



UNIVERSIDAD DE MATANZAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



**Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en
Ciencias Agrícolas
Mención en Sistemas Agroecológicos y Sostenibles de
Producción**

**Indicadores de biodiversidad, de eficiencia
energética y suelo para la producción sostenible
en dos fincas campesinas**

Autora: Ing. Rosa Maraisy Baños Díaz

Matanzas, 2018



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



**Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en
Ciencias Agrícolas
Mención en Sistemas Agroecológicos y Sostenibles de
Producción**

**Indicadores de biodiversidad, de eficiencia
energética y suelo para la producción sostenible
en dos fincas campesinas**

**Autora: Ing. Rosa Maraisy Baños Díaz
Tutor: MSc. Jorge Luis Álvarez Marqués**

Matanzas, 2018

Nota de aceptación

Presidente del Tribunal

Tribunal

Tribunal

Ciudad y fecha

Declaración de autoridad

Declaro que yo, Rosa Maraisy Baños Díaz soy la única autora de esta Tesis de Maestría por lo que autorizo a la Universidad de Matanzas, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a los profesores.... MsC. Jorge Luis Álvarez Marqués Dr. C. Leonel Marrero Artabe, Dr. C. Sergio Luis Rodríguez Jiménez, a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma.

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo incondicional y ayuda infinita por darme fuerzas para seguir siempre adelante y cumplir mis sueños, por darme seguridad y amor a quienes les debo la vida y todo lo que soy.

En especial a mis hijos que son el motor impulsor para seguir adelante y me hacen ser mejor persona cada día.

A la Revolución y a la memoria nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz.

AGRADECIMIENTO

A mis hijos por su paciencia y amor infinito.

A mis padres por su amor y apoyo incondicional para poder realizar mis sueños.

A todos los profesores que hicieron posible mi superación como profesional.

A mis compañeros de trabajo que me brindaron su ayuda, conocimiento y apoyo en la confección de la tesis.

A Machaco un amigo incondicional que me ayudo sin reparo en todo el largo proceso de la realización de esta tesis.

A mis tutores y consultantes por todo el apoyo y dedicación que me brindaron en el tiempo que me llevo la realización de este trabajo y todos los conocimientos que pusieron a mi disposición.

A mi tutor MSc. Jorge Luis Álvarez Marqués por su empeño y minucioso trabajo en la culminación de esta tesis.

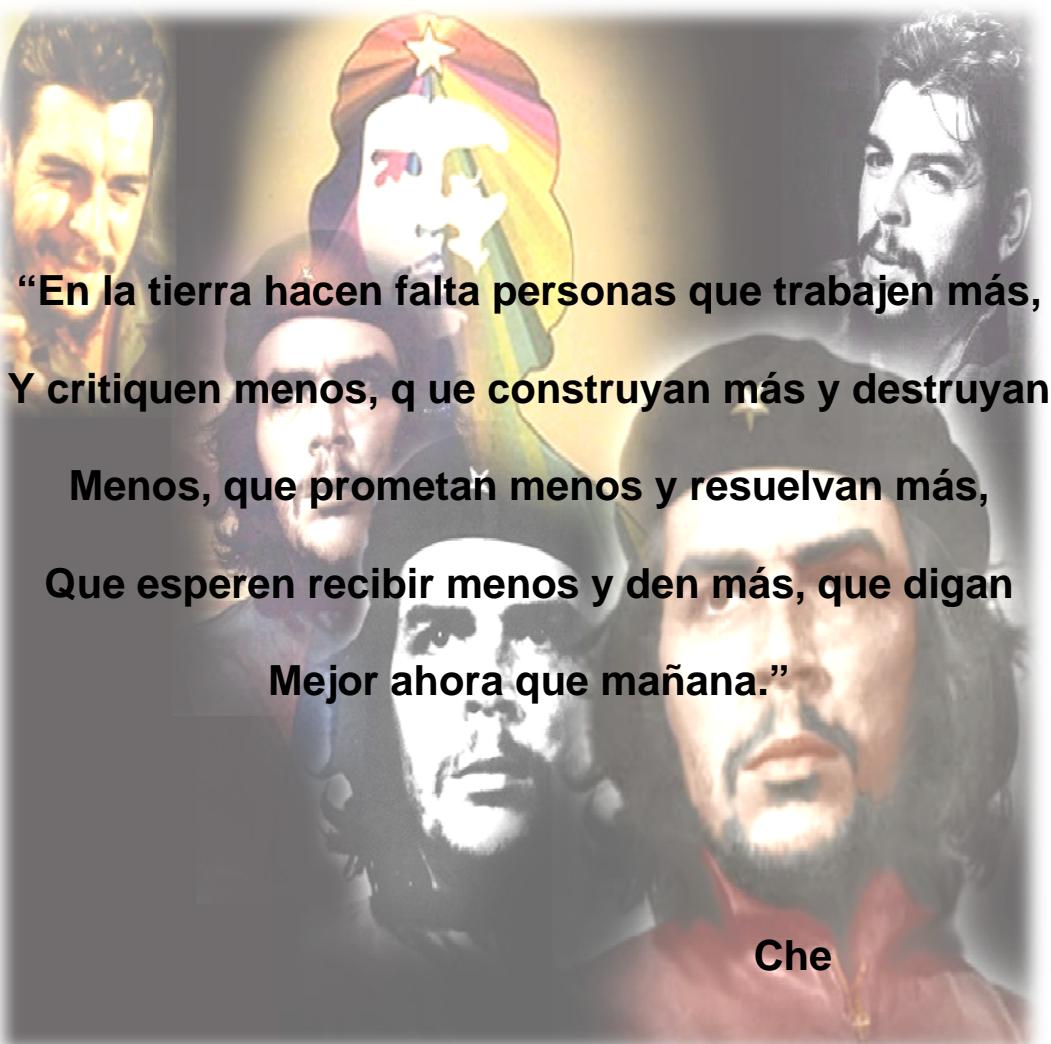
A mi cotutor Dr.C. Sergio Luis Rodríguez Jiménez por su enseñanza científica y humana.

