Proteico.

ANEXO 8. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (año 2009)

Indicador	Subsistema agrícola	Subsistema ganadero
Gasto calórico (GJ)	917,6	7 705,2
BE (salidas/entradas)	155,0 GJ / 917,6 GJ = 0,17	613,7 GJ / 7 705,2 GJ = 0,08
CEP (MJ/kg)	917 584,2 MJ / 6671,4 kg = 137,5	7705192,06 MJ / 73986,2 kg = 104,1
Balance energético del sistema agricultura + ganadería (salidas/entradas)	790,7 GJ / 8 622,8 GJ = 0,082	
Costo energético de la producción de proteína (MJ/kg)	8 622 776,3 MJ / 80 660,2 kg = 106,9	
Personas que alimenta el sistema desde el punto de vista energético por año	197	
Personas que alimenta el sistema desde el punto de vista proteico por año	2784	

Notas: BE: Balance energético; CEP: Costo Energético de la producción de proteína

Requerimiento energía: 11,05 MJ/persona/día; Requerimiento proteína: 0,0795 kg/persona/día. Porrata et al. (1996).

Requerimiento moderado y rango de edades desde 30 a 60 años (Porrata et al., 1996).

Base de cálculo energía: $Pe = 24\,874,1 \text{ (MJ/ha)} / 11,05 \text{ (MJ/pers./día)} / 365 \text{ (días)} = 6,2$ personas diariamente por hectárea y al año.

Base de cálculo proteína: $Pp = 2\,537,3 \text{ (kg/ha)} / 0,0795 \text{ (kg/pers./día)} / 365 \text{ (días)} = 87,4$ personas diariamente por hectárea y al año.

ANEXO 9. ANÁLISIS FINANCIERO (año 2009)

Indicador	Cantidad (\$)
Ingresos agrícolas (1)	27 856,51
Ingresos pecuarios (2)	400 961,97
Otros ingresos (3)	3 414,55
Total ingresos (4)	432 233,03
Gastos agrícolas (5)	76 007,66
Gastos pecuarios (6)	288 004,24
Otros gastos (7)	-
Total gastos (8)	364 011,91
Resultado	68 221,12
Relación costo/beneficio	0,84

Nota: Resultado = (1 + 2 + 3 + 4) – (5 + 6 + 7 + 8); Relación costo/beneficio = Total de gastos / Total de ingresos

ANEXO 10. RESUMEN DE INDICADORES (año 2009)

Indicador	UM	Valor
Energía producida por el sistema	GJ	790,7
Proteína producida por el sistema	t	80,7
Energía insumida por el sistema	GJ	8 622,8
Proteína insumida por el sistema	t	933,2
Balance energético		0,08
Costo energético de la proteína producida	MJ/kg	106,9
Personas que el sistema alimenta con energía al día	Pers/ha/día	6,2
Personas que el sistema alimenta con energía	Pers/ha/año	197
Personas que el sistema alimenta con proteína al día	Pers/ha/día	87,4
Personas que el sistema alimenta con proteína	Pers/ha/año	2 778,4
Total de ingresos	\$	432 233,03
Total de gastos	\$	364 011,91
Resultado (ganancia - pérdida)	\$	68 221,12
Relación costo/beneficio		0,84

ANEXO 11. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, PECUARIA E INDUSTRIAL (año 2010)

