



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



Trabajo de Diploma en Opción al Título de Ingeniero Agrónomo

**Establecer las potencialidades agroproductivas de la finca
campesina “La Gabriela” para la producción sostenible de
alimentos y energía.**

Autor: Yariel González Pérez

Tutores: MSc. Jorge Luis Álvarez Marqués

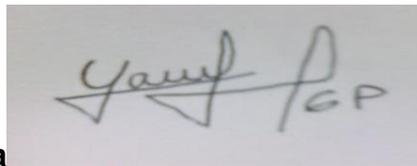
Dr. C. Sergio Luis Rodríguez Jiménez

Matanzas, junio de 2019.

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Declaro que yo, Yariel González Pérez, soy el único autor de este Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo, en calidad del cual autorizo a la Universidad de Matanzas, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a mis tutores a que hagan el uso que estimen conveniente.

Firma

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature is written in a cursive style and appears to read 'Yariel GP'.

DEDICATORIA

Este Trabajo de Diploma está dedicado:

En primer lugar, a mis abuelos quienes me inculcaron sus valores campesinos.

A mi padre por su apoyo incondicional.

A mi madre por ser mi guía ante la vida.

A mi novia y compañera, junto a su familia por apoyarme siempre.

A mis tíos quienes me ayudaron y sé que puedo contar eternamente.

Y en especial a aquellas personas que siempre me apoyaron y hoy no están físicamente junto a mí.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y mis abuelos por su apoyo incondicional durante estos años.

A mi novia por estar ahí en los momentos difíciles.

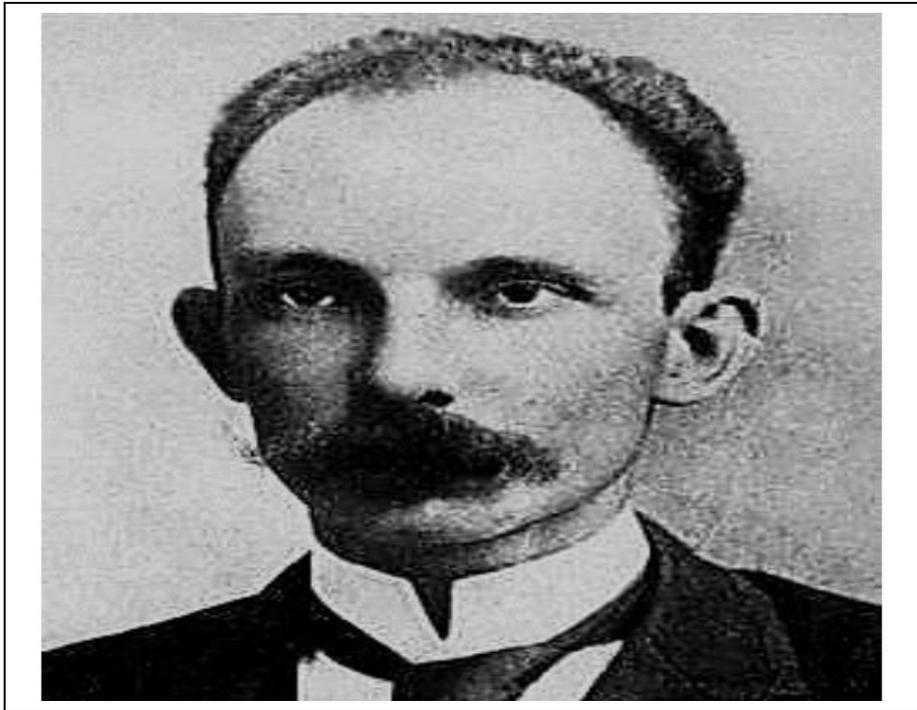
A mi hermano y mi cuñada por ayudarme cuando más lo necesité.

A mis tíos y el resto de mi familia por confiar en mí y por ayudarme.

A mi amigo Wilfredo y al resto de mis compañeros en especial aquellos que formaron parte de todos los recuerdos vividos en los últimos cinco años.

A mis profesores, en especial a mis tutores y aquellos que me ayudaron en el Trabajo de Diploma.

A todos muchas gracias.



*“La Naturaleza inspira, cura, consuela,
fortalece y prepara para la virtud al
hombre”*

José Martí

Opinión de los tutores

YARIEL GONZÁLEZ PÉREZ, hijo de campesinos y dueños de una finca de 18,3 ha, que a decir de él *“ha permanecido en manos de la familia desde los tiempos de la colonia en que España dominaba con mano dura nuestra Isla”*, cercana al poblado de Manuelito en el corazón mismo de uno de los mayores sistemas pecuarios del país; allí él y su familia cuidan y hacen producir el suelo de la Finca “La Gabriela”.

Siendo un joven de estos tiempos se dedica, junto con el resto de la familia, a hacer que su finca produzca alimentos de manera sostenible, para ellos y para aportar a la soberanía alimentaria de su localidad.

A Yariel lo conocimos cuando entró como estudiante en el primer año, motivado por los estudios, responsable, humilde, comprometido con su carrera, agradecido de sus profesores y de sus compañeros de estudio; con sanas aspiraciones de quedarse como futuro profesor de su Facultad, demostrando interés y dedicación por el estudio, alcanzando un excelente índice académico de 4,58 puntos. Se incorporó al movimiento de alumnos ayudantes en el curso 2015-2016, participando en las asignaturas Práctica Agrícola I, Topografía y Sistema de la Información Geográfica (SIG), apoyando la información diferenciada a estudiantes con dificultades docentes en la asignatura de Riego y Drenaje.

Con mucha entrega, dedicación e inteligencia logró llevar a feliz término con independencia, creatividad y mucho amor, su trabajo de diploma; investigación que presenta el resultado del estudio en Finca “La Gabriela”; ahí están los logros de una familia campesina que vive de su trabajo y sudor, de sus manos, de su amor por la tierra, Cuba necesita de campesinos como la familia González-Pérez.

Logra hacer realidad tus sueños. Serás un excelente profesor. Felicidades.

Tus profesores y tutores:

MSc. Jorge Luis Álvarez Marqués

Dr. Sergio Luis Rodríguez Jiménez

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la finca campesina “La Gabriela” perteneciente a la CCS “Leovigildo Sierra” del municipio Pedro Betancourt en la provincia Matanzas, con el objetivo de determinar sus potencialidades para producir alimentos y energía de forma sostenible y rentable. Para ello se realizó un diagnóstico agroecológico evaluando los indicadores de agrobiodiversidad y energía de la finca, utilizando los softwares Divers y Energía 3.01, obteniendo los principales indicadores con problemas en el agroecosistema proporcionándole a cada uno de ellos una posible solución. Asimismo, se calculó el Índice de Renovabilidad (IR) el cual es muy novedoso para evaluar el empleo de las diferentes fuentes renovables o no de energía que entran y salen del agroecosistema. También se realizaron estudios de calidad y posibles limitantes del suelo, de los cuales se logró obtener el tipo de suelo y las diferentes Clases Agrológicas que se encuentran presentes en las áreas de la finca, identificando las principales limitantes agroproductivas que ponen en riesgo conservación y uso de este recurso natural, recomendándose en cada caso su adecuado uso y manejo. Finalmente se destacaron las principales prácticas agroecológicas que se desarrollan en la finca y las posibles acciones que pueden llegar a transformarla en un sistema sostenible y gestionable agroecológicamente.

Palabras claves: finca campesina, diagnóstico agroecológico, energía, clases agrológicas.

ABSTRACT

The present Work was done in the rural property, La Gabriela pertaining Char when CS "Leovigildo" Sierra in the municipality Pedro Betancourt in the state killings determines his potentials for the purpose to effect foods and power with tenable and profitable shape. For it diagnostic agroecological refereeing the tattlers in agrobiodiversidad and drive of the property was recognized using the Divers softwares and Energy 3.01 capturing the head tattlers with problems with agroecosystema mom a possible solution proportions you every one of them. The index of an animal novabilidad (getting along) that is very new to measure the employment of the different energy origins that come in and leave of the old colony of the agroecosystem was calculated. As well they were done identifying catching the quality surveys and possible limitanted of the land from which it was got different sorts agrological who are present in the property areas First limitanted agroproductivas, the fact that the structure and use of this natural resource translate at hazard recommends, his possible use and management was with each married. At length practices first agroecological who are developed in the property and the possible acts that can when transforming it in a sustainable system and behavior were distinguished the tellurium of the able agroecological.

Key words: rural property, diagnostic agroecological, energy, sorts agrological.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 La agricultura mundial: situación actual y perspectivas	5
2.2 La agricultura cubana: necesidad de transitar hacia la sostenibilidad agroecológica	7
2.3 La agricultura familiar campesina: producción, sostenibilidad y resiliencia	9
2.3.1 La resiliencia en los agroecosistemas	12
2.4 La agroecología: la ciencia para construir la agricultura sostenible	13
2.4.1 La revolución agroecológica en Cuba	14
2.4.2 La experiencia cubana	15
2.5 Diagnóstico agroecológico	16
2.5.1 La biodiversidad y la agrobiodiversidad. Índices para su cálculo	16
2.5.2 Las transformaciones de la energía en el agroecosistema	20
2.5.3 El suelo, evaluación de la calidad y su manejo sostenible	22
2.5.3.1 Situación actual de los suelos agrícolas de Cuba	24
2.5.3.2 Evaluación de la calidad de suelos mediante indicadores	25
2.5.3.3 El uso y manejo sostenible de los suelos	26
3.MATERIALES Y MÉTODOS	27

3.1 Caracterización de la Finca	27
3.1.1 Localización de la finca	27
3.1.2 Características Generales	27
3.2 Caracterización climática	28
3.2.1 Temperatura del aire	28
3.2.2 Precipitaciones	28
3.2.3 Humedad Relativa	29
3.3 Evaluación del suelo presente en la finca	30
3.3.1 Determinación de la calidad del suelo	30
3.3.2 Caracterización de las clases agrológicas	30
3.4 Determinación de los índices de agrobiodiversidad	31
3.4.1 Determinación de la eficiencia energética y productiva	32
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN	33
4.1 Caracterización de la finca “La Gabriela ”	33
4.1.2 Composición social	34
4.1.3 Indicadores económicos	36
4.2 Caracterización de la flora y la fauna del agroecosistema	37
4.2.1 Identificación y conteo de las especies e individuos	37
4.2.2 Valoración de los indicadores de la agrobiodiversidad	38
4.2.3 Valoración de los indicadores energéticos y productivos	40
4.3 Caracterización geológica de la finca	42
4.4 Distribución y características de los suelos	43
4.5 Evaluación de indicadores de la calidad del suelo	45

4.6 Caracterización de las diferentes Clases Agrológicas, uso y manejo del suelo	46
4.6.1 Suelo Clase Agrológica III	47
4.6.2 Suelo Clase Agrológica IV	49
4.6.3 Suelo Clase Agrológica VI	51
4.7 Resiliencia de la finca ante eventos meteorológicos	52
4.8 Caracterización de las principales prácticas agroecológicas	54
5.CONCLUSIONES	57
6.RECOMENDACIONES	59
7.BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	70

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es la actividad más importante para el sustento de la humanidad, desde siempre el hombre ha empleado prácticas y métodos para obtener mejores resultados en la misma y satisfacer sus necesidades. Con el paso de los siglos hasta nuestros días dichas prácticas y métodos han condicionado la aparición de algunos problemas que, junto a otros de carácter externo, ponen en riesgo el desarrollo y bienestar de las generaciones futuras.

Actualmente el sistema alimentario global se encuentra en una encrucijada: la agricultura debe hacer frente a los desafíos del hambre y la malnutrición en un contexto de crecimiento demográfico; mayor presión sobre los recursos naturales, en especial sobre los suelos y el agua; pérdida de biodiversidad, e incertidumbres relacionadas con el cambio climático. Mientras que en el pasado los esfuerzos se centraron en el fomento de la producción agrícola para producir más alimentos, los desafíos actuales, entre ellos el cambio climático, exigen un nuevo enfoque (FAO, 2014).

En los próximos 35 años la agricultura se verá expuesta a una confluencia de presiones sin precedentes, tales como un aumento del 30%, de la población mundial, la competencia por recursos de tierra, agua y energía, así como la amenaza existencial del cambio climático. Se estima que para atender las necesidades de una población que, según se prevé, llegará en 2050 a 9 300 millones de habitantes y dar respaldo a cambiantes modalidades de alimentación, la producción anual de alimentos deberá aumentar de los 8 400 millones de toneladas actuales a casi 13 500 millones de toneladas. Lograr ese nivel de producción a partir de una base de recursos naturales ya mermada en proporciones graves será imposible a menos que nuestros sistemas de alimentación y agricultura experimenten profundos cambios. Tenemos que ampliar y acelerar la transición a un sistema de alimentación y agricultura sostenibles que garanticen la seguridad alimentaria mundial, brinden oportunidades económicas y sociales y protejan los servicios de los ecosistemas de los que depende la alimentación (FAO, 2015).

En nuestro país la producción de alimentos es una prioridad del Estado, aunque aún son insuficientes los resultados económico-productivos alcanzados para satisfacer las necesidades reales de productos agrícolas, a precios accesibles para la mayoría de la población (Jiménez, 2011). En base a esta carencia se están encaminando técnicas y métodos para producir alimentos más naturales, más rentables y que no causen daño al medio ambiente. Numerosos son los movimientos que se han introducido en nuestro país para mejorar la alimentación, dentro de ellos se encuentran el movimiento agroecológico, el movimiento sostenible, la agricultura urbana, el movimiento campesino a campesino, entre otros. Todos con una misma finalidad y objetivo, el de satisfacer las demandas alimentarias sin perjudicar el medio ambiente.

El sector más propicio para poner en práctica estas nuevas tendencias es el sector campesino por mantener una agricultura tradicional más sana comparada con las grandes empresas.

Los buenos resultados alcanzados en la agricultura urbana demuestran que es posible, sin tener que movilizar a cientos de personas, ni incurrir en grandes gastos económicos, tratar de suplir las necesidades de consumo de vegetales y hortalizas, proporcionar empleo a cientos de miles de personas por el país y mejorar los hábitos alimenticios de la población (Jiménez, 2011).

Lograr un diseño sostenible en la agricultura significa combinar las prácticas tradicionales con las tecnologías actuales para conformar un modelo agrícola que permita el uso racional de los recursos naturales con mejores resultados y calidad en los alimentos. Hoy en día son muchos los agricultores y campesinos en general quienes, junto a organizaciones como las CCS y CPA, emplean técnicas como la rotación, los policultivos y el aumento de la biodiversidad de sus agroecosistemas vinculando la ganadería con los cultivos, estableciendo un sistema sostenible que en muchos casos llega a ser un sistema agroecológico.

Para evaluar el estado de los agroecosistemas que emplean estas prácticas conservacionistas, un grupo de investigadores de este tema, han ideado una serie de indicadores que permiten su evaluación. Aquí es donde juega un papel importante el diagnóstico agroecológico ya que permite identificar las potencialidades ambientales, productivas, económicas y sociales de cada sistema, así como las limitantes que impiden aumentar su eficiencia para mejorar su productividad.

En este caso la finca “La Gabriela” objeto de esta investigación, es trabajada por la familia campesina desde antes del triunfo revolucionario de 1959, con el propósito productivo de satisfacer las necesidades de sus propietarios y comercializar los excedentes con el territorio para contribuir con la soberanía alimentaria. Su línea principal es la ganadera, pero en los últimos años se está trabajando en base a la producción de granos, raíces y tubérculos y frutales, aumentando la productividad del agroecosistema y la agrobiodiversidad, por lo que es necesario establecer un diseño sostenible que permita un aumento en las producciones con el uso eficiente de los recursos naturales sin perjudicar el medio ambiente.

Problema:

En la actualidad la Finca familiar Campesina “La Gabriela” no posee un diseño sostenible de la producción agropecuaria que sea capaz de elevar la producción de alimentos y energía, con una afectación mínima al medio ambiente.

Hipótesis:

Si se realiza un estudio agroecológico, energético, social y de calidad y manejo sostenible del suelo, se pueden establecer las principales potencialidades agroproductivas del agroecosistema que facilitarán la obtención de altos rendimientos y energía, contribuyendo con la seguridad y soberanía alimentaria de la localidad sin causar daños severos al medio ambiente.

Objetivos:**General:**

- Diseñar, a partir de las potencialidades agroproductivas de la Finca “La Gabriela” el uso y manejo sostenible de la producción de alimentos y energía.

Específicos:

- Caracterizar la agrobiodiversidad que posee el agroecosistema Finca “La Gabriela”.
- Evaluar el nivel de agroproductividad de los suelos y su uso potencial, recomendando el manejo sostenible de los mismos.
- Identificar las prácticas agroecológicas a desarrollar por la familia campesina para elevar la diversidad de especies y lograr elevar las producciones agropecuarias por unidad de área.
- Determinar la eficiencia con que se produce la energía biológica en el agroecosistema.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 La agricultura mundial: situación actual y perspectivas

La agricultura es la labranza o cultivo de la tierra e incluye todos los trabajos relacionados al tratamiento del suelo y a la plantación de vegetales. Las actividades agrícolas suelen estar destinadas a la producción de alimentos y a la obtención de verduras, frutas, hortalizas y cereales. La agricultura implica la transformación del medio ambiente para satisfacer las necesidades del hombre (Borja y Valdivia, 2011).

Existe una necesidad sobre todo en los países periféricos de ofrecer prioridad a los agricultores que se basan en sistemas agrícolas locales, aunque es imprescindible realizar reformas agrarias con transformaciones significativas no solo en la tenencia de la tierra sino en todo el sistema agroalimentario (Gamboa *et al.*, 2013).

La agricultura constituye, el más importante acto de transformación ecosistémica de la especie humana realizada a través de su adaptación cultural, que se juega en distintos ámbitos: domésticos, científicos, tecnológicos, comerciales, políticos, económicos e incluso, militares. La historia de la humanidad se ha escrito también como historia de la agricultura, de los alimentos, de los territorios, del suelo, de la irrigación, de los bosques. El resultado de esta actividad, el alimento, se inserta silenciosa pero efectivamente y de manera irreversible en la historia humana, provocando guerras de conquista, desarrollos tecnológicos, rutas comerciales, imposiciones tributarias, intercambios económicos, innovaciones científicas, modificaciones territoriales, industrias alimentarias, nuevas institucionalidades, relaciones comunitarias, modas, costumbres culinarias, rituales... en fin, toda una constelación de eventos ambientales complejos (Sicard *et al.*, 2014).

Es innegable que la agricultura moderna incrementó los rendimientos absolutos por unidad de superficie, lo cual provocó que aumentaran las producciones globales de alimento. Sin embargo, también es cierto que tales incrementos han estado basados en el uso intensivo de energía proveniente de combustibles fósiles, lo que ha causado impactos ambientales negativos. Esto implica que los sistemas agrícolas altamente especializados se caractericen

por una dependencia cada vez mayor de la energía externa y, por ende, una baja eficiencia energética (Pimentel y Pimentel 2008 citado por Blanco *et al.*, 2014).

Para Dussi y Flores (2017), en el modelo agrícola imperante preponderan las motivaciones económicas más que las preocupaciones éticas sobre la relación ambiente-sociedad. En este contexto se hace necesario pensar y comenzar a poner en práctica tecnologías que lleven a una agricultura diferente, basadas en postulados éticos donde la relación hombre–naturaleza se construya desde las necesidades y el sostenimiento futuro en lugar del lucro de los poderes concentrados. El modelo agrícola a escala mundial se caracteriza por elevados niveles de pobreza en el sector rural, migración, hambre y conflictos ambientales, intensificado por los cambios climáticos, problemas energéticos financieros, la expansión de monocultivos transgénicos, de agrocombustibles y el uso intensivo de agrotóxicos.

El reto, que le compete afrontar a las ciencias agrarias de hoy es, por lo tanto, no solo enfocarse en producir más alimentos de la mayor calidad al menor costo ambiental posible sino que, además, hacerlo bajo las limitaciones enmarcadas en el contexto del cambio climático, el agotamiento de la frontera agrícola, el acaparamiento de tierras, la escasez de agua, la desigualdad económica entre regiones, el atraso tecnológico y la pobreza que caracteriza a la gran mayoría de las explotaciones agrícolas y pecuarias del mundo. En este sentido, la *sostenibilidad en la agricultura* debe entenderse también como un proceso de negociación política, complementario al conjunto de prácticas culturales a la que tradicionalmente solemos reducirla (Camargo, 2017).