A mi cotutor Dr.C. Leonel Marrero Artabe por su dedicación y apoyo incondicional.

A mi compañero Alejandro que me alentó para que siguiera adelante.

A los propietarios de las fincas por darme la posibilidad de realizar este trabajo.

A la Revolución que me dio todas las oportunidades para formarme como profesional.



Opinión del tutor

El trabajo científico “Indicadores de biodiversidad, de eficiencia energética y suelo para la producción agrícola sostenible en dos fincas campesinas” que hoy se presenta como Tesis en opción al Grado Académico de Máster en Ciencias Agrícolas, desarrollado por la ingeniera Rosa Maraisy Baños Díaz, constituye un estudio multidisciplinario novedoso para fortalecer la sostenibilidad de la agricultura cubana a nivel de fincas agroproductivas, pudiendo crear un precedente bien acogido por los productores que buscan incrementar la sostenibilidad de su gestión productiva, ya que en el mismo se caracterizan los recursos del predio, se evalúa el alcance agroproductivo y se recomiendan acciones sobre bases agroecológicas para elevar la seguridad alimentaria de las fincas “El Retiro” y “Placido González”, que fueron objeto de estudio.

La metodología desarrollada por la maestrante en el presente trabajo representa una valiosa fuente para ser utilizada en futuros estudios de esta naturaleza, a fin de que los productores cuenten hoy con un diagnóstico actualizado de su finca, que les permita en el futuro cercano valorar cuanto se ha logrado de avance, a partir del desarrollo de una adecuada estrategia de manejo, que garantice la producción sostenible de las fincas.

Debe reconocerse la participación de los profesores, doctores en ciencia, Sergio Luis Rodríguez Jiménez y Leonel Marrero Artabe, que participaron como cotutores, contribuyendo con su experiencia en la integralidad del estudio.

La maestrante ha mostrado interés y tenacidad en el cumplimiento de cada una de las tareas orientadas, así como receptividad a las indicaciones y orientaciones realizadas por parte de sus profesores. Asumiendo un arduo trabajo de campo, con independencia y disciplina, al estudiar dos fincas muy diferentes del municipio de Cárdenas.

Nos sentimos honrados por haber orientado a la maestrante en la culminación del presente ejercicio académico, la felicitamos y le deseamos muchos éxitos en su trabajo profesional y su vida cotidiana.

