



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS



DIAGNÓSTICO AGROECOLÓGICO DE LA FINCA CAMPESINA “LA AMÉRICA”

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
FRUTICULTURA TROPICAL

Autor: Ing. Alain Prieto Cepero.

Tutor: Dr. C. Ramón Liriano González.

Matanzas
2022

PENSAMIENTO

...La agricultura es la única fuente constante,
cierta y eternamente pura de riqueza....



José Martí

DEDICATORIA

- Le dedico este trabajo a mis padres por el apoyo y ejemplo en la vida a seguir.
- A la fe, esa que nos mantiene en pie cuando nada más nos sostiene.

AGRADECIMIENTOS

- En especial a mi tutor Dr. C. Ramón Liriano González por su apoyo, amistad, dedicación y apoyo incondicional.
- A la Revolución que nos ha brindado la posibilidad de superarnos y ser cada vez más útiles.
- A todas las personas que de una manera u otra han hecho posible mi formación.
- Al colectivo de profesores del programa de la Especialidad en Fruticultura Tropical de los cuales he tenido realmente el apoyo necesario para mi formación profesional.
- A TODOS, los que de una manera u otra han contribuido a la culminación de esta obra.

Muchas gracias.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la finca campesina “La América”, ubicada en el poblado de Torriente, municipio de Jagüey Grande, provincia de Matanzas, con el objetivo de diagnosticar los principales elementos agroproductivos, energéticos y sociales de la finca campesina “La América”, como unidad de producción familiar. Para el diagnóstico y toma de datos se utilizó la guía propuesta por el Grupo de Agricultura Sostenible de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas y el modelo de captura de información para el diagnóstico agroecológico propuesto por el proyecto BIOMAS-CUBA, identificando las especies agrícolas y su productividad. Se determinaron los índices de diversidad de Margalef, de Shannon y el índice de Dominancia de Simpson utilizando el software DIVERS, así como las prácticas agroecológicas presentes en las fincas y la eficiencia energética del agroecosistema. El diagnóstico realizado permitió caracterizar la diversidad de especies vegetales que componen el sistema agrícola estudiado y evaluar su funcionalidad a partir de los indicadores de diversidad analizados. Se ejecutan un número limitado de prácticas agroecológicas que inciden en el funcionamiento y sostenibilidad del agroecosistema estudiado. Los valores alcanzados en la eficiencia energética inciden en la capacidad de producir alimentos a un bajo costo energético.

ÍNDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	3
2.1 Revolución Verde. Consecuencias.	3
2.2 Agroecología como ciencia.	5
2.3 Biodiversidad.	10
2.3.1 Factores que contribuyen al funcionamiento de la biodiversidad.	12
2.4 Eficiencia energética.	15
3. MATERIALES Y METODOS.	20
3.1 Ubicación geográfica de la finca.	20
3.2 Caracterización climática.	20
3.3 Diagnóstico.	20
3.3.1 Identificación y conteo de las especies vegetales y sus individuos.	20
3.3.2 Determinación de índices de diversidad.	20
3.3.3 Determinación de las prácticas agroecológicas presentes en la finca.	21
3.3.4 Determinación de la eficiencia energética del agroecosistema.	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Caracterización general de la finca.	24
4.1.1 Caracterización climática.	24
4.2 Identificación y conteo de las especies vegetales y sus individuos.	26
4.3 Índices de diversidad.	28
4.4 Prácticas agroecológicas presentes en la finca.	30
4.5 Eficiencia energética del agroecosistema.	34
5. CONCLUSIONES	36
6. RECOMENDACIONES	37
7. BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	49

1. INTRODUCCION.

La crisis de la agricultura industrial convencional o de revolución verde es universal y afecta tanto a las economías de los países desarrollados como a los del tercer mundo, sus dimensiones son tales, que está muy clara la necesidad urgente de la búsqueda de un modelo agrícola alternativo.

Este modelo de producción ha contribuido a la destrucción de los ecosistemas naturales y agroecosistemas, al acelerar los procesos de deforestación, erosión y pérdida de la fertilidad natural del suelo, a la vez que acrecentó la dependencia del agricultor hacia los insumos externos, especialmente sintéticos, incrementado la vulnerabilidad agrícola y afectando la seguridad alimentaria.

Casimiro y Casimiro (2018); Fernández *et al.* (2018) coinciden al plantear que entre las múltiples consecuencias que originó dicho modelo se encuentran: la degradación y compactación de los suelos, la erosión, la salinidad y los brotes de plagas. Todo lo cual de acuerdo con Nicholls *et al.* (2015) lo convierten en un modelo no deseado por la humanidad desde el punto de vista económico, ecológico y social.

El mundo actual requiere de la aplicación de la sabiduría de los hombres para poder subsistir y no comprometer las generaciones futuras, para ello se hace necesario la aplicación de la ciencia y la técnica, encaminada a evitar la contaminación del medio ambiente e incrementar la producción de alimentos sin el uso indiscriminado de los recursos con que contamos.

En este contexto lo más acertado sería desarrollar la ciencia de la agroecología la cual se interpreta como la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de agroecosistema sostenibles e implica la realización de prácticas agrícolas sustentadas en el conocimiento técnico y científico de los procesos ecológicos, agronómicos, y sociales que ocurren para su producción.

En Cuba el campesino ha utilizado tradicionalmente una agricultura integrada, productiva y estable. La nueva concepción de la revolución de entregar la tierra en usufructo a quién la trabaje, ha hecho posible que una gran cantidad de área que anteriormente se encontraba improductiva pase a formar parte de la tierra arable o disponible para el cultivo de viandas, granos vegetales o producciones animales, fundamentalmente.

Es en este escenario donde el diagnóstico agroecológico toma mayor importancia, permitiendo identificar las potencialidades ambientales, productivas, económicas y sociales de cada sistema, así como las limitantes que impiden maximizar su eficiencia con vistas a mejorar su productividad.

Por todo lo anteriormente planteado, se propone el siguiente **problema científico**:

El movimiento agroecológico ha venido desarrollándose principalmente por productores privados a escala de fincas campesinas o pequeñas unidades de producción familiar, logrando buenos niveles productivos, sin embargo es poco conocida la estructura vegetal y animal de estos pequeños agroecosistemas; así como su eficiencia energética en la producción de alimentos, el cuidado del medio ambiente y en el impacto social que ejercen.

Hipótesis.

El diagnóstico agroecológico de la finca campesina “La América”, permitirá describir sus características, definir los indicadores agroproductivos y su influencia en la eficiencia energética y producción de alimentos.

Objetivos.

Objetivo general

Diagnosticar los principales elementos agroproductivos, energéticos y sociales de la finca campesina “La América”, como unidad de producción familiar.

Objetivos específicos.

1. Definir la riqueza de especies vegetales con el fin de determinar los índices de diversidad.
2. Identificar las prácticas agroecológicas ejecutadas y su influencia en la diversidad de especies y producciones a obtener.
3. Determinar la eficiencia energética de la finca campesina.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Revolución Verde. Consecuencias.

La “Revolución Verde”, comenzó al término de la primera guerra mundial (1914-1918), sin embargo, su expansión global ocurrió durante la segunda guerra mundial (1939-1945), cuando las grandes industrias, sobre todo de EEUU desarrollaron una enorme acumulación de insumos y materiales de innovación tecnológica militar que no tuvo un mercado inmediato al término de la guerra, lo que obligó a derivarlos a usos civiles, sobre todo a la agricultura por su potencial de rédito económico a corto plazo (Chilón, 2017).

Friedrich (2015) afirma que el paradigma de la Revolución Verde se basa en el consumo alto de insumos + variedades de alto rendimiento + labranza intensiva = producción alta, lo que trae como problema la contaminación, eficiencia reducida, pérdida de salud del suelo, erosión de suelo, como efectos colaterales inevitables.

La “Revolución Verde” según Chilón (2017) gestó el desarrollo de una agricultura con fuerte contenido tecnológico, consistente en variedades de alto rendimiento, con el uso intensivo de fertilizantes químicos y agroquímicos (plaguicidas, herbicidas).

Esta tecnología agrícola, sustentada a base de altos insumos, trajo como consecuencia la compactación de los suelos, la contaminación de las aguas, la aparición de enfermedades, desertificación, afectaciones a la capa de ozono con el consiguiente aumento gradual de la temperatura ambiente, desaparición de miles de especies biológicas, mas hambre y por lo tanto mas muertes por desnutrición hasta llegar a amenazar la existencia humana (Godfray *et al.*, 2010).

Los actuales sistemas de producción agrícola basados, en el 90%, en la aplicación de labranza del suelo, demuestran tendencias peligrosas de una merma en la productividad y un aumento de los daños ambientales colaterales a la producción (Foresight, 2011). Este camino se puede considerar no sostenible ecológicamente, pero tampoco desde el punto de vista económico y social.

El paradigma de producción, resultado de la Revolución Verde, fue por mucho tiempo considerado la mejor opción para intensificar la producción agrícola y combatir el hambre en el mundo y por lo tanto, fue considerado también como respuesta para aliviar la pobreza rural en países en vías de desarrollo.

La Revolución Verde, el símbolo de la intensificación agrícola fue instaurada bajo la suposición de que siempre habría abundante agua y energía barata y que el clima no cambiaría. Los agroquímicos, la mecanización y las operaciones de irrigación que son el centro de la agricultura industrial, son altamente dependientes de combustibles fósiles cada vez más caros y escasos. Las condiciones climáticas extremas se están haciendo más comunes y más violentas, amenazando los cultivos, especialmente los monocultivos modernos genéticamente homogéneos que cubren el 80% de las 1 500 millones de hectáreas de tierra cultivable. Además la agricultura industrial contribuye con cerca del 25-30% de las emisiones de gases efecto invernadero, modificando tendencias climáticas y comprometiendo así la capacidad del mundo para producir alimento en el futuro (Altieri y Nicholls, 2013).

Esta agricultura no solo ha generado impactos ecológicos; sino también un impacto cultural de inapreciables consecuencias: la destrucción de los saberes acumulados durante más de 10 000 años de interacción entre la sociedad humana y la naturaleza.

Más de 6 000 millones de personas dependen del alimento que se produce en el 11% de la superficie terrestre. En los últimos 20 años se ha registrado pérdida de la capacidad productiva de los suelos: 40% en África, 38% en Asia, 32% en América Latina, 18% en Estados Unidos de América, 12% en Europa. Los suelos tropicales son más frágiles que muchos otros, pero es en sus ecosistemas donde la humanidad tiene puestas las esperanzas para el abastecimiento mundial de alimentos en las próximas décadas (Zúñiga *et al.*, 2009 citado por Franco, 2011).

En las últimas décadas la agricultura ha sido exitosa en el incremento de su productividad y la provisión de alimentos, respaldada por los avances científicos e innovaciones tecnológicas en sistemas de producción tecnificados, con la introducción de nuevas variedades y el uso de agroquímicos. Sin embargo, el abuso en la utilización de estas tecnologías y las malas prácticas agrícolas han causado la pérdida de la biodiversidad, la contaminación de aguas y suelos, y la degradación general del ambiente (Navarro, 2014).

El futuro requiere sistemas agrícolas, altamente productivos, que al mismo tiempo respondan a las necesidades multifuncionales para una sostenibilidad ecológica, económica y social. Tiene que producir, a parte de los bienes y productos alimenticios,

también servicios de ecosistemas y contribuir a mejorar la vida de los productores y la sociedad. Tiene que responder a una serie de desafíos locales, nacionales e internacionales, incluyendo el suministro de alimentos, agua, recursos genéticos, cambio climático, pobreza rural y la degradación de los recursos naturales (Kassam y Friedrich, 2012).

2.2 Agroecología como ciencia.

La agroecología, como enfoque teórico y metodológico, surge en los años 70 a partir de trabajo seminales de Stephen Gliessman y Miguel Altieri, conscientes de que el modelo de la Revolución Verde ya había demostrado innumerables fracasos socioambientales y económicos, que hoy, 30 años después, son ampliamente reconocidos (Caporal y Petersen, 2012).