En el nuevo milenio, la preocupación internacional por la conservación del capital natural se ha incrementado considerablemente; esto debido a las consecuencias de los modelos de desarrollo del siglo XX, los cuales se construyeron sobre paradigmas que no tomaron en cuenta al medio ambiente, generando, graves problemas de orden mundial como la deforestación, el efecto invernadero, la desertificación y la pérdida de biodiversidad. Ante esta problemática en 1992 se instauró el modelo de desarrollo sostenible, el cual fue ampliamente difundido a partir de la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, a partir de la cual se firmaron la convención del

cambio climático y el convenio sobre diversidad biológica (Retana y Sánchez, 2019).

El sector agrícola produce diariamente un promedio de 27,3 millones de toneladas de alimentos, incluidos 19,5 millones de toneladas de cereales, tubérculos, frutas y verduras, 1, 1 millones de toneladas de carne y 2 100 millones de litros de leche. El volumen diario de captura en los sectores de la pesca y la acuicultura supera las 400 000 toneladas de pescado, en tanto que los bosques proporcionan 9,5 millones de metros cúbicos de madera y leña. Para la producción de cultivos se utilizan 7,4 billones de litros de agua por día para riego, así como 300 000 toneladas de fertilizantes. El valor diario total de la producción de alimentos se estima en US\$7 000 millones (FAO, 2012a; FAO, 2013c; FAOSTAT, 2013; Banco Mundial, 2007 citada por la FAO, 2015).

2.2 La agricultura cubana: necesidad de transitar hacia la sostenibilidad agroecológica

Según Joseph y Joseph (2017), como parte del proceso de institucionalización de la Revolución Cubana a partir del Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba en 1975, el Estado cubano promovió la necesidad de crear las primeras Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), estimulando el desarrollo de las (ya existentes) y Cooperativas de Crédito y Servicio (CSS). De esta forma, al final de los años sesenta, y principios de los ochenta, se conforman en el país la gran mayoría de las CPA. Estas son cooperativas de trabajo asociado creadas fundamentalmente por campesinos beneficiados con la Primera y Segunda Reforma Agraria, realizadas en 1959 y 1963 respectivamente, los cuales unieron sus tierras a las cooperativas para constituir las como propiedad colectiva. Este proceso, se desarrolló de forma estable hasta finales de los años 90. La estructura de tenencia de la tierra era la siguiente: el sector privado concentraba el 14% de las tierras, el sector cooperativo absorbía el 11% y el Estado Revolucionario el 75%.

Posteriormente en Cuba se han creado políticas públicas de soberanía alimentaria como los Decretos Ley 259 y 300 “Sobre la entrega de tierras ociosas en usufructo”, el desarrollo de la agricultura urbana, suburbana y

familiar que pueden mejorar a mediano y largo plazo la seguridad alimentaria, y otras (Gamboa *et al.*,2013).

De acuerdo con Blanco *et al.* (2014), en Cuba, se realizan grandes esfuerzos para lograr un desarrollo sostenible que logre integrar las expectativas de calidad de vida de la población, con un aprovechamiento eficiente de las fuentes renovables de energía. A este propósito contribuye el proyecto internacional BIOMAS-CUBA, liderado por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EPPF-IH) y financiado por la Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo (COSUDE). Uno de los objetivos principales de este proyecto es la promoción e implementación de fincas agroenergéticas sostenibles en Cuba.

La agricultura cubana, como consecuencia de la necesidad de autoabastecer el país de alimentos, dio inicio al surgimiento de importantes movimientos en torno al desarrollo agroecológico en familias de agricultores, como el Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino de la ANAP, el Programa de Agricultura Urbana y muchos proyectos relacionados con la desertificación y la sequía, la conservación de suelos y el rescate de su capacidad productiva, la producción local de alimentos, entre otros no menos importantes.

Actualmente, los efectos del cambio climático, la subida de los precios del mercado de alimentos, el incremento de las importaciones, la degradación de los suelos y la baja productividad de este sector en la economía cubana, entre otros, son elementos que sugieren transformaciones en el actual modelo de producción agropecuaria del país (Casimiro, 2016).

La agricultura cubana debía transitar hacia la sostenibilidad agroecológica siguiendo el postulado expresado por Funes-Monzote en el artículo “El secreto de la prosperidad” según Martín (2019) cuando afirmó: y cito “Más allá de lograr que en el campo se produzca, hay que crear condiciones para que la producción sea consecuencia del actuar de quienes viven allí” y se puede agregar: de todos los que hacen producir la tierra para garantizar la soberanía y seguridad alimentaria que necesita Cuba.

2.3 La agricultura familiar campesina: producción, sostenibilidad y resiliencia

De la O y Garner 2010 citados por Salcedo *et al.* (2014) realizaron un estudio acerca de las definiciones del concepto de agricultura familiar en el mundo. El análisis de estas definiciones señalan los siguientes elementos comunes: en las explotaciones predomina el trabajo familiar; la administración de la finca se le adjudica al jefe del núcleo familiar y el tamaño de la explotación y/o de la producción determinan su clasificación. Estos autores coinciden en denominar “agricultura familiar”, al sistema de producción, en el que se desarrollan actividades agrícolas y no agrícolas, ya sea dentro o fuera de la unidad productiva, donde la propiedad, la gestión y el trabajo son predominantemente familiares. Produce tanto para el autoconsumo como para el mercado. La fuerza de trabajo la aporta principalmente la familia, empleándose ocasionalmente mano de obra contratada.

La FAO en el año internacional de la agricultura familiar, propuso la siguiente definición consensuada: “La agricultura familiar (incluyendo todas las actividades agrícolas basadas en la familia), es una forma de organizar la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, acuicultura y pastoreo, que es administrada y operada por una familia y, sobre todo, que depende preponderantemente del trabajo familiar, tanto de mujeres como hombres. La familia y la granja están vinculados, co-evolucionan y combinan funciones económicas, ambientales, sociales y culturales” (Salcedo *et al.*, 2014).

La agricultura familiar en América Latina y el Caribe agrupa cerca del 81% de las explotaciones agrícolas; provee, a nivel de país, entre 27% y 67% del total de la producción alimentaria; ocupa entre el 12% y el 67% de la superficie agropecuaria, y genera entre el 57% y el 77% del empleo agrícola en la región (FAO2013 citada por Leporati *et al.*, 2014).

En Cuba la agricultura familiar campesina (agroecológica y sostenible) es aquella en la que vive la familia campesina, utiliza fundamentalmente la mano de obra familiar, las fuentes renovables de energía, los recursos locales y garantiza el diseño y manejo agroecológico sin (mínimo) uso de productos químicos, produciendo así, la mayor cantidad de alimentos e ingresos para su

desarrollo, fortaleciendo entre generaciones la cultura agroecológica específica de ese espacio predial; está insertada en la dinámica de desarrollo del paisaje y de su comunidad y es soberana en la alimentación, en el uso de la energía y la tecnología (Casimiro, 2016).

En este tipo de finca, la lógica del enfoque agroecológico se basa en los procesos sociales basados en la participación de la comunidad pues sus características la hacen especialmente compatible con el desarrollo local endógeno de familias de agricultores, pues proporciona metodologías que se ajustan a las necesidades y circunstancias de comunidades campesinas específicas; estas requieren un alto nivel de participación popular, son culturalmente viables, pues se construyen a partir del conocimiento tradicional combinándolo con los elementos de la ciencia agrícola moderna y el “diálogo de saberes”, así como pretenden identificar elementos de manejo que conlleven a la optimización de las fincas y minimizar los costos de producción al aumentar la eficiencia en el uso de los recursos locales (Altieri, 2010; Altieri y Toledo, 2011; Casimiro, 2016).

En Europa, 12 248 000 fincas abarcan 174 millones de hectáreas de tierras agrícolas, y 25 millones de personas trabajan en el sector agrario. La mayoría son pequeños agricultores. El 97%, (11 885 000 fincas), tienen menos de 100 hectáreas; el 75% menos de 10 hectáreas y el 69%, menos de cinco; sólo el 2,7% tienen una superficie mayor de 100 ha (grandes explotaciones). El 97% de los agricultores europeos (casi 12 millones de fincas) comparten el 50% restante de las tierras agrícolas. Con sólo entre el 30 y el 50% del total de las tierras de labor, los pequeños campesinos alimentan a los pueblos de Europa. Las pequeñas explotaciones son sustancialmente más productivas por unidad de tierra. Las grandes explotaciones aportan tan sólo el 11% del rendimiento agrícola total. [EUROSTAT, 2011; European Commission, 2013; Van der Ploeg, 2016; EUROSTAT, 2015 citados por European Coordination Vía Campesina (ECVC), 2017].

Debido a las nuevas modalidades del usufructo en Cuba y la agricultura urbana, nuevas familias se incorporan al proceso de producción de alimentos, tanto en áreas rurales como urbanas, y aportan un nuevo entendimiento de lo que es agricultura familiar a pequeña y mediana escala. En el contexto de la

resiliencia socio ecológica, la agricultura familiar agroecológica vincula a la mayoría de los miembros del sistema socio ecológico y, por tanto, son fundamentales la permanencia de la familia en él, la construcción conjunta del conocimiento de cada espacio y el fortalecimiento de la cultura agroecológica (Casimiro, 2016).

Por eso nos propusimos diseñar y adoptar un modelo para la transición agroecológica en el contexto de agricultura familiar, bajo principios de equidad social, racionalidad económica y sostenibilidad ecológica. La transición agroecológica en fincas familiares necesita recuperar el funcionamiento de los procesos ecológicos y socioculturales esto implica un largo y complejo proceso de ensamblaje de los componentes del agroecosistemas y de transformación de las interacciones humanas con el sistema productivo (Funes y Vázquez, 2016).

Es preciso generar modelos agroecológicos que sean apropiados a las condiciones ambientales, culturales y productivas de cada región y en un contexto actual de cambio climático, recursos naturales degradados, pérdidas de tradiciones vinculadas al entorno rural, crisis financiera, entre otros; vuelve la alternativa agroecológica a tributar con sus fundamentos científico-prácticos para aportar en la transición de sistemas de producción agropecuaria hacia estos objetivos, a la par de políticas de Estado que den garantías para su fomento y desarrollo escalonado (Casimiro, 2016).

Queda demostrado que tanto en la Gran Europa, América Latina y el Caribe y en particular en Cuba, la agricultura familiar realiza aportes significativos a la producción de alimentos y además lo hace conservando los recursos naturales, incrementando la agrobiodiversidad, dando satisfacción espiritual a los campesinos y sus familias, aportando a la seguridad y soberanía alimentaria y haciendo aportes a la mitigación y adaptación al cambio climático (Nova, 2016, y Pascual, 2017)

2.3.1 La resiliencia en los agroecosistemas

Al respecto, una de las definiciones más connotadas propuesta por Folke *et al.* (2010) la mencionan como "la capacidad de un sistema para absorber las perturbaciones y reorganizarse, mientras se somete a cambio de manera que aún se conserva esencialmente la misma función y estructura, y, por lo tanto, la identidad", es decir, la capacidad de cambiar a fin de mantener la misma identidad.

La resiliencia ha sido definida como la propiedad de un sistema de retener su estructura organizativa y productividad después de una perturbación. En otras palabras, es la capacidad de un sistema de absorber impactos, aunque también enfatiza la velocidad de recuperación de un desastre o disturbio (Lin 2011 citado por Altieri, 2015).

Para poder proteger los sistemas de vida de los agricultores de una zona determinada es necesario identificar los factores que incrementan el riesgo, pero más importante construir resiliencia de los sistemas productivos. Dada la interconexión entre el ambiente, los recursos naturales, las amenazas naturales y la seguridad alimentaria, se hace necesario reducir la vulnerabilidad mediante la adopción de estrategias de manejo sostenible de recursos naturales como suelo, agua y bosques, mejorando así la matriz ambiental circundante. Cuencas saludables y revegetadas son más resilientes, y protegen contra derrumbes, erosión, inundaciones. La idea es lograr diseñar agroecosistemas rodeados de un paisaje más complejo, con sistemas productivos diversificados y suelos cubiertos y ricos en materia orgánica, pues estos serán más resilientes (Altieri, 2015).

Nicholls y Altieri (2012), concluyeron que dadas las condiciones económicas y climatológicas adversas en Cuba el campesinado que se ha apoyado en las estrategias agroecológicas exhibe hoy los mayores índices de productividad y sostenibilidad en el país. La agroecología como la promueve el movimiento campesino a campesino demuestra ser la forma más eficiente, barata y estable de producir alimentos tanto por unidad de tierra como por trabajador, no depende de insumos externos costosos, ni petróleo, no daña al ambiente y resiste más a la sequía y a los huracanes. Entender los rasgos agroecológicos

y mecanismos de adaptación y resiliencia de los sistemas campesinos y tradicionales es esencial para diseñar una estrategia de desarrollo de agroecosistemas sostenibles en esta nueva era de variabilidad climática.

2.4 La agroecología: la ciencia para construir la agricultura sostenible

La disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica se denomina “agroecología” y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de una manera interdisciplinaria. El enfoque agroecológico considera a los ecosistemas agrícolas (agroecosistemas) como las unidades fundamentales de estudio; y en estos sistemas, los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo. Esto tiende a reenfocar el énfasis en la investigación agrícola más allá de las consideraciones disciplinarias hacia interacciones complejas entre personas, cultivos, suelo, y animales (Altieri, 2009).

Para Carvajal y Jairo (2011), la Agroecología surge como una ciencia multidisciplinaria para enfrentar los problemas causados por la pseudo-agricultura y los conceptos de desarrollo económico aplicados a estos sistemas de producción, iniciando una construcción de los referentes conceptuales, integrados en definiciones desde la sociología, la antropología, la agronomía, la ecología y la política. Nace en la práctica cultural de los sistemas campesinos históricos en el territorio latinoamericano, nace en el rescate de los conocimientos tradicionales de campesinos e indígenas en América y gran parte de Asia, y como respuesta a los sistemas de producción ecológicas que se daban como una moda en Europa, pero llegando más allá de la concepción meramente productiva.

La agroecología es entonces una nueva área del conocimiento, cuyo término fue utilizado por vez primera apenas en 1928, por el agrónomo ruso B.M. Bensin, que permaneció en estado latente las siguientes cinco décadas, y que a partir de 1980 ha tenido un crecimiento espectacular, tanto en número de publicaciones, como de practicantes (Wezel y Soldat 2009 citado por Toledo, 2012).

Para Jardón (2018), la agroecología como movimiento (e indirectamente su auge como ciencia) es una respuesta al modelo de producción que tendió, de manera global, a homogeneizar y simplificar los agroecosistemas, así como a erosionar a diferentes niveles la diversidad genética presente en los cultivos (primero a través de las semillas híbridas y, posteriormente, a través de las semillas transgénicas), de la mano de la autodenominada “*revolución verde*”.

La agroecología plantea la necesidad de comprender por qué las plagas insectiles se adaptan rápidamente a los agroecosistemas, pero también de entender por qué las fincas son susceptibles a las plagas. Mediante el diseño de agroecosistemas basados en principios agroecológicos los agricultores pueden reducir sustancialmente la incidencia de plagas, por un lado, al afectar el desarrollo de la plaga, y por el otro haciendo que sus cultivos sean menos vulnerables a ser invadidos por estas. Es por esto que el enfoque agroecológico se centra en la reestructuración de los agroecosistemas (Altieri y Nicholls, 2018).

Los agrosistemas campesinos y de agricultura familiar tradicional son altamente complejos y en ellos las variedades tradicionales o locales de cultivos tienen un rol muy importante para su sostenibilidad. Dichas variedades proceden de un largo proceso de selección a través del cual, a lo largo de muchas generaciones, los campesinos han ido eligiendo y conservando las mejores variedades de acuerdo a sus necesidades, hábitos y gustos. Aunque procedieran de ancestros comunes, estas variedades se han ido diferenciando de zona en zona e incluso de familia en familia (Romero *et al.*, 2018).

2.4.1 La revolución agroecológica en Cuba

La agricultura cubana estuvo basada en monocultivos de gran escala e intensivos en energía fósil y capital. Más del 90% de los fertilizantes y plaguicidas químicos, o los ingredientes para su formulación, eran importados. Esto demuestra el grado de dependencia de este estilo de agricultura, y la vulnerabilidad de la economía de la isla a las fuerzas internacionales del mercado. Cuando las relaciones comerciales con el bloque socialista cayeron en 1989, las importaciones de fertilizantes y plaguicidas bajaron cerca del 80%,

y la disponibilidad de petróleo para la agricultura se redujo a la mitad. Repentinamente, un sistema de agricultura con cierto grado de desarrollo, se vio confrontado a un doble reto: la necesidad de incrementar la producción de alimentos con menos de la mitad de los insumos, y -al mismo tiempo- mantener las exportaciones agrícolas (Rosset y Benjamin 1994 citado por Toledo, 2012).

2.4.2 La experiencia cubana

Para Vázquez y González (2017), la experiencia de agroecología en Cuba, específicamente en el sector campesino, el movimiento de agricultura urbana y los colectivos de profesionales de ciencias agrícolas y sociales que actúan en los municipios, aglutinados en organizaciones como ANAP, ACPA y ACTAF, así como por algunos proyectos de innovación, refuerzan las multifunciones sociales de la agroecología.

De acuerdo con Funes-Monzote (2017) un sistema integrado es aquel que intercambia funciones y recursos entre la producción animal y vegetal con objetivos comunes a nivel de sistema. Desde una visión holística, la integración cumple funciones que cierran ciclos de nutrientes y energía, que permiten el uso más racional de los recursos disponibles y que establecen sinergias provechosas para ambas producciones vegetales y animales con un probable mejoramiento en la economía de la finca y la preservación ambiental.

Según Casimiro (2016), en Cuba existen experiencias exitosas de fincas familiares a pequeña y mediana escala, proyectos de desarrollo en varias instituciones, y un modelo sociopolítico que favorece el desarrollo de la agroecología como alternativa de producción, sin que haya que renunciar al modelo agroindustrial; el cual puede existir en armonía con modelos alternativos que apoyen la producción y el consumo de alimentos como un proceso que involucre a los productores y los consumidores que interactúan en forma dinámica y operan en sistemas sustentables.

Según Altieri *et al.* 2012 citado por Vázquez *et al.* (2016), solamente aquellos estilos de agricultura que respeten los límites de la capacidad de uso de recursos naturales nacionales, regionales y locales permitirán a la población una adecuada soberanía alimentaria, energética y tecnológica, logrando

producir la cantidad y calidad de alimento requerida dentro del escenario climático, energético, ecológico y económico de las próximas dos décadas. *A estos estilos es que deben transitar la agricultura cubana: agroecológica y sostenible.*

2.5 Diagnóstico agroecológico

2.5.1 La biodiversidad y la agrobiodiversidad. Índices para su cálculo

De acuerdo con Oberhuber *et al.*, (2010), la “biodiversidad”, abreviación de “diversidad biológica”, es el conjunto de todos los seres vivos del planeta, el ambiente en el que viven y la relación que guardan con otras especies. Está compuesta por los organismos vivos, así como todos los ecosistemas, y todas las relaciones que establecen entre sí, reflejando el número, la variedad y la variabilidad de los organismos vivos, y también cómo éstos cambian de un lugar a otro con el paso del tiempo. Se han descrito científicamente desde el siglo XVIII aproximadamente 1 700 000 especies de seres vivos, incluyendo microorganismos, hongos, vegetales y animales. De ellos, sólo conocemos bien a las plantas superiores (270 000 especies) y a los animales vertebrados, con aproximadamente 55 000 especies.

De acuerdo con Moreno y Brito (2010) los componentes de la biodiversidad en las fincas son: biodiversidad productiva que es la biota introducida o autóctona que se cultiva o cría con fines económicos: plantas y animales, también conocida como agrobiodiversidad. Esta a su vez se divide en biodiversidad nociva que son los organismos que afectan las plantas y animales de interés económico, o sea, las plagas agrarias; biodiversidad introducida funcional que son organismos que se reproducen masivamente y se introducen en el sistema mediante liberaciones o aplicaciones inoculativas o aumentativas. Los controles biológicos, sean artrópodos entomófagos, nematodos entomopatógenos, microorganismos entomopatógenos, microorganismos antagonistas. También se incluyen aquí los abonos orgánicos y biofertilizantes que se aplican, así como las micorrizas que se inoculan; biodiversidad funcional que son los organismos que regulan naturalmente las poblaciones de fitófagos, fitoparásitos y fitopatógenos, que se consideran enemigos naturales. Los biorreguladores de

plagas; biodiversidad auxiliar la biota que habita naturalmente en los sistemas agrícolas y que contribuye indirectamente al resto de la biodiversidad. Aquí se incluyen las plantas que crecen silvestres o se manejan, pero no fundamentalmente con fines productivos, entre otras. También los animales que se utilizan en las labores agrícolas.