MSc. Jorge Luis Álvarez Marqués

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en las fincas agroproductivas “El Retiro” y “Plácido González”, del municipio de Cárdenas, con el objetivo de evaluar los índices de biodiversidad y eficiencia energética y capacidad de uso y manejo de suelo para lograr producir alimentos de manera sostenible. Se realizó un análisis de la biodiversidad de las áreas agrícolas a través del diagnóstico rural participativo, prospección de campo, entrevistas a directivos y trabajadores. Mediante el software DIVERS se determinaron los índices riqueza de especies, equitatividad, Margalef, Shannon-Weaver y Simpson. Se determinó la diversidad entomofaunística asociada al cultivo del maíz y la relación presa-depredador. Se caracterizó la calidad del suelo en el principal campo de cultivo de cada finca, así como las Clases Agrológicas existentes. Los resultados alcanzados reflejan un agroecosistema biodiverso representado por 104 y 55 especies respectivamente. Se encontró ataque severo por *Spodoptera frugiperda* Smith. Se obtuvo áreas con Clases Agrológicas I, II, IV, VI y VII en la finca “El Retiro” y las clases II, III, IV y VI en la finca “Placido González”. Se realiza de forma general un uso adecuado de los suelos en ambas fincas. Los valores del índice de renovabilidad son superiores al 30% en ambas fincas por lo que transitan en la categoría de “fincas integrales agroecológicas”. Se propone instrumentar prácticas agroecológicas complementarias para alcanzar un manejo más sostenible de la producción agropecuaria.

Palabras clave: biodiversidad, entomofauna, clases agrológicas, calidad del suelo, eficiencia energética, prácticas agroecológicas.

ABSTRACT

The present work was developed in the agro ecological farmsteads “El Retiro” and “Placido González”, in Cárdenas municipality, with the aim of to evaluate the rates of biodiversity and energetic efficiency, and the use and management of soil capacity to produce food in a sustainable way. Throughout the participative and rural diagnosis, field prospection, interviews to managers and workers an analysis of the biodiversity in the areas was done. By means of DIVERS software the indexes of species, equitable rates were determined, Margalef, Shannon-Weaver y Simpson. Also, were determined the entomological fauna diversity; associated with the corn crop and the relationship prey-predator. The quality of the soil in the main plot of each farmstead and the existent Agrological classes were characterized. The obtained results reflect a diverse agro ecological system represented per 104 and 55 species respectively. A severe attack of *Spodoptera frugiperda* Smith was found. Agrological Classes I, II, IV, VI y VII in farmstead “El Retiro” and classes II, III, IV y VI in farmstead “Placido González” were obtained. In general, an adequate use of the soils in both farmsteads is done. The values of rates of renewability are superior of 30% in both farmsteads, so that they drive along on category of “integrated agro ecological farmstead”. The authoress proposes to instrument complementary agro ecological practices to achieve the most sustainable management of the agricultural production.

Key words: biodiversity, entomological fauna, agrological classes, soil quality, energetic efficiency, agro ecological practices.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE	PÀG
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
2.1 ¿La agricultura cubana: un camino hacia la sostenibilidad?	5
2.1.2 La agricultura familiar-campesina en Cuba	7
2.2 La biodiversidad en los agroecosistemas	9
2.3 Agroecología, la ciencia de la agricultura sostenible	16
2.4 Importancia del cultivo del maíz en fincas campesinas biodiversificadas: funciones ecológicas y contribución a las prácticas agroecológicas	20
2.4.1 Daños ocasionados por insectos plagas en cultivo del maíz	21
2.4.2 Biodiversidad de enemigos naturales en el cultivo del maíz	22
2.5 El suelo como recurso natural, su degradación y manejo sostenible	24
2.5.1 Las Clases Agrológicas de los suelos	26
2.6 Eficiencia energética y productiva de fincas familiares campesinas	30
3. MATERIALES Y METODOS	32
3.1 Caracterización de las fincas familiares-campesinas en estudio	32
3.2 Determinación de los índices de biodiversidad que caracterizaron ambas fincas	37
3.2.1 Identificación de especies y conteo de individuos.	37
3.2.2 Determinación de los índices de biodiversidad.	37
3.2.3 Diversidad de la entomofauna fitófaga y benéfica asociada al maíz	38
3.3 Caracterización de las Clases Agrológicas e indicadores de la Calidad del suelo	39
3.4 Determinación de la eficiencia energética y productiva	39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1 Caracterización de las fincas en estudio	41
4.2 Caracterización de la flora y la fauna del agroecosistema	42
4.2.1 Valoración de los índices de la biodiversidad	42
4.2.2 Entomofauna asociada al cultivo del maíz	45
4.3 Evaluación de indicadores de la Calidad del suelo	47
4.4 Mapa de las clases agrológicas, uso y manejo de suelo	49
4.5 Eficiencia energética y productiva	58
4.6 Propuesta de otras acciones que mejoren la producción sostenible de alimentos y energía	60
5. CONCLUSIONES	64
6. RECOMENDACIONES	65
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	78

INTRODUCCIÓN

La agricultura es la actividad humana más importante, pareciera que ha existido desde tiempos inmemoriales y va a existir por siempre. Sin embargo, durante la mayor parte de su historia en el planeta, la especie humana no practicó la agricultura: sino que se adecuó a la naturaleza, viviendo de la caza y la recolección como fuentes fundamentales; es decir, que el ser humano se alimentó, se vistió y satisfizo sus necesidades básicas sin practicar la agricultura.