La agroecología puede ser entendida como un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica, y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables (Sarandón, 2002). Además, puede entenderse como una serie de técnicas o prácticas (Wezel y Soldat, 2009).

De acuerdo con Cajas (2015), se basa en los conocimientos tradicionales del manejo de la biodiversidad, el incremento de los recursos biológicos en los sistemas de cultivo, la utilización de los medios biológicos, y ofrece la única forma práctica de restaurar las tierras agrícolas degradadas.

León y Altieri (2010) señalan que la agroecología provee un enfoque amplio, que permite entender la acción agrícola en términos holísticos, planteando que la problemática contemporánea de la producción ha evolucionado de una dimensión meramente técnica a una de dimensiones más sociales, económicas, políticas y ecosistémicas.

La agroecología es la ciencia que concentra ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente, para producir en armonía con la naturaleza, que además centra su estudio en los agroecosistemas y resalta la

interrelación de todos sus componentes, así como las complejas dinámicas de los procesos ecológicos (Altieri, 2010).

Altieri (2012) afirma que la agroecología extrapola la visión unidimensional de los agroecosistemas para abarcar un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de coevolución, estructura y funcionamiento.

La agroecología ofrece las bases científicas y metodológicas para las estrategias de transición a un nuevo paradigma de desarrollo rural. La base cultural, social y productiva de este nuevo paradigma radica en la racionalidad etnoecológica de la agricultura familiar campesina, fuente fundamental de un legado importante de saber agrícola tradicional, de agrobiodiversidad y de estrategias de soberanía alimentaria (Nicholls y Altieri, 2012).

La agroecológica considera la disminución de los impactos negativos al medio ambiente y que los procesos de producción agrícolas operen con la mayor naturalidad, un adecuado uso de los suelos, rotación de cultivos, uso de especies vegetales y animales adaptados a la localidad, nulo uso de organismos genéticamente modificados y generación de biodiversidad. Esta actividad no se da en una región específica, se va desarrollando en forma ordenada pero diferente en cada continente (USDA [Departamento de Agricultura de Estados Unidos], 2014).

El logro de una agricultura más sustentable según Sarandón (2014) requiere de un nuevo rol de la enseñanza, la investigación, la extensión y una redefinición de la relación con los agricultores. El abordaje debe hacerse desde otro paradigma. La agroecología, por su fuerte contenido ético y su enfoque holístico y sistémico, puede ser el camino adecuado.

Destaca Sarandón (2019) que para el logro de este modelo de agricultura más sustentable y humano, se requiere reemplazar el enfoque cortoplacista, productivista (y excluyente), que no tiene en cuenta los costos ambientales y sociales, por uno sustentable, que contemple y minimice los impactos ambientales y sociales a largo plazo y genere una agricultura aplicable a un mayor número de agricultores.

La investigación ha mostrado que la agroecología es flexible y lo suficientemente dinámica como para adaptarse a varias condiciones socioeconómicas y ambientales; la “agroecología, puede duplicar la producción de alimentos en regiones completas en 10

años a la vez que mitiga el cambio climático y alivia la pobreza rural, sin embargo, la mayoría de gobiernos e instituciones aún le prestan poca atención (o apoyo financiero), y relacionan la agroecología como una alternativa y no como la principal opción agrícola del futuro, además de promover el empoderamiento socioeconómico para ayudar a los campesinos a movilizarse e intercambiar experiencias. La mejor forma y el paso más difícil hacia la construcción de puentes entre el discurso y los retos agroecológicos que plantea la vida real, es conseguir científicos directamente involucrados con la agricultura, la educación, la comercialización y las políticas (Funes-Monzote, 2014).

La agroecología debe integrar ciencia, tecnología y práctica, y a los movimientos para el cambio social. No podemos dejar que la separación artificial de estas tres áreas sea una excusa que algunos utilicen para justificar el hacer solamente las partes de investigación o la tecnología. La agroecología se centra en el sistema entero de alimentos, desde la semilla hasta la mesa. El agroecólogo ideal es aquel que hace ciencia, cultiva y se compromete a asegurar de que la justicia social orienta su acción para el cambio. Debemos ayudar a conectar las personas que cultivan los alimentos con las personas que los consumen, en una relación que beneficie a ambos. Debemos restablecer la seguridad alimentaria, la soberanía alimentaria y las oportunidades en las comunidades rurales de América Latina, que han sido severamente dañadas por el sistema alimentario globalizado. Debemos respetar los diferentes sistemas de conocimiento que han co-evolucionado durante milenios bajo ecologías y culturas locales. Actuando de este modo, podemos evitar la eminente crisis alimentaria y establecer una base sostenible para los sistemas alimentarios del futuro (Gliessman, 2012).

Leyva (2016) ratifican la importancia de la agroecología, y la caracterizan como la disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica. Por otra parte, la definen como un marco teórico en el que se analizan los procesos agrícolas de manera más amplia, y donde se concibe el agroecosistema como un sistema complejo, en el cual los procesos ecológicos naturales ocurren constantemente.

La agroecología debe ser vista como una elección socioproductiva necesaria, donde la protección a las futuras generaciones y la conservación y cuidado de los recursos renovables y no renovables estará siempre presente (Jiménez y Antón, 2014).

La agroecología es una ciencia, pero reconoce, valora y dialoga con la experiencia y el conocimiento local que productores y productoras, campesinos y campesinas han generado durante muchos años, generalmente de manera empírica, y que está generalmente localmente adaptado. El enfoque agroecológico es adecuado para una nueva agricultura según Sarandón (2021) porque:

- Valora y promueve el pensamiento complejo.
- Propone objetivos a largo plazo.
- Tiene un abordaje holístico y sistémico.
- Admite que existen varios modos de hacer agricultura: ante múltiples realidades, múltiples objetivos.
- Entiende el uso heterogéneo del territorio: no sólo es para producir.
- Considera que lo local es importante: valora el conocimiento situado y empírico de los agricultores.
- Valora la inclusión del enfoque de género.
- Valora el conocimiento científico y los de otro tipo (pluri-epistemológico).
- Reconoce la necesidad de un abordaje interdisciplinario.
- Considera a la ética como un valor trascendente y pertinente en la ciencia.
- Acepta la incertidumbre como una realidad y trata de manejarla.
- Reconoce el derecho de los afectados a participar en la toma de decisiones.

La agroecología es un modelo, una ciencia, con la cual se pueden diseñar y manejar agroecosistemas capaces de producir alimentos en cantidad, calidad nutritiva e inocuidad para alimentar a todos los seres humanos. No existe ningún impedimento para ello. Por el contrario, se sabe que los sistemas más biodiversos pueden ser más eficientes en la captura de los recursos, y por lo tanto, ser más productivos (y más estables y resilientes) que los menos diversos.

La agroecología dimensionada como ciencia es considerada un enfoque teórico-conceptual que pretende ir más allá de las prácticas agrícolas alternativas, para desarrollar agroecosistemas con una mínima dependencia de agroquímicos e insumos de energía que permiten mantener los niveles de productividad, fertilidad del suelo, proteger los cultivos, mejorar la calidad de los alimentos (Altieri y Toledo, 2010),

generando mejor aceptación en nuevos nichos de mercado que demandan alimentos más sanos e inocuos.

Las prácticas agrarias diseñadas bajo este enfoque involucran conocimientos tradicionales o ancestrales y conocimientos científicos que promueven la agrobiodiversidad, la autonomía de los productores y la conservación y manejo adecuado de los recursos naturales, los cuales favorecen las regulaciones biológicas aún en agriculturas campesinas de pequeña escala (Cleves, 2018).

La agroecología propone el acceso a las tierras, semillas, agua, créditos y mercados locales para los campesinos, a través de la creación de políticas de apoyo económico, iniciativas financieras, oportunidad de mercados y tecnologías agroecológicas (Altieri y Toledo, 2011; Córdoba *et al.*, 2020).

Diversos trabajos referenciados sobre agroecología y agricultura sostenible por diferentes autores (Altieri 1995, Gliessman 1998, UK Food Group 2010 citados por Altieri *et al.* 2012) sugieren una serie de atributos que todo sistema agrícola debería presentar para ser considerado sostenible.

Al respecto Koohafkan *et al.* (2011) citados por Altieri y Nicholls (2013) definen los siguientes atributos básicos de sistemas agrícolas sostenibles

1. Uso de variedades de cultivos locales y mejorados y razas de ganado para mejorar la diversidad genética y la adaptación a las condiciones bióticas y ambientales cambiantes.
2. Evitar el uso innecesario de tecnologías agroquímicas y otras que impactan adversamente al medio ambiente y a la salud humana (máquinas pesadas, cultivos transgénicos, etc.).
3. Uso eficiente de recursos (nutrientes, agua, energía, etc.), uso reducido de energía no renovable y dependencia reducida del agricultor en insumos externos.
4. Aprovechar principios y procesos agroecológicos tales como reciclaje de nutrientes, fijación biológica de nitrógeno, alelopatía, control biológico a través de la promoción de sistemas agrícolas diversificados y utilizando la biodiversidad funcional.
5. Hacer uso productivo del capital humano en la forma de conocimientos y habilidades científicas tradicionales y modernas para hacer innovaciones y el uso

- del capital social a través del reconocimiento de la identidad cultural, métodos de participación y redes de agricultores para aumentar la solidaridad y el intercambio de innovaciones y tecnologías para resolver problemas.
6. Reducir la huella ecológica de prácticas de producción, distribución y consumo, de ese modo minimizando las emisiones de gases de invernadero y la contaminación del suelo y el agua.
 7. Promover prácticas que mejoran la disponibilidad de agua limpia, secuestro de carbono, conservación de biodiversidad, suelo y aguas, etc.
 8. Capacidad de adaptación aumentada basada en la premisa que la clave para hacer frente a cambios rápidos e imprevisibles es fortalecer la capacidad para responder a los cambios adecuadamente para mantener un balance entre la adaptabilidad a largo plazo y la eficiencia a corto plazo.
 9. Fortalecer la capacidad de adaptación y resiliencia del sistema agrícola manteniendo la diversidad del agroecosistema, que no solo permite varias respuestas al cambio, pero que también asegura funciones claves en la finca.
 10. Reconocimiento y conservación dinámica de sistemas agrícolas patrimoniales que permiten una cohesión social y un sentido de orgullo y promueven un sentido de pertenencia y reducen emigración.

2.3 Biodiversidad.

La biodiversidad en los agroecosistemas puede ser tan variada como los diversos cultivos, malezas, artrópodos o microorganismos, de acuerdo a localidades geográficas, climáticas, edáficas, humanas y a factores socioeconómicos (Kenmore, 2003). Algunas de estas interacciones pueden ser utilizadas para introducir efectos positivos y directos en el control biológico de plagas específicas de cultivos, en la regeneración y/o aumento de la fertilidad del suelo y su conservación (Ríos *et al.*, 2011). La explotación de estas interacciones o sinergismos en situaciones reales involucra el diseño y el manejo del agroecosistema y requiere del entendimiento de numerosas relaciones entre los suelos, microorganismos, plantas, insectos herbívoros y enemigos naturales (Altieri, 1999).

Socorro (2009), considera que la riqueza actual de la vida de la tierra es el producto de cientos de millones de años de evolución histórica y que a lo largo del tiempo, surgieron culturas humanas que se adaptaron al entorno local, descubriendo, usando y modificando los recursos bióticos locales. Analiza este autor que muchos ámbitos que ahora parecen "naturales" llevan la marca de milenios de presencia humana, cultivo de plantas y recolección de recursos y destaca que la biodiversidad fue modelada, además, por la domesticación e hibridación de variedades locales de cultivos y animales de cría.