Stupino *et al.* (2014), señala que la biodiversidad constituye la base de la vida en el planeta y de la sostenibilidad de los agroecosistemas. Además de ser fuente de genes, proporciona una variedad de servicios ecológicos que, entre otras cosas, permiten reducir el uso de insumos externos, ella no siempre es tomada en cuenta o valorada correctamente desde el enfoque de agricultura convencional, modelo basado en la simplificación del agroecosistema hasta reducirlo a unos pocos componentes biológicos de alto valor económico. La complejidad que logre cada sistema, a través de la intervención del agricultor, determinará el nivel de diversidad presente. Una mayor diversidad permitirá que se den las interacciones necesarias para optimizar los servicios ecológicos. En la transición de la agricultura de sistemas convencionales a sostenibles sobre bases agroecológicas, la biodiversidad constituye un recurso natural esencial que se puede diseñar, planificar y manejar por el propio agricultor para favorecer su conservación y los procesos ecosistémicos que contribuyan a la eficiencia del sistema de producción.

Para García (2012), en términos generales, para comprender qué engloba el término agrobiodiversidad debemos conocer de manera segmentada lo que involucran sus diferentes componentes. Al vincular el sector agrícola productivo con el tema de biodiversidad, se relaciona la interacción agrícola humana con toda la diversidad genética y ecológica en todos sus niveles, desde las especies hasta los ecosistemas. De esta forma, se puede acuñar en un solo sentido un término que involucra la producción agrícola y el componente ecosistémico: agrobiodiversidad.

También existe la biodiversidad agrícola (agrobiodiversidad) que según Brack 2008 citado por Leyva y Abady (2012), es el indicador de mayor importancia para la sostenibilidad general de los agroecosistemas; ella refleja en su relación directa o indirecta, los cambios que ocurren a favor o en contra de la sostenibilidad, su riqueza natural actual y futura, es seguridad económica,

alimentaria, de producción, de negociación y seguridad alimentaria para las generaciones presentes y futuras.

Ante la necesidad de clasificar la biodiversidad en los sistemas de producción surge un inconveniente, la diferencia entre biodiversidad nociva y benéfica teniendo sentido solamente desde la perspectiva de un ser humano (en el ámbito de la agricultura), pues estos calificativos (malos y buenos) no tienen sentido en términos del funcionamiento de ecosistema como un todo, ya que tanto los organismos que calificamos como *nocivos* y aquellos que llamamos *benéficos* son en última instancia indispensables para el funcionamiento del sistema (Vázquez *et al.*,2014).

La biodiversidad agrícola es una fuente de elementos interrelacionados de diferentes especies, variedades de especies y diferentes usos de la tierra en un mosaico de paisajes (campos, parcelas forestales, vías fluviales, etc.). Estas interacciones, si se manejan a través de enfoques y principios agroecológicos (por ej., sistemas de cultivos intercalados, control natural de plagas), pueden contribuir a un cultivo más intensivo y sostenible de productos alimenticios en la tierra disponible.

Las estrategias basadas en la biodiversidad agrícola son, por tanto, importantes para el control de la erosión del suelo, la resiliencia, el control de plagas y enfermedades, la productividad, la polinización y la conservación de la vida silvestre (Attwood *et al.*,2016).

Según Moreno (2001); Sarandón y Flores (2014), algunos de los índices para medir la biodiversidad y aplicables a la agrobiodiversidad son:

La riqueza específica (S), es la medida más simple de medir la biodiversidad de un área se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad. Sin embargo, dentro del conjunto de especies consideradas, no todas son igualmente abundantes. Por lo tanto, se requiere conocer, además, la abundancia relativa de las especies.

Esta se obtiene contando todos los individuos de cada especie y estimando el porcentaje que cada una contribuye al total. Entonces, un área será más diversa cuando mayor es la riqueza de especies y más equitativa es la distribución de los individuos de cada especie, lo que se denomina equitabilidad o equitatividad de las especies.

El Índice de Equitatividad: Se denomina al grado de abundancia relativa de las especies, siendo más alta cuando los individuos de cada especie están presentes en abundancias similares y baja cuando hay una gran diferencia entre la más abundante y la más escasas.

Los índices más conocidos que combinan tanto la riqueza como la abundancia relativa son el de Shannon y el de Simpson.

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre dos y tres; valores inferiores a dos se consideran bajos en diversidad y superiores a tres son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

Índice de diversidad de Simpson (Edward H. Simpson, *Revista Nature*, 1949), también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia; es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie.

El Índice de Margalef o Índice de biodiversidad de Margalef (Ramón Margalef, 1963; biólogo y ecólogo catalán) es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Valores inferiores a dos son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad y valores superiores a cinco son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

Por otro lado, Altieri y Nicholls (2018) plantean que es ampliamente aceptado el hecho de restaurar la diversidad vegetal en las fincas para conferirle una estabilidad de largo plazo a las poblaciones de insectos presentes, probablemente porque en agroecosistemas complejos existe una variedad de parasitoides y depredadores disponibles para suprimir el crecimiento potencial de las poblaciones de especies plagas. Prácticas agroecológicas como policultivos, sistemas diversificados de cultivo-arvenses, cultivos de cobertura, setos vivos, corredores, etc., conservan enemigos naturales al asegurarles una serie de requisitos ecológicos.

2.5.2 Las transformaciones de la energía en el agroecosistema

La energía está disponible para los agroecosistemas a partir de dos fuentes fundamentales: la energía ecológica y la energía cultural; la ecológica es aquella que proviene directamente del sol e interviene en la producción de biomasa a través de los organismos fotosintéticos. La 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 (Funes-Monzote, 2009).

La eficiencia energética, no es más que la unidad de energía cosechada por cada unidad de energía suministrada, ha sido analizada en diversos sistemas de producción (Sarandón y Flores 2014) mostrando, en muchos casos, valores cercanos a la unidad o aún menores. En cierto sentido, la agricultura moderna de altos insumos consiste en transformar la energía proveniente de los combustibles fósiles en alimentos o fibra. Energía que ha tardado millones de años en acumularse se está consumiendo a un ritmo excesivamente acelerado.

Vizcón (2014) señala 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. Para medir esta forma de uso de la energía pueden relacionarse los flujos de entrada y salida de energía del agroecosistema, calculando, de esta manera, la eficiencia energética de una producción determinada en el agroecosistema.

La experiencia cubana en la transición de la agricultura hacia modelos agroecológicos de gran sostenibilidad actualmente cuenta con un procedimiento para evaluar la transición de fincas agropecuarias hacia agroenergéticas sostenibles (Blanco *et al.*, 2014).

El uso del flujo energético-económico de los agroecosistemas es una herramienta factible de utilizar para caracterizar y tipificar agroecosistemas. En esta investigación se tipificaron agroecosistemas de acuerdo con la racionalidad y uso de los recursos por parte del productor, de sus ingresos, eficiencia energética y financiera e índice de biodiversidad. Se encontraron tres tipos de AES: empresarial tecnificado, transicional diversificado y tradicional. El primero tiene el mayor balance energético y económico con menor biodiversidad. El segundo muestra balance energético y económico similar al empresarial, pero con mayor biodiversidad e ingreso total. Mientras que el tradicional reportó la menor eficiencia energética y financiera (Purroy *et al.*, 2016).

El estudio de los indicadores en el balance energético indica el potencial productivo de los sistemas, pues con una mayor utilización de los recursos propios y con la implementación de prácticas sostenibles, se alcanzan mayores valores de eficiencia y se incurre en menos costos productivos y energéticos; esto se evidencia en la relación que se estableció entre los valores del indicador costo energético de la proteína y eficiencia energética (Rodríguez *et al.*, 2017).

Vizcón *et al.* (2016) y Baños (2018) en estudios realizados en fincas campesinas en Venezuela y en Cuba respectivamente, alcanzaron valores del Índice de Renovabilidad superiores al 30%, indicador que destaca que son fincas que transitan de la categoría de “fincas integrales agroecológicas”, a “fincas sostenibles gestionadas agroecológicamente”.

González (2018) concluyó que Finca “Australia” alimenta con energía y proteína a nueve y 13 personas/ha/año, respectivamente, valores que están por encima del umbral agroecológico, por lo que contribuye a la soberanía alimentaria de la localidad, con valores del índice de renovabilidad superiores al 30% que la ubican en la categoría de “finca integral agroecológica”, y en tránsito hacia la categoría de “finca sostenible gestionada agroecológicamente”.

2.5.3 El suelo, evaluación de la calidad y su manejo sostenible

La función más universalmente reconocida del suelo es su apoyo a la producción alimentaria. Es la base para la agricultura y el medio en el que crecen casi todas las plantas de las que obtenemos alimentos. Se estima que el 95% de nuestros alimentos se produce directa o indirectamente en nuestros suelos. Los suelos sanos mantienen una comunidad variada de organismos del suelo que ayudan a controlar las enfermedades de las plantas, insectos y malezas, forman asociaciones simbióticas beneficiosas con las raíces, reciclan nutrientes esenciales para las plantas, mejoran la estructura del suelo con efectos positivos para el agua del suelo y la capacidad de retención de nutrientes, y en última instancia mejoran la producción agrícola (FAO, 2015).

Para Labrador (2015), el suelo es un sistema auto-organizado y heterogéneo que posee una gran complejidad estructural y funcional, componente fundamental de la biosfera, debido a la gran diversidad de sus componentes abióticos y bióticos ya los procesos que tienen lugar en su seno. Como todo sistema, evoluciona en el tiempo condicionado por factores ambientales que están presentes en un escenario concreto y en general, en los suelos de cultivo, mantiene una dinámica determinada por un sistema de uso impuesto por condicionantes socioeconómicos y culturales.

Según Tello (2015) el suelo es un recurso no renovable que realiza funciones ambientales, sociales y culturales claves, que son vitales para la vida de los humanos y para la sostenibilidad global de los ecosistemas, conocidas como “servicios de los ecosistemas”. Estos servicios resultan del funcionamiento y de la interacción entre organismos del suelo (microbios, fauna y plantas). Entre ellos, los microbios tienen un papel clave e influyente sobre un gran número de procesos vitales, que incluyen la adquisición de nutrientes y el ciclado de nitrógeno y carbono. Los microorganismos también, producen fitohormonas favorecedoras del enraizamiento, protegen a la planta frente a los patógenos, descomponen sustancias tóxicas en el ecosistema y mejoran la estructura del suelo.

De acuerdo con la FAO (2017), los suelos constituyen un recurso natural esencial no renovable que generan bienes y servicios vitales para los ecosistemas y la vida humana. Son fundamentales para la producción de cultivos, piensos, fibras y combustible, y filtran y limpian decenas de miles de kilómetros cúbicos de agua cada año. Los suelos, como depósito importante de carbono, también ayudan a regular las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero, lo cual es fundamental para la regulación del clima.

La agricultura convencional altera de forma severa la estructura del suelo. La vertedera tan intensamente usada en la preparación de suelos dedicados al cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) en las condiciones de Cuba, expone reiteradamente capas más o menos profundas de suelo a la acción de la intemperie. Los seres vivos allí presentes no pueden adaptarse a cambios tan repentinos en la cantidad de agua y oxígeno ni a la acción de los agentes

mecánicos como el viento y la lluvia, y su presencia tiende a disminuir y así la propia fertilidad de los suelos (García *et al.*, 2018 citado por Amaro *et al.*, 2019). Al realizar cambios tecnológicos orientados a restaurar la fertilidad natural de suelos degradados con el fin de hacer sostenible su uso, es importante contar con indicadores que muestren lo antes posible cuan acertadas van siendo las nuevas prácticas agrícolas implementadas.

Según Valdés (2019), el uso de técnicas agroecológicas a escala local exige tener en cuenta los cambios originados por el manejo del suelo, ya que si estos no se hacen correctamente se pueden afectar las características físicas, químicas y biológicas de tan importante recurso natural. Por tal razón se establecen indicadores de calidad de suelo que permiten conocer si los cambios introducidos conducen a los resultados de mejora previstos o agudizan la situación existente. Dentro de los indicadores reportados se encuentra la composición física mecánica, la distribución espacial de las arcillas, los deslizamientos o arrastres y la degradación manifestada, entre otros.

2.5.3.1 Situación actual de los suelos agrícolas de Cuba

Cuba tiene una gran variedad de suelos los cuales son similares en el proceso de formación por la acción de factores comunes (clima, roca madre, vegetación, relieve). Los suelos predominantes son los Pardos sialíticos (27,0%), los Ferralíticos (16,7%) y los Fersialíticos (11,6%) respecto al total.

Los últimos estudios sobre la evaluación de las tierras en el país definieron que el 65% de los suelos se diagnostican como de las categorías III y IV (Instituto de Suelos, 2006 citado por García *et al.*, 2013), lo que implica que están afectados por uno u otro factor limitante y ello provoca que su rendimiento potencial esté por debajo del 50%. De esto se deriva que, para que la agricultura sea sostenible, se debe tener un alto grado de eficiencia y cuidado en el manejo de los agroecosistemas, para no romper el equilibrio ecológico.

La pérdida de materia orgánica acelera la degradación de los suelos, ya que conduce a la desaparición de complejos húmico-arcillosos que conllevan una pérdida de estructura y por tanto debilitan la estabilidad del suelo. Esta pérdida provoca además cambios en el régimen hídrico de los perfiles de suelo y

empobrecimiento en la biodiversidad de fauna y microorganismos, lo que afecta también a la estabilidad de los materiales. La ausencia de vegetación deja al suelo indefenso frente a la erosión hídrica y eólica provocando su rápida degradación. La pérdida de materia orgánica es debida fundamentalmente a tres causas: incendios, deforestación y cambios de uso en el suelo (Pérez y García, 2013).

Según Porcuna (2015), sin la materia orgánica, la vida en el suelo va desapareciendo al no disponer de energía, y al desaparecer la vida también se va deteriorando la estructura del suelo, y así disminuye la capacidad de retener agua y minerales esenciales para el desarrollo equilibrado de las plantas. Sin materia orgánica, también disminuye la actividad de los artrópodos del suelo, la actividad microbiana y también disminuye la cubierta vegetal que estos sostienen; al mismo tiempo, el suelo va dejando de realizar una de las funciones más importante para mantener la estabilidad de los agrosistemas: la de “filtro biológico”.

2.5.3.2 Evaluación de la calidad de suelos mediante indicadores

La calidad del suelo es definida por su capacidad para funcionar en un marco de ecosistema natural o modificado, sostener la productividad vegetal y animal, mantener o mejorar la calidad de agua y aire, y contribuir a la salud humana y habitabilidad. La calidad del suelo está fuertemente influenciada por los procesos microbianos que en él ocurren, y éstos, relacionados con la diversidad; por tanto, es muy probable que el mantenimiento de la estructura de la comunidad microbiana tenga la capacidad de servir como indicador temprano y de gran sensibilidad de la degradación o empobrecimiento del suelo (Abril, 2003 citado por Pedraza *et al.*, 2010).

La evaluación de la calidad del suelo es indispensable para determinar si un sistema de manejo es sustentable a corto o largo plazo. Dicha evaluación permite comprender y revertir el deterioro en la funcionalidad ecosistémica que ocurre como consecuencia de la degradación de los suelos, generada por fenómenos como la erosión, la compactación, la pérdida de nutrientes, la contaminación, las alteraciones en el pH, el aumento en la solubilidad de metales pesados, la reducción de la densidad y la actividad biológica; la

mayoría de ellos son causados por la implementación de prácticas de manejo inadecuadas. (Wang *et al.*, 2012 citado por Vallejo-Quintero y Eugenia, 2013).

Los indicadores de la calidad de suelo se conciben como una herramienta de medición que debe ofrecer información sobre las propiedades, los procesos y las características. Estos se miden para dar seguimiento a los efectos del manejo sobre el funcionamiento del suelo en un período dado (Astier *et al.*, 2002 citado por García *et al.*, 2013).

En la actualidad las propiedades biológicas se han convertido en criterios importantes para valorar el manejo o uso de los suelos, de tal forma que se crea la necesidad de orientar la producción agropecuaria hacia nuevas tecnologías fundamentadas en la recuperación de los suelos degradados a través de un manejo agroecológico sostenido que favorezca la Biodiversidad (Vallejo-Quintero y Eugenia, 2013).

2.5.3.3 El uso y manejo sostenible de los suelos

Según Sánchez *et al.*, (2011), el suelo es un recurso natural que a lo largo de la historia ha proporcionado el sustento para la población humana; sin embargo, la creciente población mundial y su demanda de alimentos aumentan cada día más la presión sobre este recurso. En las zonas tropicales del mundo se buscan alternativas para conservar los suelos, pues se ha confirmado que no es el clima cálido lo que impide una producción adecuada de la tierra, sino el manejo inadecuado de estos.

Hoy en día, el 33% de la tierra se encuentra de moderada a altamente degradada debido a la erosión, salinización, compactación, acidificación y la contaminación química de los suelos. Los suelos son el fundamento para la producción de alimentos, suministrando a las plantas nutrientes, agua y el soporte para sus raíces, funcionan como el mayor filtro y tanque de almacenamiento de agua en la tierra; contienen más carbono que toda la vegetación sobre la tierra regulando la emisión de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero. Hospedan una tremenda diversidad de organismos de importancia clave para procesos de ecosistemas. La prevención, conservación y restauración de suelos es vital para mantener el suelo que se considera un recurso no renovable FAO (2017).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

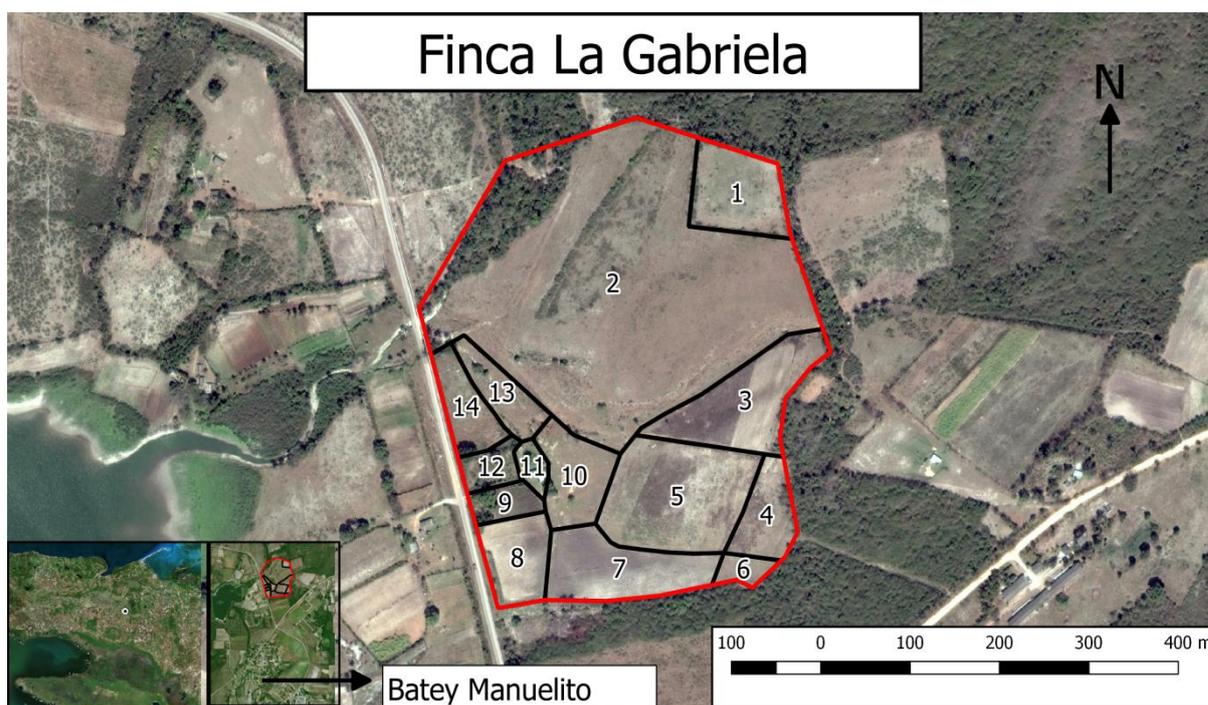
3.1 Caracterización de la Finca

3.1.1 Localización de la finca

El estudio se realizó en el municipio Pedro Betancourt provincia Matanzas en la región occidental de Cuba, en una finca familiar campesina cercana al poblado de Manuelito, para realizar un diagnóstico agroecológico y análisis de la calidad del suelo y la agrobiodiversidad; fue realizado en octubre de 2018.