PLANILLA PARA LA CAPTURA DE DATOS - Y CÁLCULO DE ENERGÍA Y PROTEÍNA					
Nombre del sistema productivo			Finca La Perla		
Período de análisis			Año 2010		
Área total (ha)			31,79		
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (t)	PT (kg)	VC (MJ/kg)	VP (% PB) (g/100 g)	PE (MJ)	PP(kg)
Aguacate	2 266,0	5,00	0,22	11 329,8	498,5
Calabaza	2 392,0	1,10	0,10	2 631,2	239,2
Coco	184,0	14,80	0,33	2 723,2	60,7
Guayaba	13 083,3	2,90	0,26	37 941,6	3 401,7
Mango	427,8	2,70	0,05	1 155,1	21,4
Mamey colorado	396,1	3,60	0,17	1 425,8	67,3
Piña	1 383,2	2,10	0,50	2 904,8	691,6
Palmiche	6 199,9	5,20	1,85	32 239,5	11 469,8
Plátano burro	24 568,1	5,10	0,13	125 297,5	3 193,9
Plátano fruta	1 921,0	3,70	0,11	7 107,6	211,3
Leña*	92 736,0	15,50	0,00	1 437 408,0	0,00
Pastos y forrajes*	52 196,2	7,96	0,80	415 481,8	41 757,0
SUBTOTAL	52 821,3			2 077 645,9	61 612,3
Rendimiento (t/ha)		1,7			
PRODUCCIÓN PECUARIA					
Carne de cerdo	27 999,5	11,00	1,69	307 994,5	47 319,2
Carne de pato	42 909,8	16,90	1,15	725 175,6	49 346,3
Carne de gallina	649,3	7,20	2,09	4 674,9	1 357,0
Carne de ovino	362,0	4,00	1,67	1 448,0	604,5
Carne de conejo	38,0	5,70	2,01	216,6	76,4
Huevo criollo (44 g)	2 394,6	6,00	1,26	14 367,7	3 017,2
Vísceras cerdo	2 802,2	11,00	1,69	30 824,2	4 735,7
SUBTOTAL	77 155,4			1 084 701,5	106 456,3
Rendimiento (t/ha)		2,4			
MICROINDUSTRIA					
Barras de guayaba		19,24	0,26		
Mermelada de guayaba		19,24	0,26		
Dulce de calabaza china					
SUBTOTAL					
Producción (t/ha)		0,003			
TOTAL	130,06			3 162 347,4	168 068,6
TOTAL*				1 309 457,6	126 311,6
Rendimiento (t/ha)*		4,2		41 190,9	3 973,3

Nota: PT: Producción Total; VC: Valor Calórico; VP: Valor Proteico; PE: Producción de Energía; PP: Producción de Proteína.

*La leña y los pastos y forrajes no se incluyen en el cálculo de la producción energética y proteica para la alimentación humana.

ANEXO 12. INSUMOS PRODUCTIVOS (año 2010)

PLANILLA PARA LA CAPTURA DE DATOS - GASTOS EN INSUMOS PRODUCTIVOS						
Nombre del sistema productivo		Finca La Perla				
Período de análisis		Año 2010				
Área total (ha)		31,79				
TIPO DE INSUMOS	UM	CT	EC (MJ/kg)	EP (g/100g)	GC (GJ)	GP (t)
Combustible diesel	l	7 908,5	38,70		306,1	
Gasolina motor	l	700,0	3,40		2,4	
Lubricantes	kg	90,0	3,40		0,3	
Trabajo humano	h	31 953,6	1,00		31,9	
Trabajo animal	h	15 976,8	7,55		120,6	
Pienso porcino lactación	kg	23 784,0	14,23	1,84	338,4	43,8
Pienso porcino iniciar	kg	42 124,0	14,39	2,10	606,2	88,5
Pienso porcino crecimiento	kg	50 048,0	14,40	1,80	720,7	90,1
Pienso porcino único	kg	585,0	28,44	1,30	16,6	0,8
Pienso porcino ceba	kg	226 275,0	14,20	1,32	3 213,1	298,7
Pienso porcino gestación	kg	1 912,0	14,23	1,24	27,2	2,4
Materia prima afrecho	kg	73 778,0	2,50	1,40	184,4	103,3
Materia prima maíz	kg	14 225,0	15,30	0,94	217,6	13,4
Materia prima soya	kg	9 504,0	18,70	3,65	177,7	34,7
Materia prima chícharo	kg	134,0	15,30	1,93	2,1	0,3
Pienso avícola ponedora	kg	30 635,0	11,64	1,70	356,6	52,1
Pienso avícola iniciar pato	kg	57 945,0	10,89	1,39	631,3	80,5
Pienso avícola iniciar ganso	kg	81 985,0	11,71	2,00	960,0	164,0
Pienso avícola cresc. pavo		9 510,0	11,73	1,80	111,6	17,1
Total					8 024,9	989,4

Nota: UM: Unidad de Medida; CT: Cantidad Total; EC: equivalencia Calórica; EP: Equivalencia Proteica; GC: Gasto Calórico; GP: Gasto Proteico.

ANEXO 13. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (año 2010)

Indicador	Subsistema agrícola	Subsistema ganadero
Gasto calórico (GJ)	441,8	7 583,1
BE (salidas/entradas)	224 756,1 MJ / 441 767,0 MJ = 0,51	1 084 701,5 MJ / 7 583 130,99 GJ = 0,14
CEP (MJ/kg)	441 767,0 MJ / 19855,3 kg = 22,24	7 583 131,0 MJ / 106 456,3 kg = 71,23
Balance energético del sistema agricultura + ganadería (salidas/entradas)	1 309,5 GJ / 8 024,9 GJ = 0,16	
Costo energético de la producción de proteína (MJ/kg)	8 024 898,0 MJ / 126 311,6 kg = 63,52	
Personas que alimenta el sistema desde el punto de vista energético (ha/año)	10,22	
Personas que alimenta el sistema desde el punto de vista proteico (ha/año)	4 353	

Notas: BE: Balance energético; CEP: Costo Energético de la producción de proteína

Requerimiento energía: 11,05 MJ/persona/día; Requerimiento proteína: 0,0795 kg/persona/día. Porrata et al. (1996).