La biodiversidad es garante de bienestar y equilibrio en la biosfera (Vargas, 2011). Los elementos diversos que la componen, conforman verdaderas unidades funcionales, que aportan y aseguran muchos de los servicios básicos para la supervivencia del hombre. La diversidad favorece la diferenciación de hábitat, incrementa las oportunidades de coexistencia y de interacción entre las especies y, generalmente, lleva asociado una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

Por otro lado la biodiversidad desempeña una variedad de servicios ecológicos más allá de la producción de alimentos, incluyendo el reciclaje de nutrientes, regulación de procesos de microclima e hidrológicos locales, supresión de organismos indeseados y detoxificación de químicos nocivos (Figura 1).



Figura 1. Rol ecológico de la biodiversidad en el funcionamiento de los agroecosistemas y la provisión de servicios ecosistémicos por los sistemas agrícolas diversificados. Fuente: López-Ridaura *et al.* (2002) citado por Altieri *et al.* (2012).

La biodiversidad desempeña un papel clave en la satisfacción de las necesidades humanas básicas, al mismo tiempo que mantiene los procesos ecológicos de los que depende el funcionamiento de la biosfera y nuestra propia supervivencia. Se estima que aproximadamente el 40% de la economía global se basa en productos y procesos biológicos, y que los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas alcanzan un valor que sería el doble de la producción total (FAO, 2002). Sin embargo, la biodiversidad se encuentra experimentando cambios drásticos y una pérdida en términos absolutos de biodiversidad, como consecuencia de las actividades desarrolladas por el hombre.

2.3.1 Factores que contribuyen al funcionamiento de la biodiversidad.

La evidencia experimental y la literatura agroecológica confirman la importancia del mantenimiento de la biodiversidad y de los mecanismos, mediante los cuales contribuye

a la estabilidad de los agroecosistemas (Altieri, 2009). Muchos investigadores coinciden en que las consecuencias de la reducción de la biodiversidad son más evidentes en el campo del manejo de plagas que en ninguna otra área (Vázquez, 2011). La inestabilidad de los agroecosistemas se manifiesta a través del aumento de la mayoría de los problemas de plagas, que se han ligado a la expansión de monocultivos a expensas de la vegetación natural que provocan desequilibrios y alteraciones inmanejables.

Varios estudios han demostrado que es posible estabilizar las poblaciones de insectos en los agroecosistemas, mediante el diseño y la construcción de arquitecturas vegetales que mantengan poblaciones de enemigos naturales o que posean efectos disuasivos directos sobre los herbívoros-plaga.

Los monocultivos son ambientes en los que es difícil inducir un control biológico eficiente, debido a las prácticas culturales perturbadoras a menudo utilizadas y a que estos sistemas no poseen los recursos adecuados para que los enemigos naturales puedan actuar en forma efectiva. Actualmente se están aunando esfuerzos para pasar a un estadio superior en los rendimientos agrícolas del país y restaurar la diversidad agrícola en tiempo y espacio mediante el uso de las prácticas ecológicas.

En cambio, los sistemas de cultivo diversificados contienen ciertos recursos específicos para los enemigos naturales provistos por la diversidad de árboles, cultivos, animales, que interactúan en forma de sistema, donde cada elemento actúa sobre el otro de forma positiva, siempre y cuando su manejo sea adecuado (Simón, 2001).

Generalmente los agroecosistemas no son alterados con pesticidas, pues son manejados por agricultores con cultura ecológica y pobres en recursos, quienes no utilizan tecnologías de alta inversión (Machuca, 2007). Así, al reemplazar los sistemas simples por sistemas diversos o al agregar diversidad a los sistemas existentes, es posible ejercer cambios en la diversidad del hábitat que favorezcan la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad (Vázquez, 2011).

La rotación de cultivos dentro de los sistemas diversificados juega un papel beneficioso para la conservación del suelo, la productividad de las plantaciones así como para atenuar los agentes causales de plagas. Para establecer una rotación continua (Méndez, 2010) señala que al planificar es necesario tener en cuenta algunas normas:

1. Rotar plantas con sistemas radiculares y exigencias nutricionales diferentes.
2. Alternar plantas de familias distintas.
3. Favorecer o evitar ciertos cultivos precedentes.
4. Introducir abonos verdes y plantas leguminosas.

El subsistema de policultivos se considera una alternativa agroecológica que asegura mejores condiciones de disponibilidad de alimentos, el uso de residuos para la crianza animal, el reciclaje de nutrientes, la fertilidad natural del suelo, el incremento de la diversidad del sistema y los ingresos familiares, aportándole a la base de recurso que lo sostiene y por ende, aumentando los rendimientos productivos (Funes-Monzote, 2009a).

Existen factores que influyen en la funcionalidad de los sistemas diversificados, que han tenido poca significación y no han sido debidamente recomendados a los productores, como el caso de los jardines de diferentes plantas que florezcan como apoyo al sostenimiento de los parasitoides y depredadores de patógenos causales de plagas, que se alimentan de las mieles de las flores y del polen (Méndez, 2010). Dentro de las plantas posibles se encuentran: clavel, orégano, manzanilla, hierba buena, amapola criolla, margarita, rosas, hortensia, gladiolo, ruda, entre otras.

Aparejado a lo anterior, se encuentra el papel de las abejas, las flores en estrecha relación con los postes vivos y la colección de plantas apícolas, que en su mayoría son postes vivos donde se destaca el cidrao (*Lipia lisioides*), coralillo blanco y rosado (*Antigonum leptopus*), mango (*Mangifera indica*), piñón cubano (*Glyricida sepium*), baría (*Gerancantus gerancantus*), leucaena (*Leucaena leucocphela*), mamoncillo (*Melicoca bejuga*) y varios tipos de cítricos (*Citrus aurantium* y *Citrus lemos*), tres tipos de ateje (Americano, Blanco y del País), piñón botija (*Jatropha curcas*), campanillas blancas y rosadas (*Ribea corimbosa* e *Ipomea triloba*).

Con esta biodiversidad arbórea como postes vivos se garantiza la alimentación y el hábitat de muchos animales, beneficiándolos con su sombra en las horas más calurosas. Este detalle importante de los sistemas, es muestra del cuidado y manejo de las fincas, logrando una agroforestación que constituye una excelente fuente de ingreso, pues abarata el costo de los cercados, es una alternativa alimentaria y fuente de proteínas, no solo para el hombre, sino también para la explotación animal.

Los agroecosistemas biodiversificados de acuerdo con Altieri *et al.* (2014) se caracterizan por exhibir cuatro propiedades emergentes:

- **Compensación:** la biodiversidad incrementa la función del agroecosistema pues diferentes especies juegan roles diferentes y ocupan nichos diversos. Si una especie falla, existe otra que la reemplaza en su función.
- **Complementariedad:** resulta de combinaciones espaciales y temporales de plantas que facilitan el uso complementario de los recursos o brindan otras ventajas, como en el caso de las leguminosas que facilitan el crecimiento de cereales al suplirlos de una dosis extra de nitrógeno, o de flores que proveen polen y néctar a enemigos naturales que controlan una plaga específica.
- **Redundancia:** en un agroecosistema muy diverso hay más especies que funciones, por lo que existe redundancia y son precisamente aquellos componentes, redundantes en un tiempo determinado, los que se tornan importantes cuando ocurre un cambio ambiental. Ante cambios ambientales la redundancia construida por varias especies permite al ecosistema continuar funcionando.
- **Resiliencia:** los agroecosistemas diversos retienen su estructura organizacional y su productividad tras una perturbación.

2.4 Eficiencia energética.

Entiéndase por energía una de las formas de manifestarse la materia y el movimiento, es la capacidad de un sistema de producir trabajo útil en cualquiera de sus formas.

La relación energía-medio ambiente, ha jugado siempre un papel decisivo en el desarrollo de la humanidad, ya que en la misma medida que el hombre ha tenido que liberar la energía almacenada para convertirla en útil a sus propósitos, esto trae aparejado un impacto sobre el medio ambiente, conducente a la transformación de este último si no opera un equilibrio.

Mundialmente el consumo de energía en la agricultura se comporta según Vizcón y Véliz (2011) de la siguiente manera:

- **Agricultura:** 3,5% (siendo el 2% usada en maquinaria)
- **Conversión en biomasa (trópico):** 50MJ/m².año (energía generada)

- América Latina: 60% energía es humana; en África el 90%.

En los sistemas alimentarios, de modo general se comportan los consumos de energía de la forma siguiente:

- Producción agrícola: 18%
- Procesamiento y distribución: 52%
- Preparación doméstica de los alimentos: 30%.

La energía puede verse caracterizada de diferentes formas. Gliessman (2001), plantea que la energía ecológica es aquella que proviene directamente del sol e interviene en la producción de biomasa a través de los organismos fotosintéticos.

La energía cultural es la que suministran los seres humanos a fin de optimizar la producción de biomasa en los agroecosistemas. A su vez, se identifican dos fuentes de energía cultural: la biológica y la industrial. La primera es de origen animal o humano-trabajo animal o humano, estiércol o la energía de la biomasa-, mientras que la segunda proviene de fuentes no biológicas, como electricidad, gasolina, petróleo, gas natural, fertilizantes y maquinaria. La clave de los agroecosistemas radica en cómo utilizar mejor la energía cultural para transformar con más eficiencia la energía ecológica en alimentos u otras producciones agropecuarias, la energía está disponible para los agroecosistemas a partir de dos fuentes fundamentales: la energía ecológica y la energía cultural.

Vizcón (2014) manifiesta que la termodinámica como ciencia es la base que explica las transformaciones de la energía que tienen lugar en un agroecosistema y relaciona cuantitativa y cualitativamente las energías de entrada y salida del mismo, teniendo siempre presente que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma con la consiguiente pérdida de calidad dentro del sistema termodinámico asociado al agroecosistema.

La eficiencia energética de los sistemas de producción agrícola y pecuaria, se define como el cociente de dividir las corrientes de salida de energía del agroecosistema entre las corrientes de entrada al mismo. Estos valores suelen ser menores que uno para la producción animal y mayores que uno para la producción agrícola (Funes-Monzote, 2009b). El uso de fuentes renovables de energía (digestores de biogás, residuos de cosecha o biomasa, eólica, fotovoltaica, etc.) en los agroecosistemas propicia el

incremento acelerado de su eficiencia energética ya que con ello se logra reducir las corrientes de energía convencional (no renovable, fósiles) de entrada.

En el esquema propuesto por Funes-Monzote (2009b) de un modelo energético sustentable para producir alimentos y energía (Figura 2), no está representada otras entradas de energía renovable que sustituya el gasto de energía fósil.