3.1.2 Características Generales

El diagnóstico se realizó en la finca campesina “La Gabriela” que pertenece a la Cooperativa de Créditos y Servicios “Leovigildo Sierra Varó”. Localizada a los 22, 8° de latitud norte y los 81, 4° de longitud oeste, ubicada al noreste del batey Manuelito (ver figura 1).



Fuente: Elaboración propia en base a *Google Earth* 2017.

Figura 1. Imagen satelital de ubicación de la finca con sus contornos y divisiones.

Tiene como límites, al norte, sur y este las tierras de la Granja No. 7 Gonzalo, UEB perteneciente a la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas (EPGM) y al oeste la carretera que comunica al poblado Manuelito con la carretera central y los restantes pueblos. Los actuales propietarios son los campesinos usufructuarios Mario González Luis y Eliecer González Pérez.

3.2 Caracterización climática

3.2.1 Temperatura del aire

La zona estudiada se caracteriza por una temperatura media anual de 24,5 °C, registrándose los valores más elevados del año en los meses de agosto (26,6 °C) y junio (26,4 °C), mientras los más bajos promedios mensuales se registran en febrero (22,3 °C) y marzo (20,4 °C) (Figura 2).

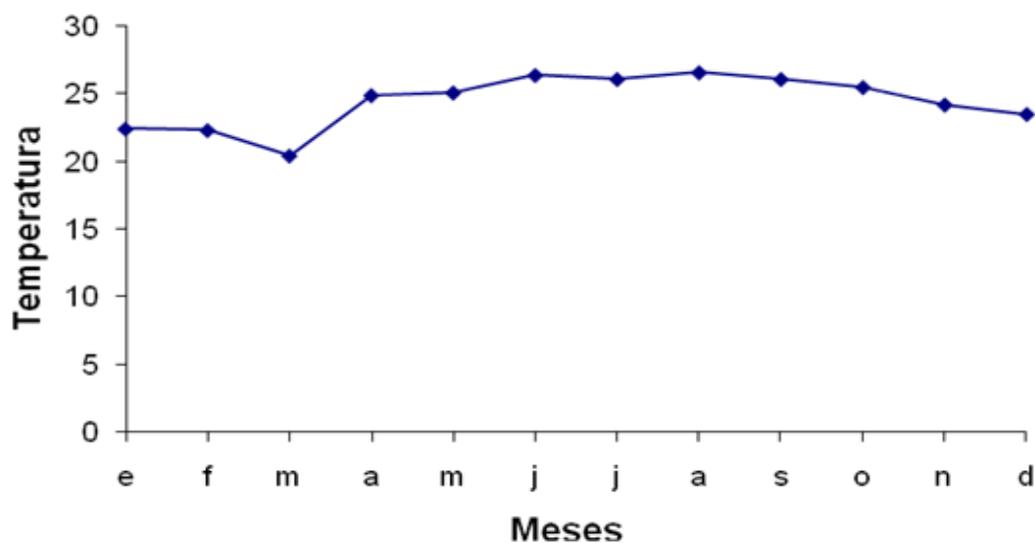


Figura 2. Registro anual de la temperatura media (°C).

3.2.2 Precipitaciones

La distribución temporal de las precipitaciones comprende dos períodos fundamentales, uno lluvioso entre mayo y octubre, donde ocurren más del 70% de las precipitaciones anuales y otro poco lluvioso entre noviembre y abril

donde las precipitaciones están asociadas fundamentalmente al paso de los frentes fríos y a fenómenos subtropicales de bajas presiones.

El gráfico de precipitaciones muestra los valores promedio por meses siendo junio el más lluvioso con acumulados promedios de 252,3 mm, seguido de septiembre con una lámina de lluvia promedio de 194,6 mm, mientras en marzo la precipitación promedio para el mes sólo alcanza los 25,2 mm.

Los valores promedios de precipitación mensual se presentan en la figura 3.



Figura 3. Registro anual de las precipitaciones medias (mm).

3.2.3 Humedad Relativa

Los valores de la humedad relativa son elevados durante todo el año. El promedio anual es de 79,6%, con valores medios mensuales superiores a 75 % durante casi todo el año, excepto el mes de marzo que tuvo un comportamiento promedio mensual de 70 %, que constituye el mes menos húmedo del año, mientras en septiembre y noviembre, los meses de mayores reportes de humedad relativa alcanza valores del 85 % y 83 % respectivamente (Figura 4).

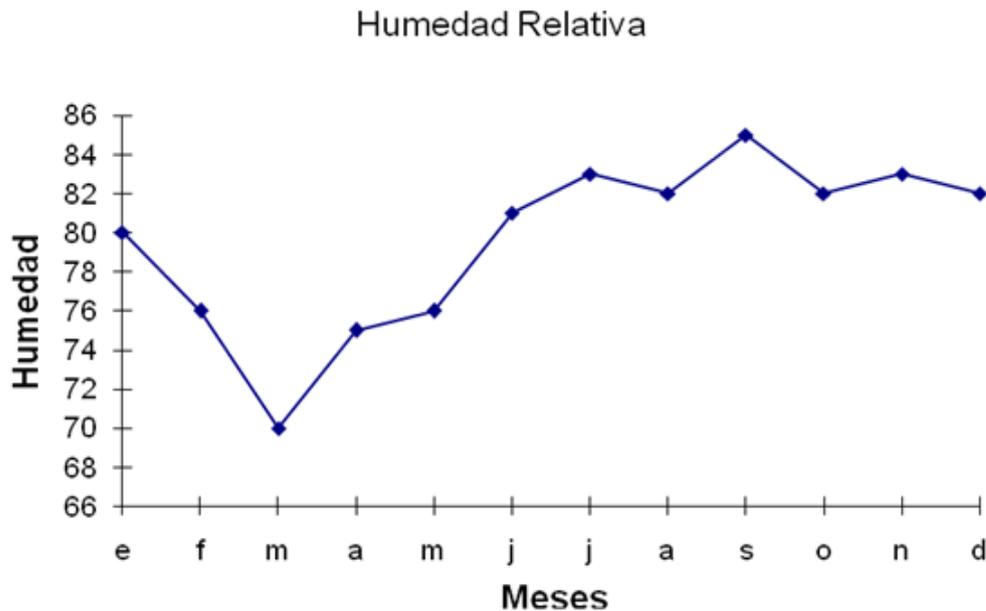


Figura 4. Registro anual de la humedad relativa media (%).

3.3 Evaluación del suelo presente en la finca

3.3.1 Determinación de la calidad del suelo

Actualmente se emplean muchos métodos para evaluar la calidad y salud del suelo no solo por sus características morfológicas, como la aplicada, sino que va más allá caracterizando resultados analíticos químicos, físicos y biológicos del suelo y el rendimiento de los cultivos, un ejemplo de esto se manifestó en 1999 cuando el Instituto de Calidad del Suelo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos publicó una guía muy completa para evaluar la Calidad del Suelo (USDA, 1999). La guía metodológica que se aplicó en el presente estudio resulta un importante instrumento para evaluar la calidad del suelo, esta fue adaptada por Álvarez *et al.* (2016) con fines docentes (ver anexo 2).

3.3.2 Caracterización de las clases agrológicas

Con la participación del propietario se realizó un recorrido por todas las áreas de la finca, auxiliados de una imagen satelital obtenida de *Google Earth* (2017), donde con el uso del *Global Position System* (GPS), se tomaron y localizaron los puntos de cada observación, donde se evaluó la profundidad efectiva del

suelo con el uso de la barrena, la pendiente, reacción al ácido clorhídrico (HCl), la presencia de piedras u obstáculos, su uso actual y las posibles limitantes edáficas de la productividad del suelo, definiendo las clases agrológicas a la que pertenece, también se caracterizaron en dichos puntos otras posibles limitantes edáficas de la productividad del suelo como son: el relieve, la susceptibilidad a la erosión, el drenaje deficiente y riesgo de inundaciones, según Álvarez (2015). Posteriormente se trazaron las líneas de separación de cada Clase Agrológica presentes, expresándolas en un mapa con la ayuda del sistema de información geográfica QGIS versión 2,18 denominado *Quantum GIS (QGIS)*.

3.4 Determinación de los índices de agrobiodiversidad

De acuerdo con Moreno, (2001) la diversidad, no es solo la cantidad de especies que hay en un ecosistema (riqueza de especies) sino la forma en que se encuentra distribuidos los individuos por especies dentro una comunidad, para ello se han determinado un grupo de índices que miden este parámetro de los cuales algunos fueron empleados en el presente trabajo.

La información fue recogida empleando el “Modelo de Captura de Información para el Análisis de Sistemas del proyecto BIOMAS-CUBA” (ver anexo 1) a fin de evaluar los indicadores de agrobiodiversidad, identificando cada especie y la cantidad de individuos presente en el agroecosistema campesino, posteriormente se determinaron utilizando el software: Divers los siguientes índices.

Riqueza específica.

Equitatividad.

Diversidad de Margalef.

Diversidad de Shannon-Winner.

Diversidad de Simpson.

3.4.1 Determinación de la eficiencia energética y productiva

Para la obtención de la información deseada se emplearon diferentes herramientas con enfoques participativos e investigativo: diagnóstico rural rápido y diagnóstico rural participativo, (Mc Cracken *et al.*, 1988 y Bellon, 2001 citados ambos por Funes *et al.*, 2012). También se emplearon las discusiones de informes, recorridos de campo, conversaciones y entrevistas semiestructuradas con los dueños y miembros de las familias, revisiones de archivos de contabilidad y mediciones directas en el campo.

A partir de la información obtenida del “Modelo de Captura BIOMAS-CUBA” se determinaron los indicadores energéticos utilizando el sistema computarizado Energía 3.01 (Funes-Monzote, 2009), teniendo en cuenta la producción vegetal y animal obtenida y los insumos externos utilizados durante el año 2018. Este sistema permite realizar el cálculo de 15 parámetros relacionados con la eficiencia energética del sistema productivo.

Los indicadores energéticos, según la metodología propuesta por Funes-Monzote (2009), utilizando el software Energía 3.01, fueron: producción total, energía insumida, energía producida, cantidad de personas que alimenta el sistema en energía y en proteína, balance energético, costo energético de la producción de proteína,

Además, se calcula el índice de Renovabilidad energética, (Vizcón *et al.*, 2016) a través de la siguiente fórmula:

$$IR = (E_{fero} + E_{maq} + E_{th} + E_{ta}) / (E_{gas} + E_{dies} + E_{herb} + E_{ferq} + E_{elec} + E_{fero} + E_{maq} + E_{th} + E_{ta}).$$

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la finca “La Gabriela ”

La finca ha permanecido en manos de la familia desde los tiempos de la colonia en que España dominaba con mano dura nuestra isla. Desde esos tiempos hasta poco después del triunfo de la Revolución parte de la finca estaba sembrada de caña de azúcar, que en tiempos de zafra era recogida transportada y cargada por carretas hasta el tren y destinada al central (actualmente conocido como Cuba Libre y que fuera desactivado con la Tarea “Álvaro Reynoso”). En toda la región la actividad económica fundamental era ésta; además del cuidado y la cría del ganado vacuno, porcino, equino y avícola. También se desarrollaban el cultivo del maíz (*Zea mays* L), el frijol (*Phaseolus vulgaris* L), viandas y frutales como aguacate (*Persea americana* Mill.), mango (*Mangifera indica* L) y guayaba (*Psidium guajava* L). Con el triunfo de la Revolución se amplió parte de los terrenos de la finca y recientemente con la aplicación de "Decreto Ley No. 259" se llegó a las 18,3 ha. Actualmente se impulsan inversiones en la cría de cerdos y en el ganado vacuno, además del cultivo de granos, viandas y frutales.

Como se puede observar en la tabla 1, las áreas de la finca integran los componentes agrícolas y ganaderos, permitiendo un mejor uso de los recursos disponibles vinculados con el reciclaje de nutrientes, mejorando la eficiencia económica y energética, lo cual apoya el criterio de que el desarrollo de sistemas integrados de ganadería-agricultura permiten un balance energético entre los beneficios que provienen de la producción animal y vegetal, logrando una mayor eficiencia y producción, que de esta forma responden con las necesidades nutricionales, funcionales y existenciales del hombre. De acuerdo con Iglesias *et al.* (2018), estos sistemas integrados de producción ganadería-agricultura con bases agroecológicas intentan imitar las relaciones que se establecen entre las plantas y los animales en estado natural y, potenciando las capacidades productivas de ambos a partir del aprovechamiento de todos los recursos de la finca.

Tabla 1. Distribución y uso del área total de la finca.

Campos	Área (ha)	Uso actual
1	0,90	Pastoreo
2	9,46	Pastoreo
3	1,28	Pastoreo
4	0,58	Pastoreo
5	1,79	Pastoreo
6	0,17	Pastoreo
7	1,10	Cultivos Varios
8	0,65	Cultivos Varios
9	0,27	Cultivos Varios
10	0,72	Pastoreo
12	0,27	Cultivo de frutales
13	0,47	Pastoreo
14	0,51	Pastoreo
Instalaciones 11	0,15	-----
Área total	18,3	

Un factor importante a evaluar es el aprovechamiento del área total de la finca, lo cual constituye un indicador para medir la sostenibilidad, pues manifiesta una mejor explotación de la misma garantizando mayores producciones; lo cual en este caso se cumple ya que se está aprovechando toda el área del agroecosistema en las diferentes ramas agropecuarias.

4.1.2 Composición social

En la tabla 2 se muestra la composición social de la familia campesina González-Pérez, de la cual se pueden apreciar los siguientes elementos:

- Las edades de la familia van de los 78 (cabeza de familia) hasta los 24 años (hijo más joven), con un promedio de 49 años.
- La composición de género es dos mujeres y cuatro hombres.
- La escolaridad: dos con sexto grado, uno con noveno grado, uno con nivel medio y dos con nivel superior.
- Los años de experiencia en el cultivo de la tierra y la ganadería van desde los 40 años (abuelo), hasta los cinco años (nieto y autor del presente trabajo).

Tabla 2. Composición social de la familia.

Nombre	Género	Edad	Escolaridad	Ocupación
Mario González Luis	M	78	Primaria	Agricultor
Francisca Pérez Luis	F	73	Primaria	Ama de casa
Damáris González Pérez	F	47	Lic. Enfermería	Secretaria de la CTC de la salud a nivel municipal
Esney Perera Jiménez	M	44	MININT	Policía y asociado
Amaury González Pérez	M	45	Secundaria	Agricultor
Eliecer González Pérez	M	50	Secundaria	Agricultor
Yariel González Pérez	M	24	Superior	Estudiante

En la finca el trabajo se desarrolla colectivamente aportando experiencias desde las diferentes edades, destacándose el trabajo del dueño y cabeza de la familia quien junto a su hijo Eliecer González, han mantenido las tradiciones campesinas en cada labor que se desarrolla, inculcándolas hacia el resto de la familia manteniéndose un estrecho vínculo y respeto, sin diferencia de géneros e igualdad de criterios entre todos.

Con el uso de las bases metodológicas agroecológicas y la participación de cada uno, se pueden rescatar las tradiciones perdidas de nuestros campos, de acuerdo con Rodríguez *et al.* (2011) citado por Tallo *et al.* (2015), las transformaciones actuales por las que atraviesa la agricultura en Cuba han llevado al rescate de tradiciones campesinas relegadas por la implementación de técnicas modernas en aras de un crecimiento económico sostenible a partir de una agricultura en armonía con la naturaleza, que a decir de muchos representa la máxima expresión de la agricultura sostenible en el trópico y a la vez enriquece los componentes orgánicos y mejora la estructura de los suelos y el cuidado del medio ambiente. De esta forma se puede enriquecer el potencial productivo e innovador de cada uno, creando espacios de aprendizaje intergeneracional vinculado a la experimentación campesina y a los diferentes centros de investigación, lo cual permitiría la formación lazos comunicativos entre ambas partes obteniendo como resultados la participación activa de otras

fincas creándose nuevos métodos y prácticas agroecológicas de acuerdo a las características de cada una, extendiendo de esta forma la comercialización y el conocimiento por los pueblos y las ciudades (Casimiro, 2016).

4.1.3 Indicadores económicos

A partir del análisis económico realizado en el mes de octubre (mes en el cual se realizó el modelo de captura Biomas –Cuba, ver Anexo 1), los costos de producción fueron de \$ 3 125, ingresando \$ 14 800 obtenidos en la venta de animales y productos agrícolas, superando los costos de producción con una ganancia de \$ 11 675 lo cual pone a la finca como un agroecosistema rentable (ver tabla 3), todo ello gracias al empleo de prácticas que vinculan la ganadería y la agricultura creando un modelo de producción adecuado, que permite obtener gran variedad de productos de origen animal y vegetal, para Monzote *et al.* (2008), con la implantación de los sistemas integrados ganadería – agricultura, se puede lograr producir, con menos área dedicada al ganado, igual o mayor cantidad de leche además de altos volúmenes de productos agrícolas para la alimentación humana, que hacen rentable el sistema ganadero y crean una fuente importante de excedentes en recursos comercializables dada la escasez y altos precios de estos productos en el mercado.

La integración de cultivos, ganado y árboles brinda oportunidades para la multifuncionalidad del sistema, y esto se logra aplicando principios agroecológicos (Funes-Monzote, 2009). Para los próximos cinco años se prevé un incremento en las producciones y por tanto en la economía, gracias a la implementación de nuevos planes que hoy se encuentran en fomento, tal es el caso del cultivo del plátano (*Mussa spp.* L), frutales como mango (*Mangifera indica* L), aguacate (*Persea americana* Mill) y mamey colorado (*Pouteria sapota* Jaq) además del café (*Coffea arábica* L y *Coffea robusta* L).

Tabla 3. Indicadores económicos de la finca campesina " La Gabriela ".

índice	2018
Ingreso	\$ 14 800
Costo	\$ 3 125
Ganancia	\$11 675

4.2 Caracterización de la flora y la fauna del agroecosistema

4.2.1 Identificación y conteo de las especies e individuos

En las Tablas 4 y 5, se muestran las principales especies de animales, árboles y plantas identificadas en el agroecosistema con su nombre científico y cantidad de individuos por especie, a partir de los cuales se realizó el cálculo de los índices de agrobiodiversidad (Moreno, 2001).

Tabla 4. Especies de árboles y plantas.

Árboles y plantas	Nombre científico	Número de individuos
Maíz	<i>Zea mays</i> L.	23 809
Boniato	<i>Ipomoea batatas</i> L.	48 309
Frijol	<i>Phaceolus vulgaris</i> L.	100 000
Caña	<i>Saccharum spp.</i> L.	10 000
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i> L.	20
Plátano	<i>Musa spp</i> L.	50
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	10
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	8
Total		182 206

Tabla 5. Especies animales.

Animales	Nombre científico	Número de individuos
Pollos	<i>Pollardu spp.</i>	30
Patos	<i>Nomonyx dominicusz</i>	20
Guineos	<i>Numidam eleagris</i>	3
Ganado mayor	<i>Bosprimigenius taurus</i> L.	40
Cerdos	<i>Sus scrofa domestica</i> L.	20
Total		113

4.2.2 Valoración de los indicadores de la agrobiodiversidad

La tabla 6 muestra los índices de la agrobiodiversidad (Moreno, 2001).

Tabla 6. Índices de agrobiodiversidad de la finca.

Índices	Valores obtenidos
Riqueza específica (S)	13
No. de individuos	182 289
Equitatividad (E)	0,43
Diversidad de Margalef ($D_{(MG)}$)	0,99
Diversidad de Shannon (H)	1,11
Diversidad de Simpson (Dsp)	0,39

En primer lugar, tenemos 13 especies diferentes, entre animales y planta, que se están explotando actualmente en la finca. El propósito fundamental del agroecosistema campesino es la producción de leche y carne bovina, pero se han desarrollado otras de producción agrícola y pecuario lo cual enriquece la agrobiodiversidad y la producción.