Requerimiento moderado y rango de edades desde 30 a 60 años (Porrata et al., 1996).

Base de cálculo energía: $Pe = 41190,9 \text{ (MJ/ha)} / 11,05 \text{ (MJ/pers./día)} / 365 \text{ (días)} = 10,22$ personas diariamente por hectárea y al año.

Base de cálculo proteína: $Pp = 3973,3 \text{ (kg/ha)} / 0,0795 \text{ (kg/pers./día)} / 365 \text{ (días)} = 136,9$ personas diariamente por hectárea y al año.

ANEXO 14. ANÁLISIS FINANCIERO (año 2010)

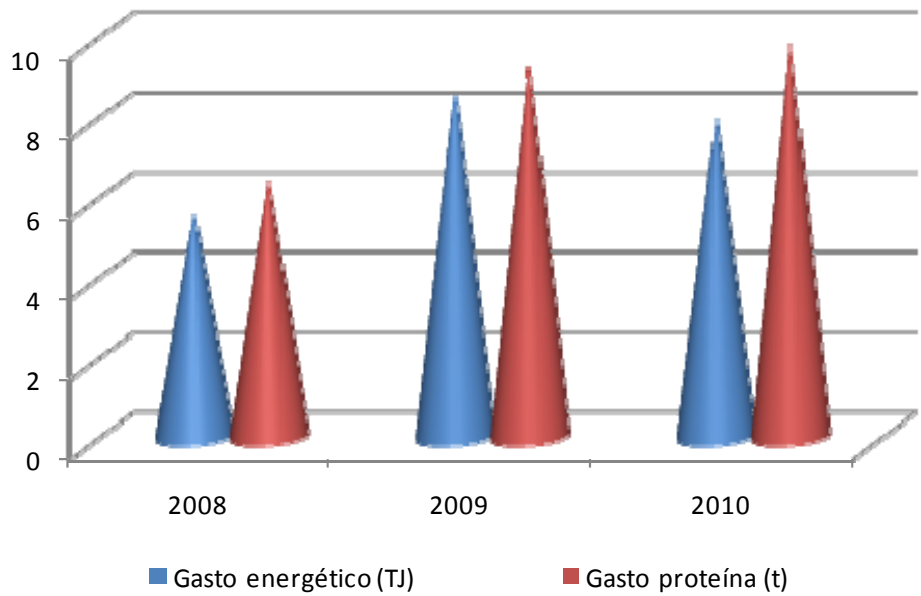
Indicador	Cantidad (\$)
Ingresos agrícolas (1)	44 023,19
Ingresos pecuarios (2)	561 650,29
Otros ingresos (3)	206,40
Total ingresos (4)	605 879,88
Gastos agrícolas (5)	80 499,54
Gastos pecuarios (6)	318 926,15
Otros gastos (7)	-
Total gastos (8)	399 425,69
Resultado	206 454,19
Relación costo/beneficio	0,66

Nota: Resultado = (1 + 2 + 3 + 4) – (5 + 6 + 7 + 8); Relación costo/beneficio = Total de gastos / Total de ingresos

ANEXO 15. RESUMEN DE INDICADORES (año 2010)

Indicador	UM	Valor
Energía producida por el sistema	GJ	1 309,5
Proteína producida por el sistema	t	126,3
Energía insumida por el sistema	GJ	8 024,9
Proteína insumida por el sistema	t	989,4
Balance energético		0,16
Costo energético de la proteína producida	MJ/kg	63,52
Personas que el sistema alimenta con energía	Pers/ha/día	10,22
Personas que el sistema alimenta con energía	Pers/ha/año	325
Personas que el sistema alimenta con proteína	Pers/ha/día	136,9
Personas que el sistema alimenta con proteína	Pers/ha/año	4352
Total de ingresos	\$	605 879,88
Total de gastos	\$	399 425,69
Resultado (ganancia - pérdida)	\$	206 454,19
Relación costo/beneficio		0,66

ANEXO 16-A. Gasto de insumos energéticos y proteicos del sistema



ANEXO 16-B. Eficiencia energética y relación costo/beneficio por año