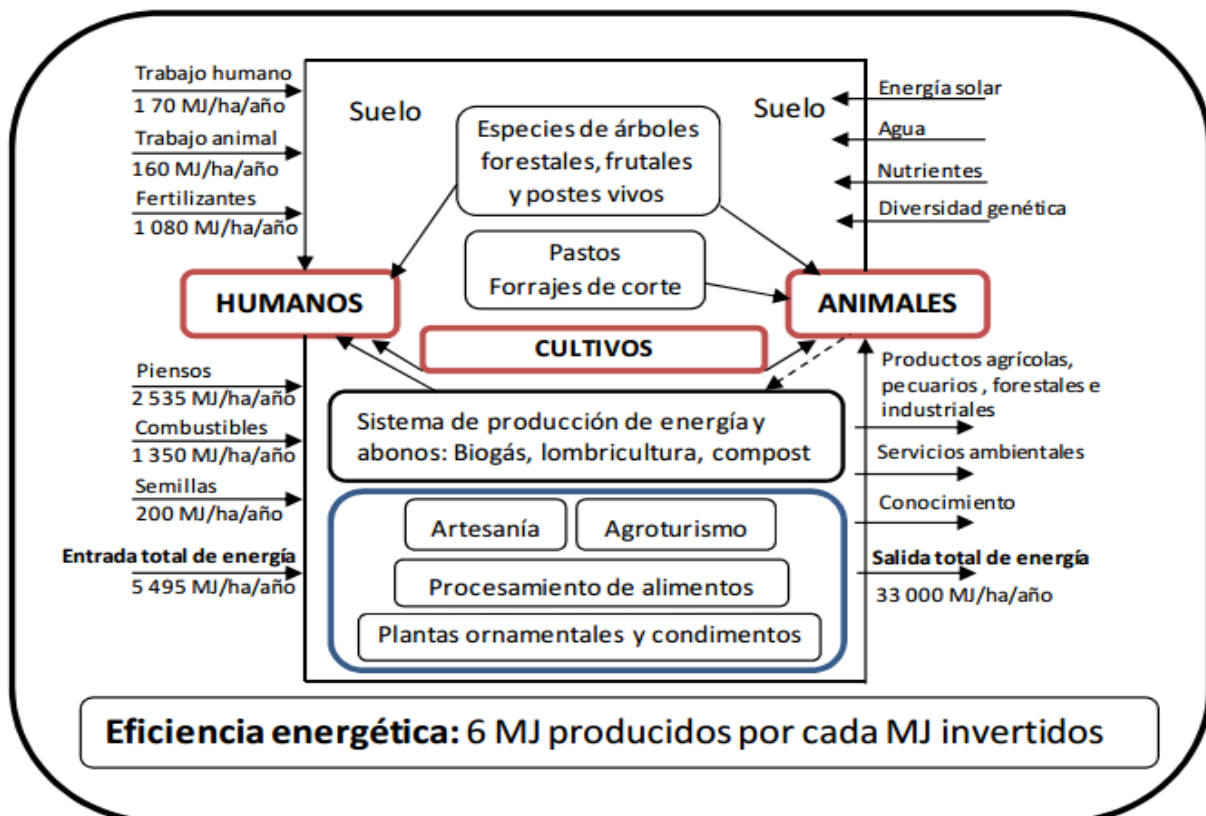


Figura 2. Modelo energético sustentable para la producción de alimento y energía
Fuente: Funes-Monzote, F. R. (2009b)

Gradualmente se ha impuesto la utilización de modelos energéticos sustentables (sostenibles) para la producción de alimentos y energía los cuales combinan la diversidad, la productividad y la eficiencia energética.

Con el cultivo biointensivo de alimentos (más alimentos en menos espacio), se ha logrado aumentar entre cuatro y ocho veces los rendimientos obtenidos por los agricultores que usan las técnicas agrícolas mecanizadas y químicas. Además, se ha

reducido al menos a la mitad el consumo de agua y unas diez veces el de energía, al prescindir de abonos químicos, pesticidas y herbicidas.

Estudios realizados en Cuba por Funes-Monzote (2009a) muestran que a mayor agrobiodiversidad, en cuanto a cultivos, ganadería y especies de árboles, como parte de los sistemas agrícolas integrados y multifuncionales, los sistemas agroecológicos que logran altos niveles de integración y reciclaje ganadería-agricultura, alcanzan mayor productividad y eficiencia (Figura 3).

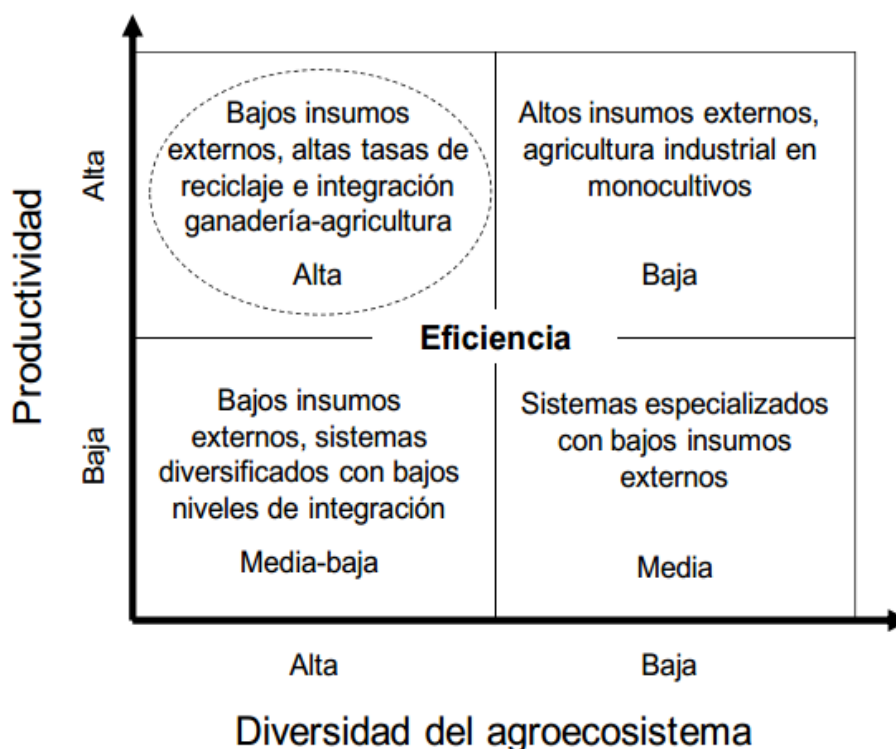


Figura 3. Sistemas sustentables y sus modelos de agricultura

Fuente: Funes-Monzote, F. R. (2009b)

En Cuba, la escasez de insumos químicos, maquinaria y energía fósil ha sido el motor impulsor de un movimiento agroecológico a escala nacional en el que la innovación ha estado presente en todo momento. El resultado más relevante de este proceso ha sido la creación de una conciencia sobre los beneficios de la diversidad, así como la generación de una vasta experiencia en el diseño y manejo de sistemas diversos, heterogéneos y complejos (Funes-Monzote, 2009a).

La experiencia cubana con el desarrollo de las fincas agroecológicas integrales de pequeña (10 ha) y mediana escala (40 ha) ofrece resultados muy alentadores.

En la dimensión de la eficiencia energética de los agroecosistemas un interés especial lo reviste el Índice de Renovabilidad (IR) de la energía utilizada por el mismo y es posible en casos límite utilizar como corrientes de energía de entrada al agroecosistema solo formas de la energía renovable, siendo esta la más demandada situación de explotación del sistema según (Vizcón *et al.*, 2008 y 2014).

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Ubicación geográfica de la finca.

El estudio se realizó en la finca campesina “La América”, ubicada en el poblado de Torriente, municipio de Jagüey Grande, provincia de Matanzas.

3.2 Caracterización climática.

Para la caracterización climática se tomó como referencia el comportamiento de las variables temperatura, precipitaciones y humedad relativa durante el año 2021 según los datos ofrecidos por la estación meteorológica de Jagüey Grande.

3.3 Diagnóstico.

Para el diagnóstico y toma de datos se utilizó la guía propuesta por el Grupo de Agricultura Sostenible de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas y el modelo de captura de información para el diagnóstico agroecológico propuesto por el proyecto BIOMAS-CUBA. Se desarrollaron como principales determinaciones las siguientes:

3.3.1 Identificación y conteo de las especies vegetales y sus individuos.

Se realizó la observación y el conteo físico de las especies vegetales y sus individuos. Para la caracterización e identificación de las especies vegetales se consultaron los libros: Diccionario Botánico (Roig, 1969) y Fruticultura tropical (Peña *et al.*, 1996).

3.3.2 Determinación de índices de diversidad.

Una vez identificadas las especies y los niveles de producción se determinaron los índices de diversidad de la producción, utilizando el software: DIVERS (Franjas, 1993). Los indicadores de diversidad a evaluar se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Indicadores de diversidad a evaluar.

Indicador	Método de cálculo
Índice de Diversidad de Margalef	$D_{mg} = S - 1 / \ln N$ Donde: ln = Logaritmo neperiano S = riqueza o número de especies N = número total de individuos de la muestra. $> S > D_{mg}$
Índice de Diversidad de Shannon Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra.	$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad p_i = n_i / N$ Donde: ln = Logaritmo neperiano N: número total de individuos ni: número de individuos de la especie i S: número total de especies.
Índice de Dominancia de Simpson	$\lambda = \sum p_i^2$ Donde: pi = proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N. N = número total de individuos de la muestra. ** puede calcularse la diversidad como $1 - \lambda$.

3.3.3 Determinación de las prácticas agroecológicas presentes en la finca.

Se realizó un levantamiento de todas las prácticas agroecológicas realizadas por el campesino, consultándose el sistema de evaluación para declarar fincas agroecológicas instrumentado por la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP), (2003).

3.3.4 Determinación de la eficiencia energética del agroecosistema.

Se determinaron los indicadores utilizando el programa Energía 3.01 (Funes-Monzote, 2009b), teniendo en cuenta la producción vegetal y animal obtenida y los insumos externos utilizados. Esto permite determinar los siguientes indicadores (Tabla 2).

Tabla 2. Indicadores utilizados en la determinación de la eficiencia energética.

Indicador	Método de cálculo
Energía producida.	$EP = \frac{\text{producción} \times \text{energía}}{\text{área}}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - producción: Producción del producto, en su unidad de medida. - energía: Equivalente energético de la unidad del insumo, en megajoules. - área: Área de la finca, en hectáreas
Producción proteica	$PP = \frac{\text{producción} \times \text{factor} \times \text{proteína}}{\text{área} \times 100}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - producción: Producción del producto, en su unidad de medida. - factor: Factor de conversión a kilogramo. - proteína: por ciento de contenido de proteínas del producto. - área: Área de la finca, en hectáreas.
Personas que alimenta el sistema desde el punto de vista energético.	$AE = \frac{\text{producción} \times \text{energía}}{\text{área} \times \text{reqenerg}}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - producción: Producción del producto, en su unidad de medida. - energía: Equivalente energético de la unidad del insumo, en megajoules. - área: Área de la finca, en hectáreas. - reqenerg: requerimiento energético anual de una persona promedio, en megajoules.
Personas que alimenta el sistema desde el punto de vista proteico.	$AP = \frac{\text{producción} \times \text{factor} \times \text{proteína}}{\text{área} \times \text{reqprot}}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - producción: Producción del producto, en su unidad de medida. - factor: Factor de conversión a kilogramo. - proteína: por ciento de contenido de proteínas del producto. - área: Área de la finca, en hectáreas. - reqprot: requerimiento en proteínas anual de una persona promedio, en kilogramos.

Costo energético de la proteína	$CEP = \frac{enertotgas}{prottotprod}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - enertotgas: Cantidad total de energía gastada, en megajoules. - prottotprod: Cantidad total de proteínas producidas, en kilogramos.
Balance energético	$BE = \frac{energprod}{energast}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - energprod: Cantidad total de energía producida, en megajoules. - energast: Cantidad total de energía gastada, en megajoules.

El trabajo de documentación se realizó durante las visitas a la finca, recurriéndose a varias herramientas para la obtención de la información:

1. Visitas y recorridos. Se realizaron no menos de tres visitas a la finca, buscando horarios pertinentes que no afectaran sus actividades labores y aprovechando al máximo la observación directa y el diálogo.
2. Encuestas formales. Se aplicó una encuesta estructurada, en siete módulos, con las variables de interés, ésta ofreció elementos que permitieron la caracterización del agroecosistema (Anexo 1).

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1 Caracterización general de la finca.

La finca “La América”, ubicada en el poblado de Torriente, municipio de Jagüey Grande, provincia de Matanzas, propiedad del usufructuario José Clemente Figueredo, posee una extensión total de 3,24 ha, de las cuales 2,74 ha pertenecen a cítricos y frutales y 0,5 ha a cultivos varios, su propósito productivo es agrícola. Es una finca que se encuentra desarrollo y en la que laboran dos trabajadores (el propietario y la esposa) con un promedio de cuatro horas de trabajo diario, la composición social de la familia se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Composición social de la familia.

Nombre	Género	Edad	Escolaridad	Ocupación
José Clemente Figueredo	M	52	Universitario	Especialista Principal Vivero y Siembra Emp. Agroindustrial “Victoria de Girón”
Claribel Díaz Reyes	F	51	Universitario	Agricultora

4.1.1 Caracterización climática.

Para la caracterización climática se tomó como referencia el comportamiento de las variables temperatura, precipitaciones y humedad relativa durante el año 2021 (Tabla 4) según los datos ofrecidos por la estación meteorológica de Jagüey Grande, la cual tiene como coordenadas geográficas 22,32⁰ de latitud norte y 81,08⁰ de longitud oeste, a una altura de 11 metros sobre el nivel medio del mar.