En el muestreo realizado se identificaron 182 289 individuos entre plantas y animales, los cuales intervienen en el desarrollo productivo de la finca, con una equitatividad (E) de 0,43, que de acuerdo con Moreno (2001) al hacer referencia a este índice señala que su valor debe estar entre cero y uno (0-1) y en la medida en que el resultado se aproxime a uno, mejor será el reparto de la abundancia de individuos entre las especies, si el valor del índice fuera uno, indicaría que todas las especies tienen la misma cantidad de individuos y esto es poco probable en cualquier agroecosistema. Esto nos indica que debemos incrementar el número de individuos de las especies menos favorecidas, para obtener una adecuada distribución entre cada una y de acuerdo con Roque (2012), mientras más se acerque a uno, más próximo está el ecosistema de alcanzar su máxima diversidad, indicando que existe potencial para lograr una

mayor diversificación de la producción, no solo con más especies sino con una mejor distribución de las producciones entre todas las especies.

Respecto al Índice de diversidad de Margalef, que muestra la biodiversidad del agroecosistema, indicador importante y necesario para avanzar por el camino de la sostenibilidad agroecológica (transición) hacia una agricultura sostenible [Vargas *et al.* (2014), Iermanó *et al.* (2015) y Funes y Vázquez (2016)], en este se obtuvo como valor 0,99 indicando nuevamente que se debe incrementar la riqueza de especies ya que este indicador tiene en cuenta el número de especies y el número total de individuos, y alcanza valores más elevados mientras más especies e individuos haya en el mismo.

Hay que señalar que en este muestreo solo se tuvieron en cuenta las especies productivas de la finca en ese momento, por lo que es importante aclarar que existe un número mayor de especies, tanto productivas como aquellas que pertenecen a la flora y fauna natural del agroecosistema, que se estudiarán en futuras investigaciones.

El siguiente indicador es el Índice de diversidad de Shannon-Weaver utilizado para medir la biodiversidad específica, expresándose con un número positivo, que puede variar entre 0,5 y cinco, aunque su valor normal está entre dos y tres; valores inferiores a dos se consideran bajos en diversidad y superiores a tres son altos; respecto a esto el valor obtenido fue de 1,11 indicando que la diversidad es baja, en este 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 que es la producción de leche, por lo que es necesario trabajar en función de diversificar el agroecosistema con prácticas agroecológicas que permitan alcanzar valores medios de agrobiodiversidad de especies (Casimiro, 2016 y Rodríguez *et al.*, 2017).

Por último, tenemos al Índice de diversidad de Simpson (Dsp) con valores de 0,39 indicándonos que existen algunas especies en mayoría, pero sin ejercer un efecto dominante en la comunidad, resultados similares fueron reportados por González (2016) y González (2018) quién reportó valores de 0,13 y 0,17 para los años 2016 y 2017 respectivamente, indicando que existen algunas especies (fruta bomba; *Carica papaya* L., guayaba; *Psidium guajaba* L. y plátano; *Musa spp* L.) en mayoría, pero no ejercen un efecto dominante.

Para concluir esta parte, podemos señalar que la conservación de la agrobiodiversidad en los sistemas agrícolas, se sustenta en principios agroecológicos, tales como, las interacciones temporales y espaciales entre los componentes, ciclo de nutrientes, flujo de energía, y relaciones tróficas que generan efectos positivos en el control biológico de plagas, calidad del suelo y desarrollo de la vegetación entre otros. El aumento de la biodiversidad complejiza el agroecosistema proveyendo una mayor estabilidad y, en consecuencia, mayor sostenibilidad (Dussi *et al.*, 2015); este concepto cobra gran importancia al observarse el beneficio del aumento de la diversidad en atemperar los efectos negativos del cambio climático (Altieri y Nicholls, 2013).

4.2.3 Valoración de los indicadores energéticos y productivos

Para la obtención de los indicadores de energía y productividad, se tomaron los datos productivos de la finca durante el año 2018. Con el empleo del software Energía 3.1 (Funes-Monzote, 2009) se pudieron obtener los siguientes datos que se muestran en la Tabla 7 (mayor información ver anexo 6).

Tabla 7. Principales indicadores energéticos y productivos de la finca.

Indicadores	Unidad	2018
Área de la finca	ha	18,3
Producción total	t/ha	103,1
Consumo de energía	MJ/ha	2 186,3
Producción energética	MJ/ha	12 196,8
Producción proteica	kg/ha	217,9
Personas que alimenta en energía	personas/ha	2,8
Personas que alimenta en proteína	personas/ha	8,54
Eficiencia energética	MJprod./MJimpor.	5,5
Índice de renovabilidad	%	53,6

En el caso de los indicadores energéticos se consumió 2 186,3 MJ/ha para producir con los rendimientos obtenidos, 12 196,8 MJ/ha de energía, esto nos deja una eficiencia energética de 5,5 MJ/ha, lo cual manifiesta que el agroecosistema es rentable y no es totalmente dependiente de insumos externos ya que se aprovechan los potenciales de la agrobiodiversidad y se reducen daños, respecto al tema Rodríguez *et al.* (2017), plantearon que el manejo sostenible de los recursos propios en las fincas, con la minimización posible del uso de insumos externos sobre todo aquellos que presentan elevado costo energético, contribuye a un balance energético positivo y favorece el incremento de la eficiencia energética de los sistemas.

De acuerdo con Altieri (2012) citado por Casimiro (2016) quienes establecen como indicador para medir la soberanía alimentaria de un agroecosistema, a aquel que es capaz de alimentar a un número mayor de cinco personas por hectárea/año; respecto a esto, con la producción proteica de la finca alimentan 8,5 personas/ha, lo cual indica que contribuye con la soberanía alimentaria de la familia y la localidad, pero respecto al núcleo familiar de seis personas.

Respecto al número de personas por hectárea que alimenta en energía el valor es menor que cinco por lo que se impone como reto implementar nuevas prácticas y métodos de integración que permitan elevar las producciones para alimentar más personas por hectárea en energía resultados similares obtuvo González (2018), demostrando lo señalado por Casimiro y Casimiro (2017) que citando a Funes-Monzote *et al.* (2011) y a Casimiro (2016), manifiestan que las fincas familiares agroecológicas (sostenibles) son energéticamente más eficientes y llegan a producir hasta diez veces más energía de la que consumen.

En los agroecosistemas un interés especial lo reviste el *Índice de Renovabilidad (IR)* de la energía utilizada por el mismo, haciendo 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 (Vizcón, 2014). Este índice, calculado como el cociente de dividir la energía renovable que entra al sistema (sin incluir la energía solar captada y utilizada por los cultivos para su desarrollo) entre la suma de todas las corrientes de energía que entran al agroecosistema (no renovables y renovables), debiendo alcanzar valores superiores al 30% para caracterizar el tránsito de, “fincas integrales agroecológicas”, a “fincas sostenibles gestionadas agroecológicamente” (Vizcón *et al.*, 2016); para este caso se obtuvo un IR de 53 % lo cual indica que la finca está transitando a la categoría de “fincas sostenibles gestionadas agroecológicamente”, resultados similares obtuvieron Baños y González (2018).

4.3 Caracterización geológica de la finca

De acuerdo con la figura 5, la finca se encuentra ubicada sobre la Formación Nazareno, según Franco (1992), la formación es la unidad formal fundamental de la clasificación litoestratigráfica. Corresponde a un cuerpo de rocas estratificadas de rango intermedio, dentro de la jerarquía de las unidades litoestratigráficas.



Fuente: Elaboración propia en base a *Google Earth* 2017.

Figura 5. Geología de la finca campesina " La Gabriela ".

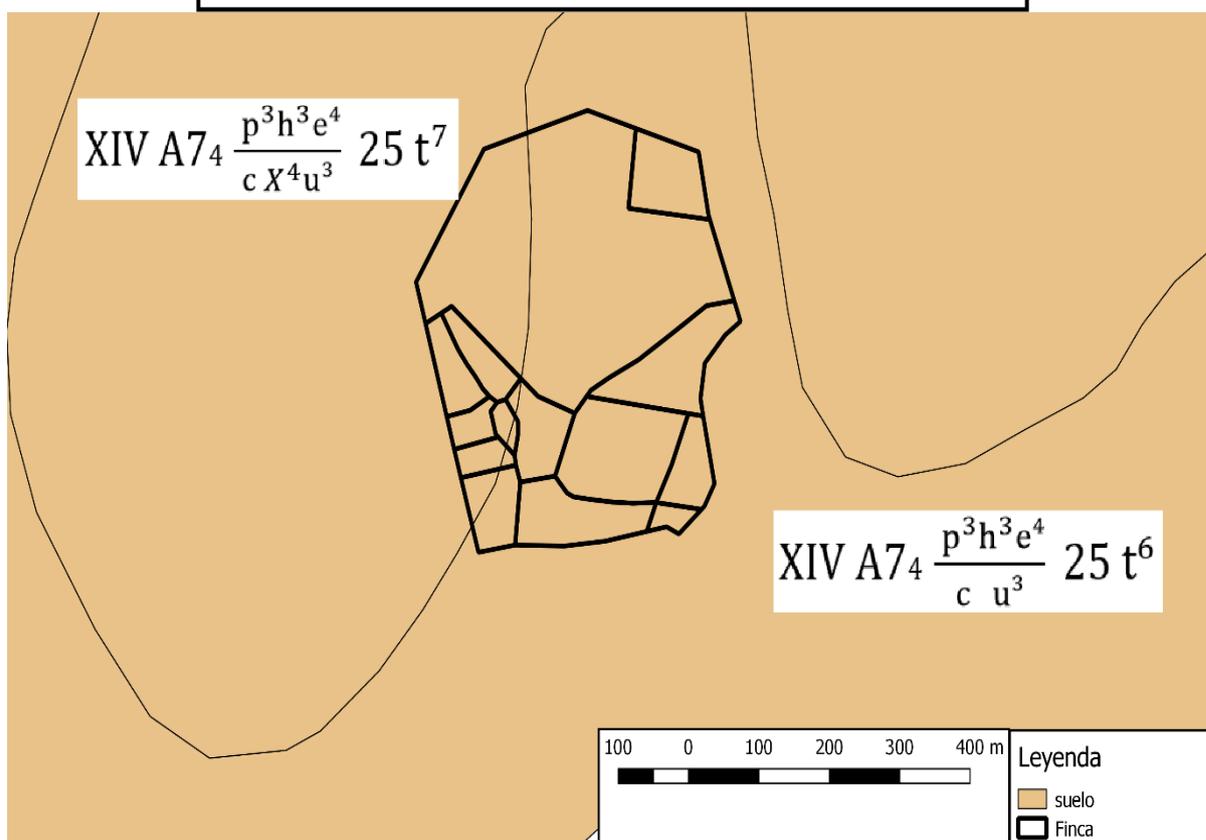
En este caso la Formación Nazareno se desarrolla en forma de franja alargada y continua desde la provincia de Mayabeque hasta la provincia de Matanzas, constituida por margas, calizas arcillosas, areniscas calcáreas de grano fino y muy fino algo arcillosas, limolitas, argilitas, arcillas y conglomerado basal de clastos pequeños, puede alcanzar 700 m de espesor.

4.4 Distribución y características de los suelos

La clasificación del suelo de la finca se realizó a por medio de la base cartográfica digital de Clasificación de los Suelos de Cuba, en su segunda versión genética, escala 1:25 000, realizada por el Departamento de Suelo y Fertilizante del Ministerio de la Agricultura (1984)

Sobre el mapa (ver figura 6) se observa la presencia de dos claves de suelo, sobre el área de la finca, las cuales difieren ligeramente en su variedad y relieve, según se expresa a continuación:

Finca " La Gabriela "



Fuente: Elaboración propia en base a *Google Earth* 2017.

Figura 6. Mapa de suelos de la finca a partir del Departamento de Suelo y Fertilizante del Ministerio de la Agricultura (1984).

Claves de suelo:

Suelo 1: XIV A74 $\frac{p^3h^3e^4}{c X^4 w^3}$ 25 t⁷

Interpretación de la clave: Rendzina negra, típico, sobre caliza suave carbonatada, medianamente profundo (20-50 cm), medianamente humificado (2-4%), arcilla, poca graviliosidad (2-15%), pedregoso (0.2-3%), con profundidad efectiva de 25 cm, alomado (16.1-30%).

Suelo 2:XIV A74 $\frac{p^3h^3e^4}{c w^3}$ 25 t⁶

Interpretación de la clave: Rendzina negra, típico, sobre caliza suave carbonatada, medianamente profundo (20-50 cm), medianamente humificado (2-4%), arcilla, pedregoso (0.2-3%), con profundidad efectiva de 25 cm, fuertemente ondulado (8.1-16%).

De acuerdo con Cairo y Fundora (2007), los suelos del tipo Rendzina negra se forman a partir de las calizas margosas; el perfil es AC, AACC y ocasionalmente A (B) C. El contenido de materia orgánica es mayor que cinco %, del tipo mull cálcico. La relación H-F es igual o mayor que uno, con predominio de la fracción II; tiene entre 40-50% de humina y una relación carbono-nitrógeno (C-N) baja de 8,5-9 lo que demuestra una buena humificación.

La estructura es granular a nuciforme, poliédrica en algunos de sus horizontes. Ocupan relieve ondulado o suavemente ondulado. Presentan alto contenido de arcilla en el horizonte húmico acumulativo, heredada del material originario, predominando la motmorillonita entre los minerales arcillosos, lo que permite una alta capacidad catiónica cambiante en el suelo. El grado de saturación es alto, por lo que el pH es neutro a ligeramente alcalino.

4.5 Evaluación de indicadores de la calidad del suelo

En la figura 7, se muestran el gráfico obtenido a partir de los resultados del estudio de calidad del suelo realizados en el campo 7 (ver figura 1), el cual actualmente se está explotando como campo de cultivos.



Figura 7. Indicadores de calidad del suelo.

El suelo estudiado del tipo Rendzina negra, mostró en algunos de los indicadores evaluados un comportamiento poco favorable, sobre todo en la textura altamente arcillosa y plástica, suelo medianamente profundo, así como la consistencia del mismo al estar mojado, haciendo difícil las labores agrícolas, indicando la presencia de un tempero corto con dificultad para el laboreo. Los restantes indicadores se manifiestan en condiciones más favorables, desde niveles medios hasta los más altos para el área estudiada (ver anexo 2).

El valor medio obtenido entre los indicadores fue de 8,4 el cual se encuentra por encima del valor medio (cinco) y cercano a diez, manifestando entonces la existencia de un grupo de indicadores que favorecen la calidad del suelo.

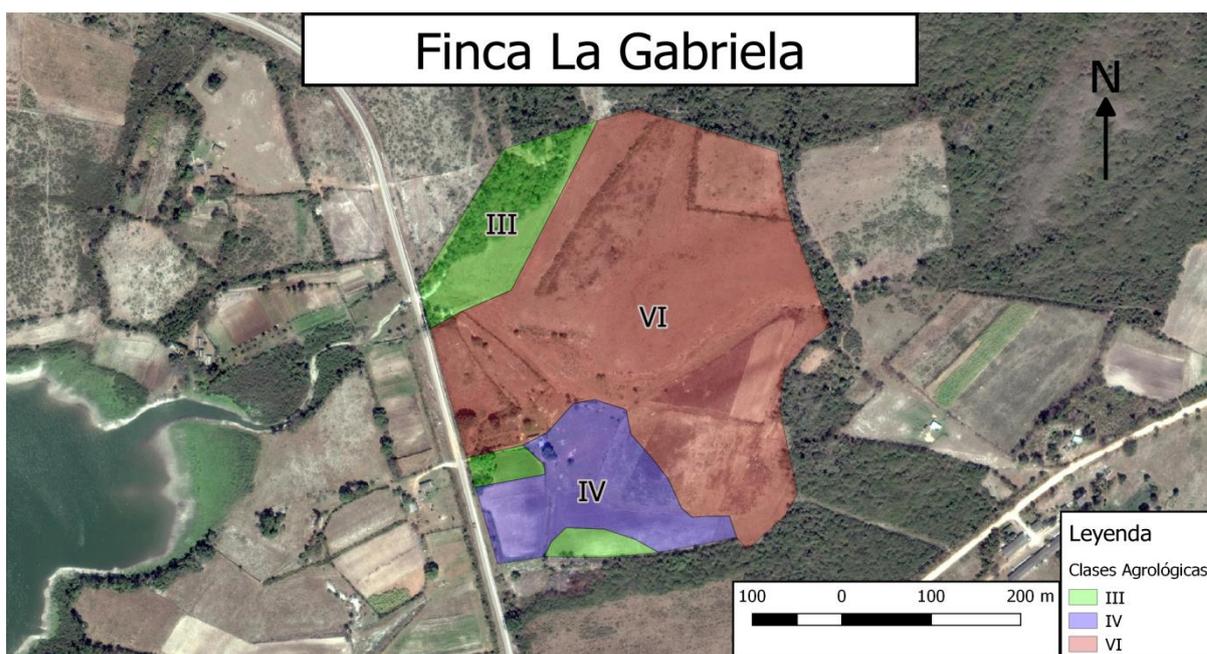
4.6 Caracterización de las diferentes Clases Agrológicas, uso y manejo del suelo

En el levantamiento realizado en la finca campesina "La Gabriela", se destacan 2,54 ha (13% de área) de suelo con categoría III (ver tabla 8), aptas para cultivos en rotación no muy intenso, ubicadas en las zonas de menos pendiente

lo cual permite un adecuado uso en este sentido. A su vez existe un área de 2,77 ha (15% del área) con categoría IV apropiada para cultivos en rotación ocasionales densos de ciclo largo, ya que el laboreo resulta limitado. Por último, tenemos la categoría VI con 13 ha (7% del área) ocupando la mayor parte de la finca, la cual es inapropiada para las rotaciones de cultivos.

Tabla 8. Áreas ocupadas por las Clases Agrológicas.

Clase Agrológica	Área (ha)
III	2,54
IV	2,77
VI	13
Total	18,3



Fuente: Elaboración propia en base a *Google Earth* 2017.

Figura 8. Clases Agrológicas de la finca campesina.

4.6.1 Suelo Clase Agrológica III

Ubicada en la figura 8 con el color verde, tenemos tres pequeñas zonas, ocupando un área total de 2,54 ha (Tabla 8), con relieve casi llano, el primero se ubica al Sur de la finca, presenta piedras medianas y pequeñas, con

pendiente del 3 % y profundidad de 50-80 cm, reacciona al HCl lo cual indica la presencia de carbonatos. En los últimos cinco años estos suelos se han cultivado de forma aislada con maíz (*Zea mays*), malanga (*Colocacia*), boniato (*Ipomoea batatas*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), con un período de descanso como cuartón de pastoreo para el ganado, aprovechando los residuos de cosecha.

El segundo está ubicado entre zonas de las clases IV y VI, colindando con la carretera, presenta una profundidad de 55 cm, es moderadamente pedregoso (piedras grandes fácil de sacar) con pendiente menos del 3 % y reacciona al HCl. En los últimos cinco años se ha desarrollado una rotación de cultivos con maíz, frijol, boniato, yuca, plátano y calabaza (*Cucurbita pepa*) fundamentalmente en los extremos del campo.

El tercero se encuentra al Norte entre la Clase VI y la franja boscosa del río, con profundidad de 50 cm, es casi llano y tiene pocas piedras en el centro del campo y algo más pedregoso en la zona alta, reacciona al HCl. En los últimos cinco años ha permanecido como cuartón de pastoreo.

Uso y manejo recomendado:

En la zona situada al sur se presenta una faja de terreno con buenas características al tener pocas piedras, seguida de una faja un poco más pedregosa con piedras pequeñas, ambas zonas pueden seguirse utilizando en cultivos en rotación, aunque de forma diferenciada, utilizando la mejor en cultivos de ciclo largo y corto en asociación, ya que resulta el área de mayor capacidad productiva de la finca, la otra zona necesita de la extracción de piedras en su parte superior, a fin de mejorar la misma, aunque en la actualidad puede utilizarse también en cultivos en rotación, con menor intensidad, que sean densos y de ciclo largo preferentemente. En ambas zonas el laboreo debe ser cuidadoso evitando la inversión del prisma y las labores profundas para no subir los carbonatos a la superficie. Una posibilidad interesante si no se desea o puede hacerse la extracción de piedras de la faja superior del campo es realizar un uso diferenciado, donde en la zona pedregosa de unos 20 metros de ancho se utilice en el fomento de árboles frutales asociados con cultivos

densos de ciclo largo y en la faja inferior de unos 40 m de ancho sembrar cultivos en rotación como se ha indicado anteriormente. Según el MINAG *et al.* (2007), la asociación de cultivos con frutales es un elemento esencial que permite un eficiente uso de los recursos, mejor aprovechamiento del área a cultivar aumentando el número de especies, agiliza la recuperación de la inversión y mejora la calidad del suelo al mantenerlo cubierto.