Es cierto que la tecnificación de la agricultura ha incrementado, a través de un mayor rendimiento (producción por unidad de área) de los cultivos, la producción de alimentos en el mundo, pero no es menos cierto también, que esto ha estado basado en el uso de dosis masivas de insumos costosos y escasos: combustibles fósiles, plaguicidas, fertilizantes, semillas híbridas, maquinarias, agua para riego, y otros recursos. A su vez, este modelo de agricultura, tampoco ha logrado solucionar el problema del hambre en la población mundial: actualmente hay 1 200 millones de personas desnutridas, con dietas que no cumplen el mínimo necesario de calorías (Sarandón y Flores, 2014).

La agricultura cubana tiene sus orígenes en el 1 510 durante la conquista y colonización española, que a lo largo de cuatro siglos se caracterizó por el aumento constante de la pequeña y mediana propiedad, lo que permitió forjar una gran masa de propietarios agrícolas instruidos en la teoría y la práctica de la agricultura. Una característica importante de la agricultura en esta época fue la diversificación agrícola debido al aislamiento de la población rural que estaba obligada a producir los alimentos necesarios para subsistir. En el siglo XIX con la intervención norteamericana se rompe el equilibrio agricultura – industria, se incentiva el monocultivo en grandes extensiones y altas dosis de fertilizantes químicos lo que implicó consigo la pérdida de la capacidad productiva de los suelos.

Por lo que no es posible entender la agricultura actual, sin analizar la influencia que en ella ha tenido lo que se conoce como Revolución Verde. El término “Revolución Verde” fue acuñado en 1968 por William Gaud (Administrador de la

Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional-USAID), para referirse al incremento sorprendente y repentino de la producción de granos que ocurrió en varios países en vías de desarrollo a mediados de los años '60.

Este movimiento consideró que el problema del hambre en algunas regiones del planeta, se debía a la baja productividad de los cultivos y ésta a la inadecuada elección de los cultivares (genotipos) que se utilizaban, ya que no soportaban altas dosis de fertilizante (se volcaban). Por lo tanto, según este diagnóstico, la solución era cambiar el genotipo o tipo de cultivares. Y eso fue lo que hizo la Revolución Verde, además introdujo y generalizó la idea de modificar el ambiente para permitir expresar el alto potencial de rendimiento de pocas variedades en lugar de conservar una alta variabilidad genética para adecuarse a la gran diversidad de ambientes que constituyen los agroecosistemas. El problema de este enfoque es el alto costo ambiental que genera.

Durante décadas Cuba aplicó un modelo de agricultura centralizada, de monocultivo y dirigido fundamentalmente a la exportación. Este modelo se desarrolló a expensas del desarraigo de la población rural y una seguridad alimentaria dependiente en más del 50% de importaciones.

La desintegración del campo socialista europeo y el colapso de la Unión Soviética a inicios de los años '90 provocaron una crisis profunda del sistema alimentario cubano. A lo anterior se une la elevada vulnerabilidad del modelo agroproductivo actual ante fenómenos climáticos extremos como huracanes y sequías que lo hace poco viable.

El gobierno se vio obligado a adoptar un conjunto de medidas referentes a la organización del sector agropecuario para preservar la seguridad alimentaria del país. Surgiendo nuevas formas de producción y la entrega de tierras en usufructo a pequeños productores y con la falta de recursos existente motivo un proceso de cambio tecnológico significativo.

Este proceso se caracterizó por la sustitución de una agricultura industrial altamente especializada y dependiente de insumos externos a una que sustenta la

agricultura en parcelas más pequeñas y con mayor nivel de diversificación y aprovechamiento de la superficie y la energía.

A finales del siglo XX se replantea la agricultura con un enfoque hacia la sostenibilidad con una base agroecológica. Ya que era necesario encaminarse hacia una mayor autosuficiencia alimentaria, sobre una mayor racionalidad económica, con la menor dependencia posible de los insumos externos, así como lograr que la población participe en producir parte de su alimentación y crear excedentes para aumentar las ofertas en los mercados.