Tabla 4. Comportamiento de las variables climáticas.

Meses	Valores medios mensuales				
	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)	Precipitaciones (mm)
	Max.	Med.	Min.		
Enero	29,5	22,3	15,9	77,0	18,0
Febrero	32,3	25,5	19,3	74,0	40,0
Marzo	33,4	25,2	17,8	67,0	35,0
Abril	34,2	26,9	20,3	67,0	20,0
Mayo	32,2	27,5	21,4	73,0	226,0
Junio	32,9	27,6	22,2	80,0	308,0
Julio	33,4	28,2	22,8	78,0	359,0
Agosto	33,3	28,0	22,7	79,0	310,0
Septiembre	33,2	27,7	22,2	81,0	246,0
Octubre	32,2	26,9	21,6	81,0	168,0
Noviembre	29,0	23,6	18,2	80,0	9,0
Diciembre	30,2	23,8	17,4	77,0	10,0
Media (X)	32,15	26,1	20,15	76,16	145,75

La zona en estudio se caracteriza por una temperatura media de 26,1 °C, registrándose los valores más elevados en los meses de julio y agosto con 28,2 °C y 28,0 °C, respectivamente, mientras los más bajos promedios mensuales se registran en noviembre (23,6 °C) y enero (22,3 °C).

En nuestro país la distribución temporal de la precipitación divide el año en dos períodos fundamentales, uno de precipitación entre mayo y octubre, donde precipita más del 70% de la lluvia que cae en el año y otro poco lluvioso entre noviembre y abril donde la lluvia está asociada fundamentalmente al paso de los frentes fríos y a organismos subtropicales de bajas presiones. El mes más lluvioso fue julio con acumulado promedio de 359,0 mm, seguido de agosto con una lámina de lluvia promedio de 310,0 mm, mientras en noviembre la precipitación media para el mes sólo alcanza los 9,0 mm.

El promedio de la humedad relativa en el año 2021 fue de 76,16%; presentando los meses de septiembre y octubre los valores más elevados con un 81,1%

4.2 Identificación y conteo de las especies vegetales y sus individuos.

En muchas áreas del mundo los campesinos han desarrollado sistemas agrícolas adaptados a las condiciones locales que les permiten una producción continua necesaria para subsistir, a pesar de cultivar en ambientes de tierras marginales, con variabilidad climática no predecible y un uso muy bajo de insumos externos (Altieri y Nicholls, 2009). Parte de estos resultados se deben al alto nivel de agrobiodiversidad que caracteriza a los agroecosistemas tradicionales, lo cual tiene efectos positivos en su funcionamiento, por ello se considera la diversificación de la producción como una estrategia importante en los sistemas agrícolas pequeños (Vázquez, 2011).

Los resultados de la identificación y conteo de las especies vegetales y sus individuos en la finca estudiada se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Riqueza de especies vegetales identificadas en la finca.

Espece	Nombre Científico	Número de Individuos
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	250
Limón	<i>Citrus limon</i> Burm	250
Yuca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	4 850

En el período evaluado se identificaron tres especies en la finca, dos de los cuales pertenecen a cítricos y frutales. La guayaba constituye una fuente natural de vitaminas y minerales lo que le atribuye gran importancia desde el punto de vista alimenticio, en tal sentido hay que señalar que es una de las frutas de mayor contenido de vitamina C, que puede ser superior a 400 mg, tiene un alto y reconocido valor nutricional y funcional gracias a su alta capacidad antioxidante, contenidos de fibra dietaría, carbohidratos, minerales y vitaminas (Restrepo *et al.*, 2009) y además es un frutal que tiene diversos usos como fruta fresca e industrializada (Ministerio de Agricultura [MINAG], 2011a).

En la actualidad se observa una creciente demanda de la fruta para la producción de pulpas y jugos naturales, considerándose uno de los frutales tropicales de mayor

importancia en Cuba (Concepción *et al.*, 2017). La biodiversidad de especies de frutales en diferentes zonas, regiones y agro ecosistemas es diverso, ocupando el guayabo uno de los tres primeros lugares en preferencia y dominancia dentro de los preferidos en Cuba (Mesa *et al.*, 2017).

Por otra parte en Cuba, los cítricos entre los que se encuentra el limón, constituyeron uno de los principales rubros económicos del país y actualmente presentan una compleja situación, dada por las dificultades económicas y la presencia de enfermedades de alto impacto en la región y en el país (MINAG, 2011b).

En la finca la diversidad de cultivos no es alta. Ordoñez *et al.* (2012), señalan la diversificación de cultivos como una alternativa importante para quien dispone de poca área cultivable y poco capital. Permite al agricultor la explotación de pequeñas áreas con la siembra de varios y diferentes cultivos, así como la disminución del riesgo ante los fracasos que afectarían directamente a la familia. Una de las principales ventajas que ofrece la diversificación agrícola es la reducción de los riesgos climáticos, de mercado, plagas, enfermedades, etc. Su práctica puede generar ganancias directas e indirectas vinculadas, principalmente, a la reducción de los costos de producción, la obtención de ventajas ambientales, la reducción del impacto económico por diversas crisis en el sector rural, etc.

Dentro de las especies vegetales identificadas en las fincas destaca la ausencia de especies de granos y hortalizas, lo cual puede estar dado por ser una finca recientemente entregada a través del Decreto Ley 300/2012 y que se encuentra en su etapa inicial de producción, es de destacar la importancia de las hortalizas en el desarrollo y correcto funcionamiento del organismo humano, a partir del contenido de minerales y vitaminas que contienen, el no cultivo de estas especies también puede explicarse por las exigencias agrotécnicas de las mismas, coincidiendo en tal sentido con Lores *et al.* (2008), quienes al estudiar la evaluación espacial y temporal de la agrobiodiversidad en los sistemas campesinos de la comunidad “Zaragoza” en La Habana, determinaron que el grupo de hortalizas tiene un 20,6% del total de especies informadas en los ecosistemas campesinos y solo se cultiva el 17% del área, lo que se explica porque las especies de este grupo requieren condiciones especiales en cuanto a suelo, riego, fertilizantes y atenciones culturales.

4.3 Índices de diversidad.

No resulta fácil estudiar los índices de diversidad puesto que existen tantos índices como investigadores quieran proponerlo para sus condiciones de estudio. Los que se utilizaron en la investigación tienen la ventaja de mostrar en un solo número, la relación entre especies y sus individuos, donde a través de su interpretación, se puede tener *a priori* una idea del estado del agroecosistema y por ende la complejidad y estabilidad del mismo. Los indicadores de diversidad de la producción se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Indicadores de diversidad de la producción.

Índices	Denominación	Valores
Diversidad de Margalef	D(MG)	0,23
Diversidad de Shannon-Winner	(H)	0,34
Diversidad de Simpson	Dsp	0,84

El índice de Diversidad de Margalef muestra la diversidad existente en el ecosistema. Tiene en cuenta el número de especies y el número total de individuos, y alcanza valores más elevados mientras más especies e individuos hay en el mismo, (Magurran, 1998). Este índice ha sido determinado en muchos ecosistemas y en todos los casos estudiados se observa la tendencia de incrementarse con la riqueza y la abundancia de las especies.

Según Funes y Vázquez (2016) el Índice de diversidad de Margalef, muestra la biodiversidad del agroecosistema, indicador importante y necesario para avanzar por el camino de la sostenibilidad agroecológica (transición) hacia una agricultura sostenible. López (2018) al evaluar la agrobiodiversidad y los servicios ecosistémicos en la finca El Desquite obtuvo un valor del índice de Margalef de 7,72, y Milián *et al.* (2018) al evaluar la funcionalidad de biodiversidad de los árboles en una finca en transición agroecológica obtuvo un índice de 5,03; valores superiores al encontrado en este estudio y que fue de 0,23; el cual estuvo influenciado por la riqueza de especies; este índice supone que existe una relación entre el número de especies y el número total de Individuos.

El índice de Shannon (H) alcanzó un valor de 0,34 en la finca estudiada, el mismo combina el número de productos o de especies (diversidad) con el rendimiento por producto, o el número de individuos por especies (abundancia). Para el caso de este índice, Orihuela *et al.* (2007), plantean que los valores más acertados se encuentran entre 1,5 - 3,5 y casi nunca llegaría el índice a sobrepasar el valor de 4,5. Según López (2018) los resultados obtenidos a través del índice de Shannon-Wiener de 1,48, muestran el efecto del manejo en la diversidad; además indican que no existe uniformidad en la distribución de las especies; o sea que no todas las especies están representadas equitativamente y afirma que uno de los factores que pudo haber influido en el hecho de encontrar una baja diversidad a través del índice de Shannon fue la abundancia de las especies con mayor cantidad de individuos (caña, cardón, frijol) que se diferencian de otros grupos de especies representados con menos de 10 individuos por especie, al evaluar la agrobiodiversidad y los servicios ecosistémicos en la finca “El Desquite”.

Una interpretación del valor de este índice en el presente trabajo, nos permite catalogarlo como un ecosistema que presenta una baja diversidad, en tal sentido Blanco *et al.* (2014), obtuvo resultados similares en una de sus fincas evaluadas, planteando que este problema está relacionado con el propósito productivo fundamental de la finca, por lo que es necesario trabajar en función de diversificar el agroecosistema con prácticas agroecológicas que permitan alcanzar valores medios de agrobiodiversidad de especies (Rodríguez *et al.*, 2017).

Gliessman (2001), afirma que los valores del índice de Shannon tienden a ser mayores cuando la distribución de especies e individuos es más equitativa, y para los ecosistemas naturales relativamente diversos puede ser entre tres y cuatro.

El valor del índice de diversidad de Simpson si tiende a uno indica que hay especies que dominan plenamente el ecosistema. En estudios realizados en fincas campesinas de la provincia de La Habana: “La Joya” y “La Asunción”, el Índice de Simpson alcanza valores de 0,54 (Orihuela *et al.*, 2007).

Pérez *et al.* (2013) al evaluar la influencia del incremento de la biodiversidad agrícola en la sostenibilidad de una finca cafetalera del macizo Guamuhaya, obtuvieron una dominancia con un valor de 0,21 para el primer año de evaluación y lograron a través

de prácticas agroecológicas disminuir hasta 0,12 ocho años después. López (2018) reporta un índice de Simpson de 0,22 en la finca “El Desquite”.

González (2018) obtuvo valores de 0,13 y 0,17 para los años 2016 y 2017 demostrando que existen especies como la fruta bomba (*Carica papaya* L.), guayaba (*Psidium guajaba* L.) y plátano (*Musa spp*) en mayoría, pero no ejercen un efecto dominante.

En nuestro caso fue de 0,84; lo cual nos permite suponer que la diversidad no es alta, puesto que si bien una especie es mayoría sobre otras, no ejerce un efecto dominante en el ecosistema.

Los resultados obtenidos a través de la determinación de los índices evidencian que este agroecosistema no es diverso y no existe una total uniformidad en cuanto a la distribución del número de individuos por especie.

4.4 Prácticas agroecológicas presentes en la finca.

Las prácticas agroecológicas desarrolladas en las fincas, además de favorecer la biodiversidad de las producciones, contribuyen a lograr el manejo sostenible de los recursos, y estimulan el uso de las riquezas disponibles en el predio y otros insumos orgánicos que ayudan a minimizar el impacto ambiental y a reducir los costos energéticos de la producción.

De acuerdo con la ANAP y MINAG citados por Yong *et al.* 2016, se están potenciando las técnicas y buenas prácticas agroecológicas a todos los niveles, en particular el local, desarrollándose estrategias con la participación de los campesinos y sus familias para lograr un avance más rápido en el desarrollo agrario sostenible local sobre bases agroecológicas, planteándose el logro de los siguientes objetivos: recuperar los recursos naturales, incrementar la biodiversidad de los agroecosistemas, hacer más resilientes las fincas ante los impactos del cambio climático, incrementar las producciones para el autoconsumo y aportar a la soberanía alimentaria de los territorios e incrementar los ingresos que eleven la calidad de vida de las familias campesinas.