La parcela situada al norte puede ser utilizada la zona central de ella para el desarrollo de cultivos en rotación, previa delimitación del campo, pudiéndose asociar cultivos de ciclo corto con ciclo largo o intercalar con frutales, según sea de interés, ya que posee un relieve más llano con menos cantidad de piedras, las cuales en este caso resulta conveniente extraer para facilitar las labores, estas últimas no deben ser profundas y sin inversión del prisma para evitar subir los carbonatos al horizonte superior, de acuerdo con Álvarez (2002), la extracción de piedras del suelo para intensificar su explotación se realiza preferiblemente con máquinas destinadas a dicho fin, si no son abundantes y su tamaño es manuable pueden extraerse a mano, facilitando así las labores agrícolas, aunque resulta difícil su eliminación total de la superficie del suelo.

4.6.2 Suelo Clase Agrológica IV

Se ubica al Sur de la finca, señalado en el mapa con color azul (figura 8), esta clase ocupa 2,77 ha (Tabla 8), se caracteriza por tener una profundidad de 30 – 40 cm, con un relieve de 3 – 7% de pendiente. En su superficie se pueden encontrar abundantes piedras entre grandes y medianas, lo cual se relaciona con el alto contenido de carbonatos. En los últimos cinco años este campo se ha empleado de forma esporádica en rotación de maíz–malanga y maíz-frijol, maíz-boniato, utilizándose el resto del tiempo en pastoreo de ganado bovino. Actualmente en una franja de 50 m situada al oeste de la zona, colindando con la carretera se utiliza en el cultivo del plátano, asociado en las calles con yuca, calabaza y malanga, dispuestos los surcos a favor de la pendiente.

Uso y manejo recomendado

Mantener el uso actual en el pastoreo de ganado mayor, mejorando las condiciones de sombra en los cuarterones con especies frutales o forestales que se adapten a la zona, ya que de acuerdo con Villanueva *et al.* (2018), los sistemas silvopastoriles de árboles en potreros y las cercas vivas generan una serie de beneficios adicionales, aparte de la leche y/o carne, como sombra y alimento para el ganado, productos maderables y no maderables para uso local o para la venta, restauración y conservación de suelos y mejorar la infiltración del agua para alimentar a los mantos acuíferos subterráneos, dentro de otros. Asimismo, la biodiversidad vegetal de los potreros contribuye con una mayor riqueza y abundancia de la fauna silvestre, ya que se mejoran las condiciones para su desplazamiento, refugio, anidamiento y alimentación. Varias especies de fauna silvestre cumplen funciones en la polinización vegetal, dispersión de semillas, control de plagas de importancia en explotaciones pecuarias y en cultivos agrícolas.

En la faja oeste cultivada de plátano (ver figura 8), debe continuarse el uso de policultivos durante la etapa de fomento, debiéndose tomar en cuenta que el laboreo no debe ser profundo, favorecido con el empleo de la tracción animal, pero con el uso de cultivos densos como la calabaza y el boniato, a fin de proteger el suelo de la erosión, respecto a esto Alarcón *et al.* (2012), citado por Serrano *et al.* (2017) plantearon que los suelos sometidos a procesos erosivos tienen grandes pérdidas de nutrientes y de elementos vitales para las plantas, provocando un descenso en los rendimientos de los cultivos. Después de la demolición de esta franja se debe tener en cuenta que la preparación del suelo y los surcos se realicen de forma transversal a la pendiente, ya que acuerdo con Álvarez (2002), en campos de cultivo con pendientes superiores al 3 - 4%, las siembras en rotación de cultivo deben hacerse en contorno o en fajas, siendo conveniente introducir más cultivos densos que limpios acorde al incremento del grado de las pendientes.

El uso del resto del área en cultivos en rotación resulta muy limitada por la poca profundidad efectiva, la presencia de piedras y la susceptibilidad a la erosión, por lo que en caso necesario que se desee cambiar el uso, el productor debe

seleccionar de forma restringida el área más favorable para establecer cultivos de ciclo largo, evitando el laboreo excesivo y las acciones que tiendan a dejar el suelo al descubierto con riesgo para la erosión, este proceso es una forma severa de degradación física. En los últimos 40 años, cerca de un tercio de los suelos agrícolas de la Tierra han dejado de ser productivos para usos agrícolas debido a este factor, según Gómez (2013), en este caso se deberá extraer las piedras grandes y medianas que entorpecen el laboreo. Si esta área no se utiliza en pastoreo, resulta más recomendable establecer la producción de forrajes o banco de proteínas que contribuya a la alimentación animal en la finca, ya que la implementación de tecnologías de bancos de gramíneas forrajeras (*Pennisetum ssp.*, entre otras), en dependencia de las posibilidades, características y recursos del entorno productivo, puede resultar en incrementos sensibles de la disponibilidad forrajera que mejoren el nivel de oferta de alimentos voluminosos, lo cual puede ser particularmente aprovechado de manera eficiente cuando coincide con el mayor por ciento de parición hacia el periodo de mayor crecimiento de la hierba (Soto *et al.*, 2010^a citado por Soto *et al.*, 2018), se puede incluir la posible introducción de frutales.

4.6.3 Suelo Clase Agrológica VI

Ubicado al centro de la finca, ocupando 13 ha del área total de la misma (Tabla 11), se caracteriza por tener una profundidad efectiva de 10 – 28 cm, y relieve ondulado a alomado, con pendiente irregular de 5 – 25%. Presenta piedras en algunas zonas, fundamentalmente en las áreas más altas del relieve. Existe presencia de carbonatos. Durante los últimos cinco años este terreno se utilizado como cuartón de pastoreo para el ganado, cubierto de pasto natural.

Uso y manejo recomendado.

Mantener el uso actual como cuartón con pastos naturales, evitando el sobrepastoreo o el aumento de la carga animal, ya que es muy susceptible a la erosión si se encuentra descubierto, producto a la pendiente que presenta. Por lo cual el control de la carga animal y los incendios fortuitos constituye un aspecto importante en esta área, también es recomendable plantar algunos

arbustos o frutales para producir sombra, incrementando los postes vivos de árboles con interés ganadero o forestal.

4.7 Resiliencia de la finca ante eventos meteorológicos

La capacidad de un agroecosistema para enfrentar un evento extremo, nos permite conocer el grado de preparación del mismo y su capacidad de respuesta para hacerle frente a cualquier adversidad. Ante la presencia de algún evento meteorológico extremo la vulnerabilidad de los agroecosistemas es alta, teniendo en cuenta los factores de riesgo que presentan los mismos y las probabilidades de que ocurra un evento de esta categoría, con alto riesgo de que ocurra un desastre natural. De acuerdo con Altieri (2015), se puede reducir las vulnerabilidades modificando la “**capacidad de respuesta**” de las fincas definiendo los atributos, estrategias y manejos que usan los productores para reducir los riesgos de eventos climáticos, resistirlos y recuperarse de los daños causados por dichos eventos.

En la finca campesina “La Gabriela” el grado de vulnerabilidad a este tipo de eventos es alto, al igual que en otros agroecosistemas, por lo que se desarrollan algunas prácticas, pero aún son insuficientes para disminuir los factores de riesgos. La figura 9 muestra los principales elementos que modifican la capacidad de respuesta de la finca ante un desastre. Como el sistema se encuentra insertado en un paisaje natural existe gran variabilidad de especies animales y vegetales que, aunque no son de interés productivo, forman parte del ecosistema natural y proveen de beneficios ecológicos al mismo, un ejemplo es el control de las garrapatas en el ganado por el totí garrapatero que también se alimenta de la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith).

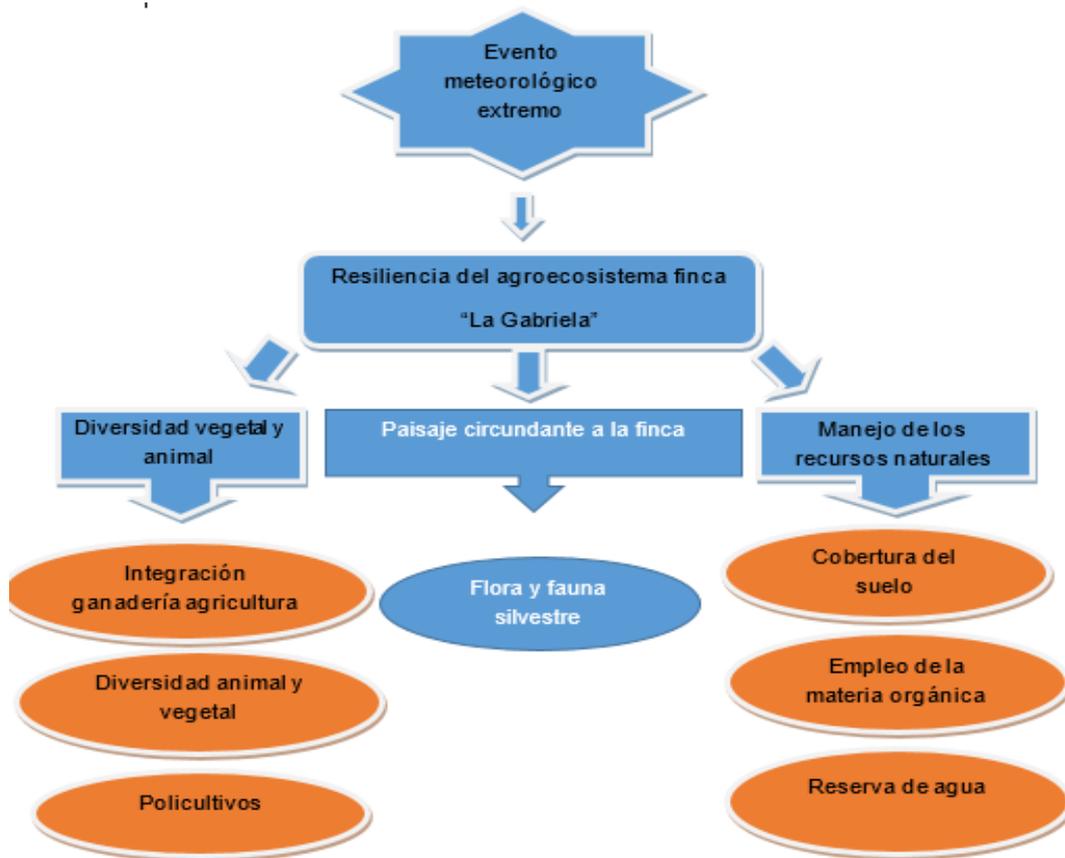


Figura 9. Factores que condicionan la resiliencia de la Finca familiar “La Gabriela” (elaboración propia tomado de Altieri (2015)).

La integración ganadería agricultura hace posible la obtención de productos en ambos sentidos (Villanueva *et al.*, 2018), pero también posibilita el empleo de la tracción animal en las labores sustituyendo los combustibles fósiles. Además, permite el empleo de los residuos de cosecha como alimento animal. El uso del policultivo disminuye el riesgo ante ataques de plagas y enfermedades ya que es un sistema que integra varias especies con características a fines y ante la adversidad de un evento extremo, son mayores las probabilidades de que al menos un cultivo logre resistir en el tiempo y pueda brindar sus rendimientos.

El manejo de los recursos naturales es imprescindible en cualquier finca campesina, ya que el suelo y el agua son los principales pilares para la producción tanto agrícola como ganadera. Para mitigar la acción de eventos meteorológicos sobre estos recursos en la finca se llevan a cabo prácticas conservacionistas como son, la cobertura superficial del suelo, como se habló

anteriormente, con cultivos densos para protegerlo de la erosión (Alarcón *et al.* (2012), citado por Serrano *et al.* (2017), el empleo de la fertilización orgánica para mejorar el contenido de materia orgánica del suelo y se cuenta con cuencas y pozos para la reserva del agua.

4.8 Caracterización de las principales prácticas agroecológicas

De acuerdo con la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) y el Ministerio de Agricultura (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.

Actualmente en el agroecosistema estudiado se aplican un grupo de prácticas agroecológicas que hacen posible el cumplimiento de los objetivos antes mencionados, de acuerdo con las prácticas agroecológicas citadas por la ANAP (2003) (ver Anexo 5), en la finca se realizan las siguientes:

- Utilización de estiércoles.
- Uso de residuos de cosecha.
- Empleo de la tracción animal.
- Cercas vivas.
- Asociación de cultivos.
- Rotación de cultivos.
- Conservación de semillas.
- Empleo de coberturas vivas y muertas.

La utilización de estiércoles de origen bovino para la fertilización orgánica de los cultivos y el suelo es uno de ellos, respecto a este tema 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. Aunque la finca no cuenta con un estercolero, cercano a la misma se encuentra un centro para la cría de terneros perteneciente a la UEB-Granja No.7 "Gonzalo", el cual facilita la obtención de abonos orgánicos para ser aplicados a los cultivos. En el caso de las áreas de pastoreo, el ganado permanece prácticamente todo el tiempo en las mismas por lo que la fertilización del pasto se hace de forma directa, se debe aclarar que se tienen en cuenta la carga animal y el sobrepastoreo puesto que se le suministran otros alimentos al ganado.

El uso de residuos de cosecha que se utilizan para la alimentación directa del ganado, siendo este un importante elemento que aporta energía o proteína; en dependencia de las características fisiológicas de la planta y del tipo de residuo que se emplee como alimento para el ganado, lo cual contribuye con el balance alimentario de los mismos.

En el agroecosistema se utiliza la tracción animal en las labores agrícolas y pecuarias con el traslado de la caña u otro alimento para el ganado. Este es un elemento vital para cualquier finca ya que se reducen gastos en combustible, no se contamina el medio y humaniza aún más las labores en el campo.

El empleo de cercas vivas es un elemento muy difundido actualmente por las bondades que estas presentan, respecto al tema Murgueitio *et al.* (2008) citado por Morantes y Renjifo (2018), plantean que los sistemas productivos con cercas vivas son una estrategia de manejo del paisaje rural, la cual no solo contribuye a la recuperación de la diversidad biológica sino también al aumento de la productividad y los rendimientos económicos de los sistemas productivos. En la finca este indicador se ha incrementado con los años sustituyendo postes de madera y concreto por postes vivos de almácigo (*Bursera simaruba*) y piñón florido (*Glirycidia sepium* Lamk.), previendo para el futuro la utilización de árboles frutales en estos sistemas.

Respecto al manejo de los cultivos, en la finca se desarrollan 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, uniéndose a esto el uso de la cobertura viva del suelo con cultivos densos como la calabaza, la yuca y los frutales como se ha planteado anteriormente.

Por último, la conservación de las semillas, en el caso de los granos se hace de forma tradicional con el secado de los mismos y posterior almacenamiento empleando pipas o tanques para este fin. Las semillas utilizadas para el cultivo del boniato (propágulos, esquejes o rejos) se extraen de un área o campo determinado que se emplea como banco de semilla y campo de cultivo a la vez. En el caso de la yuca, generalmente las estacas se traen de otras fincas o áreas de producción de este cultivo que pertenecen a una entidad cercana.

En la actualidad son muy pocas las prácticas agroecológicas que se desarrollan en la finca, por lo que el desafío es ir aumentando 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, además de contribuir con la seguridad tecnológica y energética (Casimiro, 2016 citado por González, 2018) logrando de esta forma un aumento en la resiliencia del agroecosistema ante eventos extremos (Altieri, 2015).

Se propone para el futuro de la finca, la construcción de un biodigestor aprovechando las potencialidades que brinda la cría de cerdos, el cual contribuirá con la producción de biogás y fertilizante orgánico con las aguas residuales del biodigestor, elevando los indicadores energéticos, reduciendo el empleo de fertilizantes químicos y eliminando la contaminación ambiental por residuos fecales. También se recomienda 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.

5. CONCLUSIONES

1. El trabajo en la finca campesina se desarrolla colectivamente aportando experiencias desde las diferentes edades, manteniendo las tradiciones campesinas en cada labor que se desarrolla e inculcándolas hacia el resto de la familia manteniendo un estrecho vínculo y respeto.
2. Para el año 2018, con la implementación de nuevas técnicas y prácticas agroecológicas, la producción total de la finca fue de 103,06 t/ha, favoreciendo los indicadores económicos que resultaron eficientes con una ganancia de \$ 11 675, situando a la finca como un agroecosistema rentable.
3. En el análisis de la agrobiodiversidad resultaron identificadas 13 especies productivas, entre animales y plantas, identificando para su estudio 182 289 individuos, obteniendo una equitatividad (E) de 0,43 y valores de 0,99; 1,11; y 0,39 para los Índices de diversidad de Margalef, de Shannon-Weaver y Simpson (Dsp), respectivamente, valores todos que indican la necesidad de incrementar la riqueza de especies productivas.
4. En el caso de los indicadores de energía, la eficiencia energética de la finca es de 5,5 MJ/ha, lo cual manifiesta que el agroecosistema es rentable, alimentando a 8,5 y 2,8 personas/ha en proteína y energía, respectivamente, lo cual indica la necesidad de incrementarla agrobiodiversidad para elevar la soberanía alimentaria de la familia y la localidad. El Índice de renovabilidad (IR) alcanzó el 53% lo que corrobora que la finca está transitando a la categoría de “finca sostenible gestionada agroecológicamente”.
5. Respecto a las Clases Agrológicas se destacan 2,54 ha (13% de área) de suelo con categoría III, aptas para cultivos en rotación no muy intenso y sobre todo cultivos densos que mantengan el suelo cubierto. A su vez existe un área de 2,77 ha (15% del área) con categoría IV apropiada para cultivos en rotación ocasionales densos de ciclo largo, ya que el laboreo resulta limitado. Con categoría VI existen 13 ha (71% del área), la cual es inapropiada para las rotaciones de cultivos y se recomienda para el pastoreo y frutales.

6. Actualmente en la finca se aplican ocho prácticas agroecológicas que hacen posible el desarrollo productivo, las cuales son insuficientes, necesitándose implementar otras, para elevar los niveles de resiliencia ante eventos meteorológicos y la producción sostenible de alimentos y energía.

6. RECOMENDACIONES

- Promover el desarrollo de las prácticas agroecológicas propuestas y el incremento de especies productivas que eleven la agrobiodiversidad.
- Implementar las recomendaciones sobre uso y manejo sostenible del suelo en cada una de las Clases Agrológicas existentes en la finca.
- Continuar aplicando los principios agroecológicos y de sostenibilidad en la finca “La Gabriela”, profundizando en la sostenibilidad del agroecosistema, su biodiversidad, eficiencia energética, el uso y manejo de los suelos y la producción de alimentos.

7. BIBLIOGRAFÍA.

1. Altieri, M. A. & Toledo, V. M., 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies*. 38(3):587-612.
2. Altieri, M. A. 2009. El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. En: Altieri, A. *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). Medellín, Colombia. p.69-94.
3. Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2018. Agroecología: ciencia fundamental para el diseño de fincas resilientes a plagas. *Manejo ecológico de plagas*. *Leisa*. 34 (1): 5-8.
4. Altieri, M. A. y Nicholls, C. I., 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y Consideraciones metodológicas. En: M. A. Altieri, C. I. Nicholls y L. R. Ríos, edits. *Agroecología y cambio climático: Metodologías para evaluar la resiliencia socioecológica en comunidades rurales*. Medellín: SOCLA. pp7-20.
5. Altieri, M. A. y Nicholls, C.I. 2012. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología*. 6: 28-37.
6. Altieri, M. A., 2010. El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. En: M. A. Altieri, ed. *Vertientes del Pensamiento Agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. Medellín. Colombia. SOCLA. :69-94.
7. Altieri, M.A. 2015. Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. University of California, Berkeley. Department of Environmental Science, Policy and Management. 94-104.
8. Álvarez, J. 2015. Las Clases Agrológicas de los Suelos. Asignatura Ciencias del Suelo. Monografía.
9. Álvarez, J.; Días, C. y Fragela, M. 2016. Instrumento de evaluación de la calidad del suelo en condiciones de campo. Guía de Clases Prácticas. Asignatura Ciencias del Suelo. Universidad de Matanzas.