Lograr la producción sostenible de alimentos sin afectar el medio ambiente es un reto para la sociedad actual que impone transformar los sistemas convencionales de explotación agraria a agroecológicos en las formas productivas.

Hasta hace poco el hombre observaba a la naturaleza como un recurso al cual se le podía manejar y explotar sin agotarla ni llevarla al colapso, desconociendo que la seguridad alimentaria de la humanidad dependía de los sistemas ecológicos, de los agroecosistemas y de las formas de vida que se encuentran en ellos: plantas, animales, microorganismos, en interacción con los elementos del clima y otros componentes de la naturaleza, los que contribuyen a mantener los sistemas en que se sustenta la vida en la tierra.

Sin embargo, queda mucho por lograr en materia de la aplicación de la ciencia agroecológica en el diseño, rediseño y construcción de agroecosistemas sostenibles, capaces de producir alimentos y energía suficiente que garanticen la sostenibilidad y seguridad alimentaria que tanto necesita el país.

Por todo lo antes expuesto y dando cumplimiento a los Lineamientos Económicos y Sociales para la Construcción y Desarrollo de un Socialismo Próspero y Sostenible para Cuba, se propuso el desarrollo de la siguiente investigación:

PROBLEMA

Las fincas familiares “El Retiro” y “Placido González” desconocen sus índices de biodiversidad, eficiencia energética y adecuado uso y manejo del suelo para producir alimentos de manera sostenible sobre las bases científicas de la agroecología.

HIPÓTESIS

Si se evalúan los índices de biodiversidad, los indicadores de eficiencia energética y el adecuado uso y manejo del suelo de las fincas familiares “El Retiro” y “Placido González” se pueden establecer recomendaciones para producir alimentos de manera sostenible.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los índices de biodiversidad, eficiencia energética y capacidad de uso del suelo en las fincas familiares “El Retiro” y “Placido González” para lograr producir alimentos de manera sostenible.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los índices de biodiversidad.
- Caracterizar las Clases Agrológicas del suelo.
- Valorar el uso y manejo del recurso suelo.
- Determinar los indicadores de eficiencia energética.
- Proponer acciones que propicien mejoras en la producción sostenible.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ¿La agricultura cubana: un camino hacia la sostenibilidad?

La transformación ocurrida en el campo cubano durante la última década del siglo XX e inicios del XXI es un ejemplo de conversión a gran escala: de un modelo altamente especializado, convencional, industrializado y dependiente de insumos externos, a uno basado en los principios agroecológicos y de la agricultura orgánica. Numerosos estudios atribuyen el éxito de esta conversión a la forma de organización social empleada y al desarrollo de tecnologías ambientalmente apropiadas (Wright, 2005).

El desarrollo sostenible de la agricultura se basa en tres pilares: económico, social y ambiental ya que un modelo de desarrollo económicamente viable debe establecer un ciclo que se mantenga y sea rentable tanto para los productores como para los consumidores y que se pueda insertar en el marco económico del país, por lo que está muy asociado con la sostenibilidad social siendo capaz de satisfacer las demandas de la sociedad (Funes–Monzote, 2009).

Con la desintegración del campo socialista europeo y el colapso de la Unión Soviética a inicios de los años 90 provocó una crisis profunda del sistema alimentario cubano, así como, la pérdida de los principales mercados con que Cuba mantenía relaciones comerciales en los últimos 30 años. La capacidad de importación se redujo de 8 100 millones USD en 1989 a 1 700 millones USD en 1993, lo cual representó un decrecimiento del 80% provocó una inmediata caída de la producción, más acentuada en las grandes empresas agrícolas y pecuarias, y demostró la vulnerabilidad del sistema de altos insumos en la agricultura cubana (Funes y Funes-Monzote, 2001; Machín *et al.*, 2010).

En 1989, el 78% de la superficie cultivada se encontraba en manos del Estado, el 10% pertenecía a las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) y el 12% restante a las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) y campesinos individuales, estos últimos mantuvieron prácticas agrícolas tradicionales y demostraron una mayor conservación de sus sistemas agrícolas (Machín *et al.*, 2010).

Rosset *et al.* (2011) valoran que ante una mayor disponibilidad de agroquímicos en el sector agrícola estatal, a partir de los acuerdos con Venezuela y otros países, el sector campesino es el que menos uso ha realizado de estos, sin embargo es el de mayor productividad y el que menos ha sufrido los impactos por las fluctuaciones de su disponibilidad.