Los agroecosistemas manejados con prácticas agroecológicas se caracterizan por su diversidad y funcionalidad biológica. Así como también, por las sinergias que estas establecen en la fijación de nitrógeno atmosférico, regulación del ciclo de nutrientes y el

mantenimiento de la comunidad biológica y funcional en el suelo, que contribuye al control biológico (Bolaños, 2020).

Mantener el equilibrio ecológico en sistemas agrícolas, de acuerdo con Mancini *et al.* (2021), está relacionado con la implementación de prácticas agroecológicas, ya que estas potencian la diversidad ecosistémica y ofrecen variedad de servicios ecosistémicos de regulación y mantenimiento. Con el transcurso del tiempo, el estudio de este tema ha adquirido importancia a nivel mundial, puesto que los paisajes agrícolas que involucran prácticas convencionales se consideran causantes del deterioro y de la pérdida de los recursos naturales.

En la finca “La América” se desarrollan las prácticas agroecológicas siguientes:

- Aplicación de abonos orgánicos (estiércol).
- Cercas vivas.
- Tracción animal

La aplicación de abonos orgánicos contribuye al crecimiento vegetal mediante sus efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, promueve una buena estructura del suelo mejorando la aireación y la capacidad de retención de humedad en el suelo e incrementa la capacidad amortiguadora y de intercambio catiónica de los suelos. Por último sirve como fuente de N, P, K y de otros macro y micro elementos para el desarrollo vegetal (Nigoul, 2006). Funes-Monzote (2004), comprobó que este tipo de abono aporta al suelo materiales nutritivos que influyen positivamente sobre la estructura del terreno, haciendo más fuertes los suelos sueltos, disgregando lo más pesados y beneficiando en general a la microflora y microfauna. Sánchez *et al.* (2011) plantearon que el estiércol contiene un buen número de nutrientes para las plantas; reportando incrementos en las cosechas y mejora en las propiedades del suelo.

Respecto a las cercas vivas, Casimiro (2016) afirma que resulta de vital importancia que cada finca disponga de cercas perimetrales seguras que imposibiliten daños al vecino o que estos lo causen al sistema por la introducción de animales, además de evitar otros riesgos posibles. Se debe optar preferentemente por tipos de cercado que se ajusten a los principios agroecológicos, cercas vivas, frutales, árboles forrajeros, etc.;

los límites internos del sistema preferentemente deben plantarse siguiendo las curvas a nivel y los patrones de la naturaleza.

Bajo esta necesidad puntual de establecer cercas perimetrales que eliminaran estos problemas y la no existencia en el mercado de los insumos para establecer las cercas tradicionales del campesinado, consistente en cercado de alambre de púas con postes de madera, grampas, y en los mejores casos con postes vivos intercalados, señala la autora que en la finca Del Medio se solucionó a partir de la incorporación de un tipo de cercado con piña de ratón (*Bromelia pinguin* L.). Estas cercas, entre varias ventajas, desde el primer día de instalación imponen un orden estricto al paso de animales, permiten en su interior la incorporación para su desarrollo de árboles frutales o forestales, que en zonas de potrero no podrían fructificar con eficiencia por los daños causados por los animales.

También destaca que desde el enfoque de la agroecología estas cercas cumplen varias funciones en el diseño agroecológico, además de establecer los límites físicos de la finca y de los cuartones, son nichos para la reproducción de una vida silvestre funcional en la regulación de plagas pues funcionan como reservorio de enemigos naturales de estas, al crearles condiciones para una reproducción y equilibrio natural. Funcionan como barreras vivas anti-erosivas, que impiden arrastres de partículas de suelo por las lluvias, favoreciéndose la infiltración del agua y la retención del suelo; también como cortinas rompevientos para disminuir el impacto de la velocidad del viento en los diferentes cultivos, además, son fuente de alimentación para animales y personas.

Una vez establecidas a pequeña escala se pueden reproducir para seguir con el programa de cercado, sin depender de recursos externos. Respecto a los demás tipos de cercado, este tipo de cerca viva genera un ahorro por metro en su instalación de 20,00 CUP.

En tal sentido Casimiro *et al.* (2017) resaltan la funcionalidad de las cercas vivas, al plantear que cumplen varias funciones en el diseño agroecológico ya que además de establecer los límites físicos de la finca y de los cuartones, son nichos para la reproducción de una vida silvestre funcional en cuanto a la regulación de plagas, pues actúan como reservorio de enemigos naturales de estas, al crearles condiciones para una reproducción y equilibrio.

Las cercas vivas, son reconocidas por aumentar las interacciones biológicas y las sinergias entre los componentes de la diversidad biológica agrícola, promoviendo así los procesos y servicios ecológicos claves (López, 2018).

La utilización de la tracción animal en sustitución o auxiliando el trabajo manual fue un paso decisivo en la evolución del trabajo de la tierra, con lo cual se multiplicó la productividad del hombre y de este modo se incrementó la producción de alimentos. Ríos (2011), afirma que para el pequeño y mediano productor la tracción animal es la forma más factible de introducir la mecanización debido a que la inversión en aperos es mucho menor que en el sistema motorizado, se minimizan los gastos por insumos y su manejo es sencillo con un bajo costo de operación, entre otras razones.

El número de prácticas agroecológicas que se desarrollan en la finca es insuficiente, por lo que se recomienda incrementar gradualmente el número de estas, aprovechando los recursos y oportunidades disponibles para alcanzar a mediano y largo plazo el desarrollo sostenible, que garantice la soberanía y seguridad alimentaria que necesita nuestro país.

Se sugiere la introducción de biofertilizantes para mejorar la fertilización de los cultivos e incorporar a la producción áreas destinadas para forrajes y silvopastoreo como método de integración ganadería agricultura.

Respecto al manejo de los cultivos, se propone desarrollar asociaciones y rotaciones de cultivos como métodos para reducir los daños ante ataques de plagas y enfermedades, mejorar y proteger las propiedades del suelo ante eventos degradativos como la erosión.

Para el diseño y el manejo de agroecosistemas diversificados donde los insumos externos son sustituidos por procesos naturales tales como la fertilidad natural del suelo, la alelopatía y el control biológico (Nicholls *et al.*, 2015) es necesario implementar prácticas de manejo que contribuyen con uno o más principios agroecológicos, en la finca objeto de estudio.

4.5 Eficiencia energética del agroecosistema.

El análisis de la eficiencia energética de la finca “La América” se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Eficiencia energética y productiva de la finca.

Indicadores	Unidad	Valor
Área de la finca.	ha	3,24
Rendimiento	t. ha ⁻¹	3,08
Energía producida	Megajoules.ha ⁻¹	8 950, 61
Proteína producida	Kg.ha ⁻¹	80,24
Personas que alimenta el sistema desde el punto de vista energético.	Personas.ha ⁻¹	2,09
Personas que alimenta el sistema desde el punto de vista proteico.	Personas.ha ⁻¹	3,14
Costo energético de la proteína.	Megajoules/kg	23,61
Eficiencia energética.	Cal prod./ cal invertida.	4,72

El análisis realizado a la producción energética y proteica de la finca evaluada teniendo en cuenta los requerimientos energéticos y proteicos de una persona, mostró que la finca es capaz de alimentar a 2,09 y 3,14 personas respectivamente.

La eficiencia energética muestra un valor de 4,72; Cederberg y Mattsson (1998), reportan valores de eficiencia energética de 2,41 para agroecosistemas de producción sostenible. Funes-Monzote *et al.* (2009) y López y Hernández (2012), obtuvieron rangos de eficiencia energética entre 2 y 10, al evaluar sistemas de producción agroecológicos en Cuba, bajo condiciones de insumos y determinantes socioeconómicas similares.

Funes-Monzote (2009c), en estudios energéticos realizados a diferentes ecosistemas agropecuarios, alcanzó valores de 5,3 para una finca agroecológica a mediana escala en la zona de Perico, Matanzas; con utilización de bajos a medios insumos externos y un enfoque industrial que emplea tractores, riego y fuerza de trabajo contratada. Esta unidad no presentaba producción animal a escala comercial, pero utiliza de manera altamente eficiente el estiércol importado de una vaquería vecina a través de un biodigestor, combinando además el uso de los lodos derivados de la digestión

anaeróbica del estiércol con microorganismos presentes en condiciones naturales en el suelo y la aplicación sistemática a los cultivos.

Por su parte Vizcón y Véliz (2011) reportan valores de eficiencia energética para sistemas agropecuarios mecanizados y orgánicos de 3,3 y 6,7 respectivamente.

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 sino 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 que fuerza de trabajo y los insumos locales o externos (Funes-Monzote, 2009c).

El bajo uso de insumos externos, como fertilizantes químicos, concentrados para la alimentación animal y diesel son determinantes en el incremento de la eficiencia energética, resultando la incorporación de prácticas agroecológicas en un aumento en la producción de más energía que la que se emplea durante el proceso en forma de insumos, coincidiendo con Sánchez *et al.* (2011).

5. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados expuestos y discutidos en el presente trabajo se arriba a las siguientes conclusiones:

1. El diagnóstico realizado permitió caracterizar la diversidad de especies vegetales que componen el sistema agrícola estudiado y evaluar su funcionalidad a partir de los indicadores de diversidad analizados.
2. Se ejecutan un número limitado de prácticas agroecológicas que inciden en el funcionamiento y sostenibilidad del agroecosistema estudiado.
3. Los valores alcanzados en la eficiencia energética inciden en la capacidad de producir alimentos a un bajo costo energético.

6. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados experimentales alcanzados y las conclusiones obtenidas se recomienda:

1. Diversificar las especies vegetales en la finca para mejorar la biodiversidad del sistema.
2. Implementar prácticas agroecológicas y sostenibles de manejo que permitan minimizar el uso de insumos externos y el aprovechamiento eficiente de los recursos propios del agroecosistema.
3. Extender este tipo de estudio a otras fincas campesinas, con el objetivo de conocer además de sus potencialidades sus limitaciones; generalizando la experiencia de los mismos en la producción de alimentos sanos a un bajo costo energético.

7. BIBLIOGRAFIA.

1. Altieri, M. A. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. 3ra Edición. CLADES/ACAO. La Habana, Cuba.
2. Altieri, M. A. 1999. Bases agroecológicas para una agricultura sustentable. En: García, L. Agroecología y Agricultura sustentable. Modulo I: Agroecología: Bases históricas y teóricas. 2ª ed. La Habana: CEAS-UNAH. p. 90-111.
3. Altieri, M. A. 2009. Vertientes del pensamiento agroecológico. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) Medellín, Colombia. 364 p.
4. Altieri, M. A. 2010. Avances de la Agroecología frente a la crisis planetaria. En VIII Encuentro Internacional de Agricultura Orgánica y Sostenible. La Habana. ACTAF. 165 p.
5. Altieri, M. A. 2012. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentável. Ed. 3. Expressão Popular. Rio de Janeiro, Brasil. 400 p.
6. Altieri, M. A.; Koohafkan, P. y Holt, E. 2012. Agricultura verde: fundamentos agroecológicos para diseñar sistemas agrícolas biodiversos, resilientes y productivos. Agroecología. 7: 7-18.
7. Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: Impactos y respuestas adaptativas. Agroecología. 24(4): 5-8.
8. Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2013. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. Agroecología. 7(2): 65-83.
9. Altieri, M. A.; Nicholls, C. I. y Montalba R. 2014. El papel de la biodiversidad en la agricultura campesina en América Latina. Biodiversidad y agricultura. 30(1): 5-8.