10. Álvarez, J.L. 2002. Caracterización y manejo de los principales factores edáficos limitantes de la agroproductividad de los suelos. Universidad de Matanzas. Material con fines docentes. 25 p.
11. Amaro, E. J.; Márquez, E. y Llanes, J. M. 2019. Diagnóstico inicial de la evolución de un suelo degradado. Avances. 21(1): 129-138. Disponible en: <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/422/1414> [Consulta: marzo, 2019].
12. Asociación de Agricultores Pequeños de Cuba (ANAP-Cuba). 2013. Metodología campesino a campesino. 16p.
13. Attwood, S.; Estrada, N.; Gauchan, D.; De Clerck; Wood, S.; Keyu, B. y Zonneveld, M. 2016. El uso de la biodiversidad alimentaria para aportar múltiples beneficios a los sistemas agrícolas sostenibles. En: La incorporación de la biodiversidad agrícola en sistemas alimentarios sostenibles. Fundamentos científicos para un Índice de Agrobiodiversidad. Bioersity International. 32p.
14. Baños, R. M. 2018. Indicadores de biodiversidad, de eficiencia energética y suelo para la producción sostenible en dos fincas campesinas. Tesis en opción al título de máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas. Cuba.
15. Blanco, D.; Suárez; 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.
16. Borja, J. y Valdivia, R. 2011. Introducción a la agronomía. Quito. Editorial: EDIMEC. 127p.
17. Cairo, P. y Fundora, O. 2007. Edafología segunda parte. En: Clasificación de los suelos. La Habana. Editorial Félix Varela. p.373.
18. Camargo, D.O. 2017. Producción agraria sostenible, un compromiso ético. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. 2p.
19. Carvajal, M. y Jairo, J. 2011. La agroecología: un marco de referencia para entender sus procesos en la investigación y la praxis. Revista Luna Azul. (32): 128-134. Disponible en:

- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321727234012>[Consulta: marzo, 2019].
20. Casimiro, L. 2016. Bases metodológicas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba. Colombia. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Agroecología. Universidad de Antioquía. Medellín.
 21. Casimiro, L. 2016. Necesidad de una transición agroecológica en Cuba, perspectivas y retos. *Pastos y Forrajes*. 39 (3): 81-91.
 22. Casimiro, L. y Casimiro, J. A. 2017. La agricultura familiar a pequeña escala en la economía cubana. *TEMAS*. (89-90):59-66.
 23. Centro Meteorológico Provincial Matanzas (INSMET). 2015. Datos meteorológicos del municipio Limonar. 8p.
 24. Departamento de Suelos y Fertilizantes. 1984. Mapa de Suelos Municipio Pedro Betancourt. Provincia Matanzas. Escala. 1: 25 000. MINAG.
 25. Dussi, C. y Flores, B. 2017. Visión multidimensional de la agroecología como estrategia ante el cambio climático. *Interdisciplina*. 6(14): 129-153. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2018.14.63384>. [Consulta: marzo, 2019].
 26. Dussi, M.; Flores, L. y Fernández, C. 2015. Aplicación de principios ecológicos en el estudio de agroecosistemas frutícolas. A1-153. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología.
 27. European Coordination Vía Campesina (ECVC). 2017. 10 datos sobre la agricultura campesina en Europa. 4p.
 28. Folke, C., Carpenter, S.R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T. & Rockström J., 2010. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15: 20, [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/> Consultado en: marzo 2019.
 29. Franco, G. 1992. Léxico estratigráfico de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología. En: Presentación del CD Léxico estratigráfico de Cuba-

1992. Editorial: Centro Nacional de Información Geológica. La Habana. p.356-358.
30. Funes, F. y Vázquez, L. 2016. Avances de la agroecología en Cuba. Editora Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 1era edición. 58p.
31. Funes-Monzote, F. R. 2009. Eficiencia energética en sistemas agropecuarios. Elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado. Biblioteca ACTAF. Primera Edición. 44p.
32. Funes-Monzote, F.; Martín, G.; Suárez, J.; Blanco, D.; Reyes, F.; Cepero, L.; Rivero, J.; Rodríguez, E.; Savran, V.; Del Valle, Y.; Cala, M.; Vigil, M.C.; Sotolongo, J. A.; Boillat, S. y Sánchez, J. 2012. Evaluación de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía. En Suárez, J. y Martín, G. La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural. La experiencia del Proyecto Internacional BIOMAS-CUBA. EEPFIH.: 181-195.
33. Funes-Monzote, F.R. 2017. Integración agroecológica y soberanía energética. Agroecología 12 (1): 57-66.
34. Funes-Monzote. 2009. Agricultura con futuro. La alternativa Agroecológica para Cuba. Estación Experimental "Indio Hatuey". 196 p.
35. Gamboa, A.; González, R.; Herrera, A. 2013. Soberanía y seguridad alimentaria en Cuba: políticas públicas necesarias para reducir la dependencia alimentaria. Agrisost. 19 (3): 14-19.
36. García, O. 2012. Agrobiodiversidad: conservación y uso como respuesta adaptativa al cambio climático. Éxito empresarial. CEGESTI. 176. 3p.
37. García, Y.; Ramírez, W. y Sánchez, S. 2013. Soil quality indicators: A new way to evaluate this resource. Pastos y Forrajes. 35(2):125-138.
38. Gómez, S. 2013. Manejo y conservación del suelo. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). 329p.
39. González, D. 2016. Diagnóstico agroecológico de la finca campesina Caoba. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.

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. Iermanó, M. J.; Sarandón, S. J.; Tamagno, L. N. y Maggio, A. D. 2015. Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del potencial de regulación biótica en agroecosistemas del sudeste bonaerense. Rev. Fac. Agron. La Plata 114 (Núm. Esp.1) Agricultura Familiar, agroecología y territorio, pp1-14.
42. Iglesias, J. M.; Funes-Monzote; Machado, H. y Soca, M. 2018. Los sistemas integrados de producción agropecuaria como alternativa agroecológica de producción en las condiciones actuales. Matanzas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". 25p.
43. Instituto de Calidad del Suelo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. 88 p.
44. Jardón, L. 2018. La agroecología como conocimiento necesario para transformar la mutua determinación sociedad-naturaleza. Interdisciplina. 6. (14): 7-28. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/323157256>. [Consulta: marzo, 2019].
45. Jiménez, R. 2011. Agricultura cubana. Las nuevas transformaciones. Tempo presente. 12 (12): 5-13.
46. Joseph, R. y Joseph, R. 2017. La cuestión agraria cubana aciertos y desaciertos en el período de 1975-2013 : la necesidad de una tercera reforma agraria. [en línea]. Disponible en:
<http://journals.openedition.org/polis/12490>. [Consulta: Marzo ,18, 2019].
47. Labrador, J. 2015. El suelo como producto de la cooperación entre lo físico y lo orgánico. Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología. La Habana. 185p.
48. Leporati, M.; Salcedo, S.; Jara, B.; Boero, V. y Muñoz, M. 2014. La agricultura familiar en cifras. En: S. Salcedo y L. Guzmán. Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de Política. FAO. p. 35-56.

49. Leyva, A. y Abady, L. 2012. Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad. *Agroecología* 7: 109-115.
50. Martín, M. 2019. El secreto de la prosperidad. *Juventud Rebelde*, abril 21, :8.
51. Ministerio de la Agricultura (MINAG); Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) y Asociación Cubana de Técnicos y Forestales (ACTAF). 2007. Instructivo técnico para las fincas integrales de frutales. Biblioteca ACTAF. 21p.
52. Monzote, M.; Muñoz, E. y Funes-Monzote, F. 2008. Integración ganadería-agricultura. En: *Transformando el campo cubano*. p 244-246.
53. Morantes, J. L. y Renjifo, L. M. 2018. Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. *Biología Tropical*. 66 (2): 739-753.
54. Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. *M&T- Manuales y Tesis SEA*, vol.1. Zaragoza, 84p.
55. Moreno, V.; Brito, M. 2010. Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Ministerio de la Agricultura. La Habana. 12p.
56. Nova, A. 2016. Economía de la transición agroecológica. En: *Avances de la agroecología en Cuba* (Funes F, Vázquez LL, eds.). La Habana, Cuba: EEPF "Indio Hatuey". p 47-55.
57. Oberhuber, T.; Lomas, P. L.; Duch, G. y Reyes, M. 2010. El papel de la biodiversidad. Centro de Investigación para la Paz (CIP-Ecosocial), Madrid. 36p.
58. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2014. *Agroecología para la seguridad alimentaria y nutrición*. Actas del simposio Internacional de la FAO. Roma. 466p.
59. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2015. Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables. 4p. Disponible en: <http://fao.org/soils-2015.4405s/1/02.15>. [Consulta: marzo, 2019].

60. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2015. Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenibles. Roma. 55p.
61. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2017. Directrices voluntarias para la gestión sostenible de los suelos. 26p. I6874ES/1/02.17.
62. Pascual, N. E. 2017. Cambio climático, pobreza y sostenibilidad. Universidad de La Rioja. *Equidad International Welfare Policies and Social*. *Word Journal* (7):81-115.
63. Pedraza, R.O.; Teixeira, K. R. S.; Fernández, A.; García, I.; Baca, B.E.; Azcón, R.; Baldani, V.L.D. y Bonilla, R. 2010. Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 11 (2): 155-164.
64. Pérez, E.; García, P. 2013. Aplicaciones de la teledetección en degradación de suelos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. (61): 285-308.
65. Porcuna, J.L. 2015. suelo como componente esencial en la salud de las plantas. Su función como "filtro biológico". *Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología*. La Habana. 185p.
66. Purroy-Vásquez, R.; Gallardo-López, F.; Ortega-Jiménez, E.; Díaz-Rivera, P.; López-Ortiz, S. & Torres-Hernández, G. 2016. Energetic and economic efficiency, family welfare and productivity in tropical agroecosystems. *Farming, community and evolution*. 13: 513-527.
67. Retana-Guiascón, O. G y Sánchez-Hernández, A. 2019. Agroecosistemas manejados como UMAS Extensivas: un Caso de éxito en conservación y aprovechamiento cinegético en Campeche, México. En: *Agroecosistemas tropicales: conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria* / Editores William Cetzal-Ix, Fernando Casanova-Lugo, Alfonso J. Chay-Canul, Jesús F. Martínez-Puc—México: Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná—Instituto Tecnológico de la Zona Maya, 533 p.

68. Rodríguez-Izquierdo, L.; Rodríguez-Jiménez, S.L.; Macías-Figueroa, O.L.; Benavides-Martell, B.; Amaya-Martínez, O.; Perdomo-Pujol, R.; Pardo-Mesa, R. y Miyares-Rodríguez, 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. Romero-Molina, M.; De la Cruz, C.; Romero-Carayol, M. 2018. Manejo ecológico de plagas en cultivos tradicionales de tomates negros segureños en el norte de Granada, España. *Manejo ecológico de plagas*. *Leisa*. 34.(1):32p.
70. Roque, J. J. 2012. Estudio de la sostenibilidad de sistemas agropecuarios del municipio Limonar en la producción de alimentos y energía. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
71. Salcedo, S.; De la O, A. P. y Guzmán, L. 2014. El concepto de agricultura familiar en América Latina y el Caribe, en: S. Salcedo & L. Guzmán (editores). *La agricultura familiar en América Latina y El Caribe*. Recomendaciones de Políticas. FAO 1:17-34.
72. Sánchez, S.; Hernández, M. y Ruz, F. 2011. Management alternatives of soil fertility in livestock production ecosystems. *Pastos y Forrajes*. 34 (4): 375-392.
73. Sarandón, J. y Flores, C. 2014. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. *La insustentabilidad del modelo de agricultura actual*.
74. Serrano, D.; González, O.; De la Rosa, A.; Aguilera, Y. y Ramírez, R. 2017. Estrategia de manejo y conservación del suelo en áreas de producción agrícola. *Revista Ingeniería Agrícola*. 7(1): 41-48.
75. Sicard, T.; Mendoza, T. y Córdoba, C. 2014. La estructura agroecológica principal de la finca (eap): un nuevo concepto útil en agroecología. *Agroecología* 9(1y2): 55-66.
76. Soto, S.A.; Uña, F. y Machado, Y. 2018. Eficiencia productiva y financiera en fincas lecheras del sector privado. En: *Manejo y alimentación*. *Revista de producción animal*. 30 (1): 13-21p.

77. Stupino, S.A.; Iermanó, M.J.; Gargoloff, N.A.; Bonicatto, M.M. 2014. La biodiversidad en los agroecosistemas. Biodiversidad en Agroecosistemas. :131-158.
78. Tallo, B.; Regalón, M. y Reyes, Y. 2015. La Agroecología en el rescate de tradiciones campesinas y la sostenibilidad alimentaria. Granma. CCSF Alberto Guevara Pérez. 3 p.
79. Tello, J. 2015. Los microorganismos, bioindicadores de fertilidad del suelo. Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología. La Habana. 185p.
80. Toledo, V.M. 2012. La agroecología en Latinoamérica: tres revoluciones, una misma transformación. Agroecología. 6: 37-46.
81. Valdés, C. 2019. Estudios de suelo, plantas, animales y otros recursos a escala local. Avances.21. (1): 1-2. ISSN 1562-3297.
82. Vallejo-Quintero; Eugenia. V. 2013. Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. Colombia Forestal. 16 (1): 83-99. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=423939619006>. [Consulta: marzo, 2019].
83. Vargas, B.; Candó, L.; Pupo, Y. G.; Ramírez, A. y Rodríguez, E. J: 2014. Complejidad de cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba a partir del análisis de la biodiversidad. Ciencia en su PC. (4):55-65.
84. Vázquez, L. y González, M. 2017. Políticas públicas y transición hacia la agricultura sostenible sobre bases agroecológicas en Cuba. En: Red Políticas Publicas en América Latina y el Caribe (PP-AL) p. 108-131. Disponible en:<http://www.pp-al.org/es> . [Consulta: Marzo ,18, 2019].
85. Vázquez, L.L.; Matienzo, Y. y Griffon, D. 2014. Diagnóstico participativo de la biodiversidad en fincas en transición agroecológica. Fitosanidad. 18. (3): 151-162. Disponible en:
86. Villanueva, C.; Casasola, F. y Detlefsen, G. 2018. Potencial de los sistemas silvopastoriles en la mitigación al cambio climático y en la generación de múltiples beneficios en fincas ganaderas de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 61p.

87. Vizcón, R. 2014. Indicadores de uso de las fuentes renovables de energía en los sistemas de producción agropecuaria. Evento Cuba Solar. 2014. Cuba. DOI: 10.13140/RG.2.1.4200.0803.
88. Vizcón, R.; Rodríguez, S. L. y Benítez, Z. 2016. Diagnóstico agroecológico y agroenergético de fincas campesinas. Memorias del IV Congreso Internacional Agordesarrollo 2016. Matanzas. Cuba.
89. Yong, A.; Crespo, A.; Benítez, B.; María I. 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

Anexo 1. Modelo de captura de información para el análisis de sistemas agropecuarios (Proyecto BIOMAS-CUBA).

Fecha: _18/10_ Año que se evalúa: _2018_ Compilador: Yariel González
Pérez _____

1. Características generales de la finca.

1.1 Identificación y localización de la finca

Nombre de la Finca: La Gabriela

Provincia: Matanzas

Municipio: Pedro Betancourt

1.2 Tipo de organización a que pertenece (marque X)

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

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

_CCS: Leovigildo Sierra Varó

1.3 Propósito productivo (marque X)

Leche _____ Carne _____ Agrícola _____ Mixta _x_

Indefinida _____ Otro _____

1.4 Áreas de la finca (hectáreas) Total: _13.42 ha_

Cultivos:		Forrajes		Vegetación natural:	1.42ha
Cultivos anuales	2ha	Forestal (plantación)		Monte, manigua	
Frutales	1ha	Asociaciones:		Aroma, marabú	
Pastos:		Asociación cultivos-frutales		Accidentes naturales	
Pasto natural	9ha	Asociación forrajes-frutales		Lagunas	
Pasto sembrado		Silvopastoril		Instalaciones	1 ha
Leguminosas		Otra		Otros	

1.5 Disponibilidad de agua

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

M _____

Tipo de método de abasto:

Acueducto _____ Presa _x_ Río _x_ Pipa _____ Tranque _x_ Pozo
x Molino de viento _____ Otros _____

Infraestructuras de riego _____

1.6 Fuentes de energía (marque X)

Eléctrica x Eólica_____ Combustible_____ Biogás_____

1.7 Infraestructuras (marque X)

Vías de acceso: B x R_____ M_____

Tipo de instalaciones: Típica_____ Rústica__x__

Capacidad instalada (UM número de animales): Constructiva_____

Actual_____

Instalaciones

Naves de sombra Sí No_x_____ Condiciones B____R_x__ M_____

Nave de ordeño Sí No__x__ Condiciones B____R_x__ M_____

Nave de maternidad Si No__x__ Condiciones B____R_____

M_____

Cepo Sí x No_____ Condiciones B x R_____

M_____

Baño Sí _____No_x_____ Condiciones B____R_____ M_____

Estercolero Sí _____No__x__ Condiciones B____R_____

M_____

Almacenes Sí x No_____ Condiciones B_x__ R_____

M_____

Nave de maquinaria Sí_____ No__x__ Condiciones B____R_____

M_____

Cochiguera Sí_x__ No_____ Condiciones B_x__ R_____

M_____

Galpón para aves Sí x No_____ Condiciones B____R_x__

M_____

Caballeriza Sí_____ No__x__ Condiciones B____R_____ M_____

Lombricultura Sí_____ No x Condiciones B_____

R_____ M_____

Biogás Sí_____ No x_____ Condiciones B_____

R_____ M_____

Organopónico Sí_____ No_x_____ Condiciones B_____

R_____ M_____

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

Tractor x Carreta_x__ Yuntas de bueyes_x__ Carretones_x__

Pipa_x__

Molino forrajero x Molino de granos_x__ Arado_x__ Surcador

x Chapeadora_____ Ordeño mecánico_____ Fertiliriego_____

Peladora de arroz.

Otros _____

1.9 Estado de los cercados y mangas (marque X) B_x__ R_____

M_____.