10. Altieri, M. A. y Toledo, V. 2011. La revolución agroecológica en América Latina, rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar a los campesinos. *The Journal of Peasant Studies*. 38(3): 587-612.
11. ANAP (Asociación Nacional de Agricultores Pequeños). 2003. Metodología campesino a campesino. *Prácticas agroecológicas*. Asociación de Agricultores Pequeños de Cuba. p 5 - 12.
12. Blanco, D.; Funes-Monzote; F. R.; Boillat, S.; Martín, G. y Fonte, L. 2014. Procedimiento integral para contribuir a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 37(3): 284-290.
13. Bolaños, E. M. 2020. Impacto de las prácticas agroecológicas sobre la conservación, incremento o interacción de servicios ecosistémicos en suelos agrícolas: Revisión de Literatura. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo Escuela Agrícola Panamericana.
14. Cajas, L. S. 2015. La realidad agroproductiva y su relación con las potencialidades agroecológicas en la comunidad San Jacinto, Parroquia Unión Milagreña. Ambato. Tesis en opción al título de Máster en Agroecología y Ambiente. Universidad Técnica de Ambato.
15. Caporal, F. R. y Petersen, P. 2012. Agroecología e políticas públicas na América Latina: O caso do Brasil. *Agroecología*. 6: 63-74.
16. Casimiro, L. 2016. Bases Metodológicas para la Resiliencia Socioecológica de Fincas Familiares en Cuba. Antioquia. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Agroecología. Universidad de Antioquia.
17. Casimiro, L. y Casimiro, J. A. 2018. How to make prosperous and sustainable family farming in Cuba a reality. *Elementa: Science of the Anthropocene*. 6: 77.

18. Casimiro, L.; Casimiro, J. A y Suárez, J. 2017. Bases metodológicas. Estudio de caso. En: Resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 59-152.
19. Cederberg, C. y Mattsson, B. 1998. Life cycle assessment of Swedish milk production: a comparison of conventional and organic farming. En D. Ceuterick, ed. Proceedings of the international conference on life cycle assessment in agriculture, agro - industry and forestry, 3 - 4 diciembre, Bruselas.
20. Chilón, E. 2017. "Revolución Verde" Agricultura y suelos, aportes y controversias. *Apthapi*. 3(3): 844-859.
21. Cleves, A. 2018. Resiliencia de agroecosistemas citrícolas a la variabilidad climática en el departamento del Meta, Colombia. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Agroecología. Universidad Nacional de Colombia.
22. Concepción, O.; Nápoles, L y Pérez, D. 2017. Propagación in vitro de diferentes especies del género *Psidium* y perspectivas futuras. En: V Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. (CD).
23. Córdoba, C.; Triviño, C. y Toro, J. 2020. Agroecosystem resilience. A conceptual and methodological framework for evaluation. *PLoS ONE*. 15(4): e0220349.
24. FAO. 2002. La Economía Mundial. Los Bosques al Servicio del Desarrollo. 3 p.
25. Fernández, M.; Williams, J.; Figueroa, G.; Graddy, G.; Machado, M.; Vázquez, L.; Pérez, N.; Casimiro, L.; Romero, G. y Funes-Aguilar. F. 2018. New opportunities, new challenges: Harnessing Cuba's advances in agroecology and sustainable agriculture in the context of changing relations with the United States. *Elem Sci Anth*. 6: 76.

26. Foresight. 2011. The Future of Food and Farming: Challenges and choices for global sustainability. Final Project Report The Government Office for Science, London. 208 p.
27. Franco, C. A. 2011. Agroecosistemas integralmente sanos frente a formas agroproductivas. *Ambiente y Sostenibilidad* (1): 39-47.
28. Franjas, D. 1993. DIVERS. Programa computarizado para el cálculo de los indicadores de biodiversidad.
29. Friedrich, T. 2015. Agricultura de Conservación. La Intensificación Sostenible de la Producción Agrícola. *ACPA* (1): 4-10.
30. Funes-Monzote, F. R. 2004. Integración ganadería-agricultura con bases agroecológicas. *Plantas y animales en armonía con la naturaleza y el hombre* 3^{ra} ed. La Habana: ANAP. IIPF. 57 p.
31. Funes-Monzote, F. R. 2009a. Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba. EEPF Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Cuba. 176 p.
32. Funes-Monzote, F. R. 2009b. Eficiencia Energética en Sistemas Agropecuarios. Elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado. 1^{ra} Edición Estación Experimental "Indio Hatuey", Universidad de Matanzas. 37 p.
33. Funes-Monzote, F. R. 2009c. Eficiencia energética en sistemas agropecuarios. Elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado Primera Edición. Biblioteca ACTAF. La Habana, Cuba. p. 23.
34. Funes-Monzote, F. R. 2014. La cuestión agraria y el agroecología. *Campo-território: Geografía agrária. Edição especial do XXI ENGA-2012*: 1-23.

35. Funes-Monzote, F. R.; Monzote, M.; Lantinga, E. A.; TerBraak, C. J. F.; Sánchez, J. E. y Van Keulen, H. 2009. Agro-Ecological Indicators (AEIs) for dairy and mixed farming systems classification: Identifying alternatives for the Cuban livestock sector. *Journal of Sustainable Agriculture*. 33(4): 435-460.
36. Funes, F. y Vázquez, L. 2016. Avances de la agroecología en Cuba. Editora Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.
37. Gliessman, S. R. 2001. Agroecosystem Sustainability: Developing Practical Strategies. Book Series Adv. in Agroecology, CRC Press, Boca Raton. Edited by Stephen R. Gliessman. 195 p.
38. Gliessman, S. R. 2012. Agroecología: plantando las raíces de la resistencia. *Agroecología*. 8(2): 19-26.
39. Godfray, H. C.; Beddington, J. R.; Crute, I. R.; Haddad, L.; Lawrence, D.; Muir, J. F.; Pretty, J.; Robinson, S.; Thomas, S. M. y Toulmin, C.. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 327(5967): 812-818.
40. González, Y. 2018. La finca familiar campesina "Australia": camino a la sostenibilidad. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.
41. Jiménez, R. y Antón N. A. 2014. Agroecología y Seguridad Alimentaria. Una visión desde Cuba. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*. 2(2): 63-76.
42. Kassam, A. y Friedrich, T. 2012. An ecologically sustainable approach to agricultural production intensification: Global perspectives and developments; *Field Actions Science Reports, Reconciling Poverty Eradication and Protection of*

the Environment [en línea]. Disponible en: <http://factsreports.revues.org/1382>. [Consulta: octubre, 21 2021].

43. Kenmore, P. 2003. Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries. Proceedings of the Satellite event on the occasion of the Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO Inter-Departmental Working Group on Biological Diversity, FAO, Rome, Italy.
44. León, T. y Altieri, M. A. 2010. Vertientes del pensamiento agroecológico. Fundamentos y aplicaciones. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). Bogotá. Colombia. 296 p.
45. Leyva, M, E. 2016. El índice de agrobiodiversidad (IDA) como indicador de la sostenibilidad en tres agroecosistemas en el municipio San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrarias. Universidad Agraria de La Habana.
46. López, J. C. 2018. Evaluación de la agrobiodiversidad y los servicios ecosistémicos en la finca El Desquite. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.
47. López, Y. y Hernández, V. M. 2012. Las prácticas agroecológica en fincas de Topes de Collantes, mitigan los gases de efecto invernadero. En: XVIII Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de la Lajas, Mayabeque. (CD).
48. Lores, A.; Leyva, A. y Tejeda, T. 2008. Evaluación espacial y temporal de la agrobiodiversidad en los sistemas campesinos de la comunidad “Zaragoza” en La Habana. Cultivos Tropicales. 29(1): 5 - 10.

49. Machuca, J. A. 2007. Crianza Animal Integrada Andar de Nueva Agricultura. Editorial Oriente. Guantánamo, Cuba. p. 330-331.
50. Magurran, A. E. 1998. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press. New Jersey, U.S.A. 179 p.
51. Mancini, H.; Bianchi, F. J. J. A.; Maria, I. y Tiftonell, P. 2021. Impact of agroecological management on plant diversity and soil-based ecosystem services in pasture and coffee systems in the Atlantic forest of Brazil. Agriculture, Ecosystems and Environment. 305: 107171
52. Méndez, B. A. 2010. Desequilibrio Ecológico: Un reto para las actuales generaciones. Universidad del Pacífico. Buenaventura - Valle del Cauca. Colombia. p. 47-64.
53. Mesa, R.; Socarras, Y. y Padrón, R. 2017. Biodiversidad de frutales en patios, parcelas, huertos caseros y fincas de la agricultura urbana suburbana y familiar de la provincia de Cienfuegos. Estrategias de conservación. En: V Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. (CD).
54. Milián, I.; Sánchez, S.; Wencomo, H. B.; Ramírez, W. y Navarro, M. 2018. Estudio de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica La Paulina del municipio de Perico, Cuba. Pastos y Forrajes. 41(1): 50-55.
55. MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2011a. Instructivo técnico para el cultivo de la guayaba (*Psidium guajava* L.). Ed. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) y Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. 1ra ed. La Habana, Cuba. 38 p.
56. MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2011b. Instructivo técnico para el cultivo de los cítricos. Ed. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) y

- Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. 1ra ed. La Habana, Cuba. 42 p.
57. Navarro, A. 2014. Fincas Integrales: aportes a los servicios ecosistémicos y a la calidad de vida de las familias. *Leisa*. 30(3): 29-31.
58. Nicholls, C. I. y Altieri, M. A. 2012. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología*. 6: 28-37.
59. Nicholls, C. I.; Altieri, M. A. y Vázquez, L. L. 2015. Agroecología: principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*. 10(1): 61-72.
60. Nigoul, M. 2006. Función de la materia orgánica en el suelo [en línea]. Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/11880.html>. [Consulta: septiembre, 21 2021].
61. Ordoñez, I. C.; Pereira, S. M. P. y Tipacti, M. A. 2012. La diversificación agrícola en el contexto del derecho humano a la alimentación adecuada: el caso de las familias asentadas del "Horto Vergel" MM/SP- Brasil. En: XVIII Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de la Lajas, Mayabeque. (CD).
62. Orihuela, J. M.; Peña, L. O.; Gutierrez, W.; Burbano, M. C. y Jeans, L. D. 2007. Diagnóstico para el reconocimiento ambiental del patio integral escuela "La Joya". UNAH. CEDAR. Habana, Cuba. 54 p.
63. Peña, H.; Díaz, J. A. y Martínez, T. 1996. *Fruticultura Tropical*. T- I y II. Editorial "Félix Valera". La Habana. Cuba.

64. Pérez, R. R.; Soto, R. y Socorro, A. 2013. Influencia del incremento de la biodiversidad agrícola en la sostenibilidad de una finca cafetalera del macizo Guamuhaya. *Científica Agroecosistemas*. 1(1): 10-21.
65. Restrepo, C.; Narvaez, E y Restrepo, P. 2009. Extracción de compuestos con actividad antioxidante de frutos de guayaba cultivada en Vélez. Santander, Colombia. *Química Nova*. 32(6): 1517-1522.
66. Ríos, A. 2011. Máquinas Agrícolas, Tracción Animal y Labores Manuales. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. 69 p.
67. Ríos, H., Vargas, D., Funes-Monzote, F. R. 2011. Innovación agroecológica, mitigación y adaptación al cambio climático. La Habana, Cuba. 248 p.
68. Rodríguez, L.; Rodríguez, S. L.; Macías, O. L.; Benavides, B.; Amaya, O.; Perdomo, R.; Pardo, R. y Miyares, Y. 2017. Evaluación de la producción de alimentos y energía en fincas agropecuarias de la provincia Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 4(3): 222-229.
69. Roig, J. T. 1969. Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos. T- I. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
70. Sánchez, S.; Hernández, M. y Ruz, F. 2011. Management alternatives of soil fertility in livestock production ecosystems. *Pastos y Forrajes*. 34(4): 375-392.
71. Sarandón, S. J. 2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la Revolución Verde. En: S. J. Sarandón (ed.), *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas. p. 23-48.

72. Sarandón, S. J. 2014. La agroecología: integrando la enseñanza, la investigación, la extensión y los agricultores. Resumos do I Congresso Paranaense de Agroecologia – Pinhais/PR – 29 e 30/05/2014. Cadernos de Agroecologia. 9(1): 1-6.
73. Sarandón, S. J. 2019. Potencialidades, desafíos y limitaciones de la investigación agroecológica como nuevo paradigma en las ciencias agrarias. Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Cuyo, Dossier Agroecología. 51(1): 383-394.
74. Sarandón, S. J. 2021. Agroecología: una revolución del pensamiento en las ciencias agrarias. Ciencia, Tecnología y Política. 4(6): e055.
75. Simón, L. 2001. Resultados en la aplicación de los sistemas silvo pastoriles para la producción de leche y carne en Cuba. Conferencia del Cuarto Encuentro Internacional Silvo pastoril. EEPF Indio Hatuey, Matanzas.
76. Socorro, A. R. 2009. Biodiversidad, recursos genéticos y agricultura alternativa [en línea]. Disponible en: http://www.geocities.com/arsocorro/agricola/capituloVI_biodiversidad.htm. [Consulta: noviembre, 11 2021].
77. USDA. 2014. Agricultural Act of 2014. Highlights and implications. USDA. Washington. E.U.
78. Vargas, B. B. 2011. Sistema de acciones para el manejo sostenible de tres especies arvenses en ecosistemas agrícolas. Universidad de Granma. Bayamo, Granma, Cuba. 3 p.
79. Vázquez, M. L. 2011. Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. En: Ríos, H., Vargas, D., Funes-Monzote, F.R.

- Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. INCA, Habana. p. 75-102.
80. Vizcón, R. 2014. Indicadores de uso de las fuentes renovables de energía en los sistemas de producción agropecuaria. En: Evento CubaSolar. Cuba. (CD).
81. Vizcón, R. y Véliz, J. I. 2011. La Energía y la Agricultura. Tendencias Modernas. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Facultad de Ingeniería Química y Mecánica. (material electrónico). 14 h.
82. Vizcón, R.; Veliz, J. I. y Hernández, J. L. 2008. Estudio de sostenibilidad energética del territorio de la Ciénaga de Zapata. [en línea]. Disponible en: <http://www.researchgate.net/publication/267333857> [Consulta: septiembre, 23 2021].
83. Wezel, A. y Soldat, V. 2009. A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 7(1): 3-18.
84. Yong, A.; Crespo, A.; Benítez, B.; Pavón; M. I. y Almenares, G. R. 2016. Uso y manejo de prácticas agroecológicas en fincas de la localidad de San Andrés, municipio la Palma. *Cultivos Tropicales*. 37(3): 15-21.

ANEXOS

Modelo de Captura de Información para el Análisis de Sistemas del proyecto BIOMAS-CUBA.

Fecha _____ Año que se evalúa _____

MODULO 1. Características generales de la finca.

1.1.- Identificación y localización

Nombre de la finca: _____

Provincia: _____

Municipio: _____

1.2.- Tipo de organización a que pertenece (marque X)

Granja Estatal _____ Productor individual _____ UBPC _____ CPA _____ CCS _____

Usufructuario _____

Nombre de la organización (Empresa, UBPC, CPA, CCS) _____

1.3.- Propósito productivo (marque X)

Leche _____ Carne _____ Agrícola _____ Mixta _____ Indefinida _____

Otro _____

1.4.- Área (U.M. hectáreas) Total _____

Cultivos:		Forrajes		Vegetación natural:	
<i>Cultivos anuales</i>		<i>Forestal (plantación)</i>		<i>Monte, manigua</i>	
<i>Frutales</i>		<i>Asociaciones:</i>		<i>Aroma, marabú</i>	
<i>Pastos</i>		<i>Asociación cultivos-frutales</i>		<i>Accidentes naturales</i>	
<i>Pasto natural</i>		<i>Asociación forrajes-frutales</i>		<i>Lagunas</i>	
<i>Pasto sembrado</i>		<i>Silvopastoril</i>		<i>Instalaciones</i>	
<i>Leguminosas</i>		<i>Otra</i>		<i>Otro</i>	

1.5.- Disponibilidad de agua

Abasto de agua (riego y bebedero de animales): B _____ R _____ M _____

Método de abasto:

Acueducto _____ Presa _____ Río _____ Pipa _____ Tranque _____ Pozo _____ Molino de viento _____ Otro _____

Infraestructura de riego: _____

1.6.- Fuentes de energía (marque X)

Eléctrica _____ Eólica _____ Combustible _____ Biogás _____

1.7.- Infraestructuras (marque X)

Vías de acceso: B _____ R _____ M _____

Tipo de instalaciones: Típica _____ Rústica _____
 Capacidad instalada (U.M. número de animales): Constructiva _____ Actual _____

Instalaciones

Naves de sombra	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Nave de ordeño	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Nave de maternidad	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Cepo	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Baño	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Estercolero	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Almacenes	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Nave de maquinaria	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Cochiguera	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Galpón para aves	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Caballeriza	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Lombricultura	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Biogás	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____
Organopónico	Sí _____ No _____	Condiciones B _____ R _____ M _____

1.8.- Equipos e implementos (marque X y si es más de uno enumere)

Tractor _____ Carreta _____ Yunta de bueyes _____ Carretones _____ Pipa _____
 Molino forrajero _____ Molino de granos _____ Arado _____ Surcador _____
 Chapeadora _____ Ordeño mecánico _____ Fertirriego _____ Peladora de arroz _____
 Otros: _____

1.9.- Estado de los cercados y mangas (marque X) B _____ R _____ M _____.

Perímetro total _____ Número de divisiones _____
 Tipo de cercado: Alambre púas: _____ Eléctrico: _____ Cerca viva: _____
 Otros _____

1.10.- Fuerza de trabajo (U.M. número de trabajadores y horas)

	Hombres	Mujeres
Obreros		
Técnicos		
Administradores		

Horas promedio de trabajo diario _____ Horas hombre totales diario _____
 Días de trabajo anual _____

MODULO 2. Producción y diversidad vegetal.

2.1. Cultivos anuales	Área (ha)	Producción (t)	Destino de la producción				Ingreso
			Estatal	Agro	Autoconsumo / donación	Otra	

2.2. Frutales	No de plantas	Producción (t)	Destino de la producción				Ingreso
			Estatal	Agro	Autoconsumo / donación	Otra	

2.3. Forrajes	Área (ha)	Producción (t)	Destino de la producción				Ingreso
			Alimentación directa	Ensilaje	Henaje	Venta	

2.4. Pastos	Área (ha)

2.5. Árboles forestales	No. de individuos
2.6. Postes vivos	

MODULO 3. Producción y diversidad animal.

3.1. Animales

Especie	No de individuos	Producción carne (t)	Destino de la producción				Ingreso
			Merc. Estatal	Merc. Agro	Autoconsumo / donación	Otra	

3.2. Producción de leche

Tipo	Total prod. (l)	Industria	Cruzamientos	Cons. animal	Acopio Estatal	Merc. Agro	Auto consumo / don.	Ingreso
Vaca								
Cabra								

3.3. Producción de huevos

Especie	Total prod.	Industria	Autoconsumo	Mercado Agro	Ingreso
Gallina					
Codorniz					
Patos					

3.4.- Rebaño bovino

Crianza del reemplazo en la finca (marque X): Si _____ No _____

Composición total del rebaño (U.M. número de animales):

Hembras: Vacas _____ Novillas _____ Añojas _____ Terneras (4-12 meses) _____ Terneras (0-4) _____

Machos: Bueyes _____ Toros _____ Toretes _____ Añojos _____ Terneros (4-12 meses) _____ Terneros (0-4) _____

Composición promedio anual del rebaño en producción (U.M. número de animales):

Número de vacas totales _____ En ordeño _____ Maternidad _____

Duración promedio de la lactancia _____

3.5.- Reproducción bovina

Raza predominante (marque X): Holstein _____ Cebú _____ Brown Suis _____ Jersey _____ Criollo _____ Cruces _____ Otros _____

Método de gestación utilizado (marque X): Inseminación _____ Monta directa _____

Si es por inseminación, responder: Estado reproductivo promedio anual del rebaño

Gestantes _____ Inseminadas _____ Diagnosticada _____ Recentinas _____

Vacías _____

Edad promedio del rebaño (años) _____ Número promedio de partos del rebaño _____

Edad promedio de incorporación a la reproducción (años) _____
Edad promedio al primer parto (años) _____ Número de partos/año (enero-diciembre)

3.6. Porcinos

Cantidad total de cerdos _____, Reproductoras _____ Berracos _____
Ceba _____ Pre-cebas _____ y crías _____

3.7. Fuerza de trabajo animal

Especie	No de animales	Horas de trabajo diario	Días de trabajo anual

MODULO 4. Producción de abonos y alimentos para animales.

4.1. Estiércol

Utilización de estiércol para la fertilización de los cultivos o los forrajes

Sí _____ No _____ Cantidad (toneladas) _____

Origen: Endógeno _____ Exógeno _____

Producción de estiércol:

Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad

4.2. Otros abonos orgánicos

	Tipo	Cantidad	Uso
Compost			
Humus de lombriz			
Lodo de biodigestor			
Microorganismos benéfico			
Residuales líquidos			
Otro			

4.3. Residuos de cosecha para la alimentación animal

	Tipo	Cantidad (t)	Uso
Ensilaje			
Henaje			
Fermentado de yuca			
Pienso casero			
Efluente de biodigestor			
Microorganismos benéficos			
Miel amoniada			
Otro			

MODULO 5. Insumos Productivos.

5.1 Insumos (todos los que vienen de fuera de la casa, tanto energéticos como alimentarios)

Insumo	Tipo de producto	Cantidad	Uso	Costo	Origen (donde lo compra)
Concentrado (pienso)					
Soya					
Bagacillo					
Miel					
Urea					
Forraje					
Antiparasitario					
Antibióticos					
Fertilizante nitrogenado					
Fertilizante FC (NPK)					
Otros fertilizantes					
Herbicida 1					
Herbicida 2					
Herbicida 3					
Plaguicida 1					
Plaguicida 2					
Plaguicida 3					
Diesel (l)					
Gasolina (l)					
Lubricantes					
Electricidad (Kw/h)					
Semillas					

MODULO 6. Economía de la finca.

6.1 Economía de la finca.

Gastos	\$
Salarios	
Alimentación	
Alimentación animal	
Medicinas	
Fertilizantes /plaguicidas	
Semillas	
Combustible	
Electricidad	
Gas	
Otros insumos	
Servicios maquinaria	
Otros servicios	
Amortizaciones	
Inversiones	

Ingresos	\$
Productos agrícolas Estado	
Productos agrícolas Otra	
Productos pecuarios Estado	
Productos pecuarios Otra	
Otros productos	
Créditos	
Actividades anexas (re-inversión)	
Remesas, donaciones	

Gastos totales _____

Ingresos totales _____

Ganancias totales _____

MODULO 7. Indicadores sociales.

7.1. Calificación de los trabajadores

Cargo (O, T, A)	Genero	Edad	Contrato		Calificación				Experiencia (años)			
			Perm.	Temp	Prim.	Sec	Tec.	Univ.	0-5	5-10	>10	

7.2. Ingreso promedio de los trabajadores

	Hombres	Mujeres
Obreros		
Técnicos		
Administradores		

7.3. Motivación hacia el trabajo

Debido a: (marque X) :

- a) Condiciones de la vivienda B_____ R_____ M_____
- b) Ingresos Satisfactorios_____ Insatisfactorios_____
- c) Condiciones de trabajo B_____ R_____ M_____
- d) Vinculado a los resultados finales Sí___ No___ Estimulación___ Pago_____
- e) Relaciones del colectivo de trabajo B_____ R_____ M_____
- f) Otras motivaciones_____

7.4. Composición de la familia

Genero	Edad	Escolaridad	Ocupación

7.5. Acceso a servicios domésticos y electrodomésticos

Agua potable	Sí___ No___	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Electricidad	Sí___ No___	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Gas	Sí___ No___	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Refrigerador	Sí___ No___	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Televisor	Sí___ No___	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Radio	Sí___ No___	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Lavadora	Sí___ No___	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Otro	Sí___ No___	Condiciones	B_____ R_____ M_____