Perímetro total 1674m Número de divisiones 10

Tipo de cercado: alambre púas: x eléctrico: cerca viva: x Otros

1.10 Fuerza de trabajo (UM número de trabajadores y horas)

	Hombres
Obrero	Ramón Torres
Asociado	Antonio Rolo
Administradores	Mario González Elieser González

Horas promedio de trabajo diario 6 Horas hombre totales diario 6 Días de trabajo anual 365

2. Producción y diversidad vegetal

2.1 Cultivos anuales	Área (ha)	Producción (t)	Destino de la producción				Ingreso
			Estatal	Agro	Autocon. / donación	Otra	
Maíz	1ha	2t			Autoc.	CCS	1000
Boniato	2ha	5 t			Autoc.	CCS	800
Plátano	0.09 ha	50 kg			Autoc	x	

2.2 Frutales	No de individuos	Producción (t)	Destino de la producción				Ingreso
			Estatal	Agro	Autoconsumo / donación	Otra	
Naranja							
Coco	25						
Aguacate	10 plantas				Autocon.	CCS	1000
Guayaba	20 plantas				Autocon.		
Mango	8 plantas				Autocon.		
Tamarindo							
Otros							
Otros							

2.3 Forrajes	Área	Producción	Destino de la producción	(Ingreso)
--------------	------	------------	--------------------------	-----------

	(ha)	n (t)	Alim. directa	Ensilaje	Henaje	Venta	
Caña	1ha	70 t/ha	x				

2.4 Pastos	Área (ha)
Pasto estrella	10.36 ha

2.5. Árboles forestales	No. de individuos
2.6. Postes vivos	
Almácigo	60
Piñón florido	21

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	
Bovina	40	2 t	x			CCS	5000
Cerdo	20	1 t			x		6000

3.2 Producción de leche

Tipo	Total prod. (l)	Industria	Cruza mientos	Consumo animal	Acopio Estatal	Merc Agro	Autoconsumo / don.	Ingreso
Vaca	41	x		x			x	500
Cabra								
Otros								

3.3 Producción de huevos

Especie	Total prod. (uno)	Industria	Autoconsumo	Mercado Agro	Ingreso
Gallina	20-30		x		
Codorniz					
Patos	50		Crías		

Otros					
-------	--	--	--	--	--

3.4 Rebaño bovino

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

Composición total del rebaño (UM número de animales):

Hembras: Vacas 15 Novillas 4 Añejas 3 Terneras (4-12 meses) 4 Terneras (0-4 meses) 2

Machos: Bueyes 2 Toros 1 Toretes 3 Añejos 2 Terneros (4-12 meses) 2 Terneros (0-4 meses) 2

Composición promedio anual del rebaño en producción (UM número de animales):

Número de vacas totales 15 En ordeño 10 Maternidad 4

Duración promedio de la lactancia 7 meses

3.5 Reproducción bovina

Raza predominante (marque X): Holstein Cebú Brown Swiss 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 20 Reproductoras 2 Berracos 1

Ceba _____ Pre-cebas 17 y crías _____

3.7 Fuerza de trabajo animal

<i>Especie</i>	<i>No de animales</i>	<i>Horas de trabajo diario</i>	<i>Días de trabajo anual</i>
bovina	2	3-4	240

4. Producción de abonos y alimentos para animales

4.1 Estiércol

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

Sí x No _____

Cantidad (toneladas) 2-3 t

Origen: Endógeno x Exógeno x

4.2 Producción de estiércol

Tipo	Cantidad
Estiércol bovino	2 t

4.3 Otros abonos orgánicos

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

4.4 Residuos de cosecha para la alimentación animal

	Tipo	Cantidad (t)	Uso
Ensilaje			
Henaje			
Fermentado de yuca	Yogurt de yuca	220 l	
Pienso casero	Maíz-soya	300 Kg	Alimento de los animales
Efluente de biodigestor			
Microorganismos benéficos			
Miel amoniada			
Otro			

5. Insumos productivos

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

Insumo	Tipo de producto	Cantidad	Uso	Costo	Origen (donde lo compra)
Pienso	alimento	100kg	Alimento	-----	

			de los cerdos		
Soya	alimento	100 kg	Alimento de los cerdos	200 \$-300\$	Particular
Bagacillo					
Miel					
Urea					
Forraje					
Antiparasitario	Labiomec y Iebamisol	250 ml	Control parasitario	50\$ y 60\$	CCS ó Particular
Antibióticos					
Fertilizante Urea	fertilizante	100 kg	fertilización	200	CCS
Fertilizante NPK					
Fertilizante otros					
Herbicida 1					
Herbicida 2					
Herbicida 3					
Plaguicida 1					
Plaguicida 2					
Plaguicida 3					
Diesel (L)	combustible	20 L	Labores agrícolas	10 \$/l 200\$	Partic.
Gasolina (L)					
Lubricantes					
Electricidad (kw/h)	energía	-----		45 \$	UNE
Semillas					

6. Economía de la finca

Gastos		Ingresos	
Salarios	900 \$	Productos agrícolas	2 800 \$
Alimentación humana	500 \$	Estado	
		Productos agrícolas	
		Otras	
		Productos pecuarios	5 500 \$
		Estado	
Alimentación animal	500 \$	Productos pecuarios	6 000 \$
		Otras	
Medicina	30 \$		

Fertilizantes / plaguicidas	200 \$	Otros productos	500 \$ (Queso)
Semillas		Créditos	
Combustibles	200 \$	Actividades anexas	
Electricidad	45 \$	Reinversiones	
Gas	250 \$		
Otros insumos			
		Remesas, donaciones	
Servicios maquinaria		Proyectos	
Otros servicios			
Amortizaciones			
Inversiones			

Gastos totales 3125 \$ Ingresos totales 14 800
\$ mensual _____

7. Indicadores sociales

7.1 Calificación de los trabajadores

Cargo (O, T, A)	Genero	Edad	Contrato		Calificación				Experiencia			
			Perm	Temp	Prim	Sec	Tec	Univ	0-5	5-10	>10	
							12					
Ramón Torres(O)	M	73		X	X							X
Mario González (A)	M	77	X		X							X
Elieser González (A)	M	40	X			X						X
Antonio Rolo (A)	M	51	X				X					X

7.2 Ingreso promedio de los trabajadores

	Hombres
Obreros	30-50 por días de trabajo
Asociado	900-1000 por mes
Administradores	900-1000 por mes

7.3 Motivación hacia el trabajo

Debido a: (marque X) :

- a) Condiciones de la vivienda B x M _____ R _____
- b) Ingresos Satisfactorios x Insatisfactorios _____
- c) Condiciones de trabajo B x R _____ M _____
- d) Vinculado a los resultados finales
Sí x No _____ Estimulación _____ Pago _____
- e) Relaciones del colectivo de trabajo B x R _____
M _____
- f) Otras motivaciones _____

7.4 Composición de la familia que vive en la finca

Nombre	Género	Edad	Escolaridad	Ocupación
Mario González	M	77	Primaria	Agricultor
Francisca Pérez	F	73	Primaria	Ama de casa
Damáris González	F	45	Lic. Enfermería	Secret. CTC minicp y asociada
Esney Perera	M	39	MININT	Policía y asociado.
Amaury González.	M	40	Sec.	Agric.
Yariel González	M	23	12grado	Estudiante

7.5. Acceso a servicios domésticos y electrodomésticos

- Agua potable Sí x No _____ Condiciones B x R _____
M _____
- Electricidad Sí x No _____ Condiciones B x R _____
M _____
- Gas Sí x No _____ Condiciones B x R _____
M _____
- Refrigerador Sí x No _____ Condiciones B x R _____ M _____
- Televisor Sí x No _____ Condiciones B x R _____ M _____
- Radio Sí x No _____ Condiciones B x R _____ M _____
- Lavadora Sí x No _____ Condiciones B x R _____ M _____
- Otro Sí _____ No _____ Condiciones B x R _____ M _____

Anexo 2. Instrumento de evaluación de la calidad del suelo.

EMPRESA: FINCA: La Gabriela		CAMPO: 7	EXTENSION: 1.103 ha	USO TRADICIONAL: Cultivos varios y ganadería.
USO ACTUAL: Cultivos Varios.		MUNICIPIO: Pedro Betancourt	RESPONSABLE: Yariel González Pérez	

ESTRUCTURA

¿EL SUELO TIENE BUENA ESTRUCTURA?										
VALORES ESTABLECIDOS		CARACTERISTICAS								
1		Terreno polvoriento, masivo osin estructura.								
5		Estructura grumosa poco visible, con consistencia firme.								
10		Estructura grumosa bien diferenciada y consistencia friable								
VALORES DECAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										X
2										X
3										X
4										X
5										X
Observaciones:										
1										
2										
3										
4										

COMPACTACION

¿EL SUELO ESTÁ LIBRE DE CAPAS COMPACTADAS?										
VALORES ESTABLECIDOS		CARACTERISTICAS								
1		El cuchillo solo raya la superficie y no penetra, capa endurecida y las raíces están desviadas.								
5		Presenta restricciones al penetrar el cuchillo al menos 5 cm. con pocas raíces visibles.								
10		Fácil penetración del cuchillo más allá de 20 cm.								
VALORES DECAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1							X			
2								X		
3									X	
4									X	
5								X		
Observaciones:										
1	El cuchillo penetra 10 cm.									
2	El cuchillo penetra 10 cm.									

3	El cuchillo penetra más de 10 cm.
4	El cuchillo penetra más de 10 cm.
5	El cuchillo penetra menos de 10 cm.

PROFUNDIDAD DEL SUELO

¿EL SUELO SE TRABAJA FÁCILMENTE?										
VALORES ESTABLECIDOS	CARACTERÍSTICAS									
1	Existen piedras, rocas, muy poca profundidad o pendiente mayor del 15 %, que limitan el laboreo.									
5	Suelo con al menos 50 cm de profundidad sobre el horizonte C, con pocas piedras, topografía ligera a moderadamente ondulada.									
10	Suelo profundo, llano, sin obstáculos a las labores, se prepara fácilmente.									
VALORES DE CAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1				x						
2							x			
3						x				
4						x				
5					x					
Observaciones:										
1	Suelo con profundidad de 30-40 cm sobre horizonte C.									
2	Suelo con profundidad de 40-50 cm sobre horizonte C sin obstáculos y fácil de trabajar.									
3	Suelo con profundidad de 50 cm, llano sin obstáculos.									
4	Suelo con profundidad de 50 cm, llano sin obstáculos.									
5										

ACTIVIDAD BIOLÓGICA.

¿EL SUELO ESTA LLENO DE ORGANISMOS VIVOS?										
VALORES ESTABLECIDOS	CARACTERÍSTICAS									
1	No se observan signos de vida en el suelo.									
5	Se observan algunos signos de vida.									
10	El suelo está lleno de una buena variedad de signos de vida.									
VALORES DE CAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										x
2										x
3									x	
4										x
5									x	
Observaciones:										
1										
2										
3	Se observan abundantes signos de vida.									
4										
5	Abundantes signos de vida.									

ESTADO DE RESIDUOS.

¿HAY PRESENCIA DE RESIDUOS Y ENDECOMPOSICION?										
VALORES ESTABLECIDOS	CARACTERISTICAS									
1	No hay residuos sobre el suelo.									
5	Pocos residuos que se descomponen lentamente.									
10	Muchos residuos en diferentes etapas de descomposición.									
VALORES DE CAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										x
2										x
3								x		
4									x	
5										x
Observaciones:										
1										
2										
3	Se observan abundantes residuos.									
4	Se observan abundantes residuos en descomposición.									
5										

DESARROLLO DE LAS RAICES.

¿LAS RAICES CRECEN BIEN?										
VALORES ESTABLECIDOS	CARACTERISTICAS									
1	Sistema radical deforme y pobre crecimiento de las raíces.									
5	Sistema radical estructurado, con algunas raíces firmes.									
10	Sistema radicular vigoroso, saludable con un color deseable.									
VALORES DE CAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										x
2										x
3									x	
4									x	
5										x
Observaciones:										
1										
2										
3	Sistema radical con abundantes raíces firmes.									
4	Sistema radical con abundantes raíces firmes.									
5										

COLOR, OLOR Y MATERIA ORGANICA.

¿QUE COLOR, OLOR Y CANTIDAD DE MATERIA ORGANICAS TIENE EL SUELO?										
VALORES ESTABLECIDOS		CARACTERISTICAS								
1		El suelo es de color pálido, olor malo o químico y se nota muy poca presencia de materia orgánica o humus.								
5		El suelo es de color café claro o rojizo, sin mayor olor y con algo de materia orgánica o humus.								
10		Suelo de color negro o café oscuro, con olor a tierra fresca, se nota bastante materia orgánica y humus.								
VALORES DE CAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										X
2										X
3										X
4										X
5										X
Observaciones:										
1										
2										
3										
4										
5										

INFILTRACION DEL AGUA EN EL SUELO.

¿EL AGUA INFILTRA RAPIDAMENTE?										
VALORES ESTABLECIDOS		CARACTERISTICAS								
1		El agua se acumula en la superficie por largos periodos en las zonas llanas.								
5		El agua drena en las zonas llanas, pero lentamente.								
10		No hay encharcamiento de agua después una lluvia de largo periodo o riego en las zonas llanas, el drenaje interno es muy bueno.								
VALORES DE CAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1						X				
2							X			
3								X		
4								X		
5							X			
Observaciones:										
1	El agua drena hacia los canales y zanjas naturales y artificiales.									
2	El agua drena hacia los canales y zanjas naturales y artificiales.									
3	Suelo profundo, el agua drena fácilmente.									
4	Suelo profundo, el agua drena fácilmente.									
5	El agua drena hacia los canales y zanjas naturales y artificiales.									

RETENCIÓN DEHUMEDAD

¿EL AGUA ESTA DISPONIBLE PARA EL CRECIMIENTO DELAS PLANTAS?										
VALORES ESTABLECIDOS	CARACTERISTICAS									
1	Suelo reseco, algo arenoso, con baja retención de agua.									
5	Grado moderado de disponibilidad y retención de agua.									
10	Cantidad de agua disponible adecuada, con buena retención hídrica.									
VALORES DECAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										X
2										X
3										X
4										X
5										X
Observaciones:										
1										
2										
3										
4										
5										

EROSION

¿HAY PROBLEMAS DE EROSION EN ELSUELO?										
VALORES ESTABLECIDOS	CARACTERISTICAS									
1	La erosión es severa porque se nota arrastre de suelo y hay presencia de cárcavas o surquillos.									
5	La erosión es evidente por presencia de algunos signos, pero resulta moderada a baja o se presenta susceptibilidad a la misma.									
10	No hay signos de erosión, ni susceptibilidad a la misma.									
VALORES DECAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										X
2										X
3										X
4									X	
5										X
Observaciones:										
1										
2										
3										
4	Algo de susceptibilidad.									
5										

TEXTURA.

¿QUE TIPO ES ARENOSO, ARCILLOSO OFRANCO?										
VALORES ESTABLECIDOS	CARACTERISTICAS									
1	El suelo presenta problemas demanejo porque es demasiadoplástico y pegajoso.									
5	El suelo es arenoso, limoso o arcilloso, pero nocausa serios problemas en elmanejo, con un tempero medio.									
10	El suelo tiende a ser franco, ni muy arcillosoo arenoso y su tempero es largo.									
VALORES DECAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1					x					
2					x					
3						x				
4					x					
5					x					
Observaciones:										
1										
2										
3	Tempero medio.									
4										
5										

CONSISTENCIA EN SUELOSECO

¿EL SUELO ES MUY DURO OBLANDO?										
VALORES ESTABLECIDOS	CARACTERISTICAS									
1	Duro o muy duro: El terrón esmuyresistente a la presión, puede serquebrado con las manos condificultad.									
5	Ligeramente duro: el terrón esdébilmenteresistente a la presión yfácilmentequebradizo entre losdedos.									
10	Blando: el terrón es débil, serompefácilmente y se desmenuza en gránulos pequeños.									
VALORES DECAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										x
2										x
3									x	
4										x
5									x	
Observaciones:										
1										
2										
3	Fácil de quebrar.									
4										
5	Fácil de quebrar.									

CONSISTENCIA EN SUELOHUMEDO.

¿EL SUELO ES MUY FIRME OFRIABLE?

VALORES ESTABLECIDOS	CARACTERISTICAS									
1	Muy firme: el terrón es muy resistente a lapresión y cuesta muchodesmenuzarlo.									
5	Firme: el terrón se desbarata bajociertapresión de los dedos, aunque selogredesmenuzar, hay ciertaresistencia.									
10	Friable: el terrón se desbaratafácilmentecon poca presión de losdedos.									
VALORES DECAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1								X		
2								X		
3								X		
4								X		
5								X		
Observaciones:										

CONSISTENCIA EN SUELOMOJADO.

¿EL SUELO PARECE PLASTICO Y SEADHIERE?										
VALORES ESTABLECIDOS	CARACTERISTICAS									
1	Al manipular el suelo este se adhiere a losdedos o el suelo se pega con facilidadalosdedos, extremadamente plástico.									
5	Plástico: el suelo forma un cordón quese rompe al presionar moderadamentecon los dedos o requiere de mucha presiónal deformarse, ya que es plástico.									
10	No adherente: el suelo no se adhiere a losdedos y el suelo no toma formaal manipularlo, sin plasticidad.									
VALORES DECAMPO:										
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1					X					
2					X					
3						X				
4					X					
5						X				
Observaciones:										
1										
2										
3	Plástico.									
4										
5	Plástico.									

Nº	INDICADOR	VALOR DECAMPO					VALOR PROMEDIO
		M1	M2	M3	M4	M5	
1	ESTRUCTURA	10	10	10	10	10	10
2	COMPACTACION	7	8	9	9	8	8,2
3	PROFUNDIDAD DEL SUELO	4	7	6	6	5	5,6
4	ACTIVIDAD BIOLÓGICA	10	10	9	10	9	9,6
5	ESTADO DE RESIDUOS	10	10	8	9	10	9,4
6	DESARROLLO DE RAÍCES	10	10	9	9	10	9,6
7	COLOR, OLOR Y MATERIA ORGÁNICA	10	10	10	10	10	10
8	INFILTRACION DEL AGUA EN EL SUELO	6	7	8	8	7	7,2
9	RETENCIÓN DE HUMEDAD	10	10	10	10	10	10
10	EROSION	10	10	10	9	10	9,8
11	TEXTURA	5	5	6	5	5	5,2
12	CONSISTENCIA EN SUELO SECO	10	10	9	10	9	9,6
13	CONSISTENCIA EN SUELO HUMEDO	8	8	8	8	8	8
14	CONSISTENCIA EN SUELO MOJADO	5	5	6	5	6	5,4
	VALOR PROMEDIO(X)						8,4

Anexo 3. Método de cálculo de los indicadores de la eficiencia energética (Tomado de Funes-Monzote, 2009).

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	$AP = \frac{\text{producción} \times \text{factor} \times \text{proteína}}{\text{área} \times \text{reqprot}} \times 100$ <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. - reqprot: requerimiento en proteínas anual de una persona promedio, en kilogramos.

Costo energético de la proteína	$CEP = \frac{energetotgas}{t}$ <p style="text-align: center;">prottotpro d</p> <p style="text-align: center;">Donde:</p>
---------------------------------	--

Anexo 4. Método de cálculo de los índices de agro-biodiversidad (Tomado de Moreno, 2001)

Indicadores de biodiversidad a evaluar:	Método de cálculo
Índice de diversidad de Margalef	$DMA = S - 1 / \ln(N)$ <p>Donde:</p> <p>ln = Logaritmo neperiano</p> <p><i>S = riqueza o número de especies</i></p> <p><i>N = número total de individuos de la muestra.</i></p> <p>> S > DMA</p>
Índice de Diversidad de Shannon	$DSH = - \sum pi * \ln(pi) ; pi = ni / N$ <p>Donde:</p> <p>ln = Logaritmo neperiano</p> <p>N: número total de individuos</p> <p>ni: número de individuos de las especies i</p> <p>S: número total de especies.</p>
Índice de Simpson	$DSI = [1/N * (N-1)] * \sum ni * (ni-1)$ <p>Donde:</p> <p>ni = número de individuos de la especie i con respecto a N.</p> <p><i>N = número total de individuos de la muestra.</i></p>

Anexo 5. Prácticas agroecológicas (ANAP, 2003)

No	Prácticas agroecológicas (ANAP, 2003)
1	humus de lombriz
2	estiércoles
3	compost
4	Bio-fertilizantes
5	abonos verdes
6	guano de murciélago
7	lodo de biogás como fertilizantes
8	cenizas
9	microorganismos eficientes nativos
10	uso de residuos de cosecha
11	conservación de suelos
12	curvas de nivel
13	molinos de vientos
14	biogás
15	producción de peces
16	mujeres y niños incorporadas
17	empleo de la medicina , natural en humanos y animales
18	empleo de la tracción animal
19	uso de medios biológicos para combatir las plagas
20	uso de preparados botánicos para combatir plagas
21	uso de plantas repelentes
22	cercas vivas
23	área de reforestada
24	asociación de cultivos
25	rotación de cultivos
26	conservación de semillas
27	empleo de coberturas vivas y muertas

Informe del muestreo

País	Cuba
Sistema de producción	La Gabriela
Área (ha)	18,300
Muestreo (Año)	2018
Intensidad de la fuerza de trabajo (Horas/ha)	591,038
Energía insumida (Megajoules/ha)	2.186,371
Rendimiento productivo (Toneladas/ha)	5,632
Energía producida (Megajoules/ha)	12.196,825
Proteína producida (Kg/ha)	217,938
...de origen vegetal producida (Kg/ha)	68,908
...de origen animal producida (Kg/ha)	149,030
Personas que alimenta de acuerdo a requerimientos de:	
Energía (Personas/ha)	2,851
Proteínas (Personas/ha)	8,547
...de origen vegetal (Personas/ha)	6,758
...de origen animal (Personas/ha)	9,741
Costo energético de la proteína (Megajoules/kg)	10,032
Productividad energética del trabajo (Horas/megajuole)	0,048
Productividad protéica del trabajo (Horas/kilogramo)	2,712
Balance energético	5,579
Intensidad energética (Megajoules/unidad)	0,458

Anexo 7. Fotos



Foto 1. Fomento del café.



Foto 2. Cría de abejas en caja de batería.



Foto 3. Obtención de leche bovina.



Foto 4. Animales alimentándose con caña.



Foto 5. Preparación de suelos.



Foto 6. Policultivo con calabaza, yuca y plátano



Foto 7. Cuartón de pastoreo.



Foto 8. Empleo de la tracción animal.



Foto 9. Semillero de ají en batería.



Foto 10. Estiércol bovino.



Fotos 11. Cría de cerdos y reproductora.