Sin embargo, a pesar de que los métodos de la práctica agroecológica y la diversificación en las explotaciones agrícolas campesinas en Cuba, producen muchos más alimentos por hectárea que cualquier otra explotación comercial de la agricultura industrial y las familias de agricultores generan más del 65% de los alimentos que se producen en el país, persiste el interés en los sistemas de altos insumos externos con paquetes tecnológicos costosos para el supuesto incremento de la producción de alimentos y la disminución así de sus importaciones, manteniéndose los agroecosistemas, de esta forma, dependientes e inefficientes energéticamente y con altos costos medioambientales (Rosset *et al.*, 2011; Altieri y Funes-Monzote, 2012).

La agricultura cubana, de inicios del siglo pasado ha tenido una fuerte dependencia de mercados de exportación y la sobreexplotación de los recursos naturales; este modelo intensificado con la Revolución Verde y la práctica de la agricultura convencional, con un incremento de la dependencia externa, ha causado impactos negativos sobre los suelos, la biodiversidad y los bosques, deforestación extensiva, altos costos de producción, entre otros (Funes, 2013; García *et al.*, 2014).

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

Estos y otros factores indican que en Cuba se hace necesario solucionar la problemática relacionada con la importación de más de 2 000 millones de dólares anuales en alimentos (García *et al.*, 2014), mitigar la incidencia cada vez más frecuente de desastres naturales y desequilibrios en los agroecosistemas, detener

la degradación de los suelos que afecta a más del 76% de la superficie agrícola cubana (CPP, 2014), disminuir los efectos dañinos de los agroquímicos a la salud y que incrementan los costos de los productos agrícolas, para así poder enfrentar mejor las condiciones adicionalmente difíciles de la economía y la agricultura a partir del bloqueo implantado por los Estados Unidos (Machín *et al.*, 2010; CPP, 2014; García *et al.*, 2014). Todo lo anterior presupone la necesidad de un cambio del modelo agrícola actual en aras del logro de la resiliencia socioecológica.

Esta agricultura ha mostrado bajos niveles de autosuficiencia, ineficiencia en el uso de la energía, el desplazamiento y pérdida de los valores y tradiciones vinculadas a la vida familiar en el campo y a la producción agropecuaria sin que haya podido el país autoabastecerse de alimentos producidos en él (Funes-Monzote, 2009 y Casimiro, 2014).

Los campesinos con producciones a pequeña y mediana escala, más tendientes al manejo de los recursos naturales y menos dependientes, fueron capaces de sobreponerse de manera más rápida; la conformación de sus sistemas por lo general diversificados y el mantenimiento de prácticas agroecológicas fueron circunstancias que posibilitaron resistir el impacto del período especial y garantizar un crecimiento en la producción para amortiguar el golpe de la crisis alimentaria y favorecer el avance del Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino (MACAC) a partir de 1997, con el que Cuba llegó a más de 100 mil familias campesinas en diez años (García *et al.*, 2014; Ríos, 2015).

2.1.2 La agricultura familiar-campesina en Cuba

El desarrollo de la agricultura familiar campesina en Cuba ha estado caracterizado por la tenencia y ocupación de la menor superficie agrícola del país, y por una mayor participación en la oferta de alimentos para el consumo nacional (Machín *et al.*, 2010; Nova, 2016).

En Cuba existen diferentes modalidades, ya sea en propiedad o en usufructo, zona rural o urbana, donde se insertan familias o algunos miembros de ellas, a la producción agropecuaria; para que se considere agricultura familiar agroecológica la familia campesina debe pasar la mayor parte del tiempo en ella y aportar en su

mayoría la mano de obra necesaria, produciendo conocimiento, alimentos e ingresos para su desarrollo sobre bases agroecológicas e implementación de estrategias para la adaptación a las posibles perturbaciones a las que se pueden enfrentar estos sistemas incrementando su resiliencia (Turbay, 2014) .

La agricultura familiar favorece la producción y consumo de alimentos con mayor concentración de nutrientes, antioxidantes y organolépticos con beneficios para la salud de las personas, mediante técnicas agroecológicas que actúan sobre la fertilidad del suelo, respetando los ciclos naturales de los alimentos y la maduración de las plantas, así como la posibilidad que tiene la familia campesina de ofertarlos frescos, cercanos al consumidor (Baranski, 2014).

En la década del 90, como respuesta a la crisis económica y agroalimentaria en el país, que produjo la caída de la producción, de los rendimientos y de las importaciones de alimentos, piensos y otros insumos, se materializó una reforma en el modelo agrícola sobre la tenencia y explotación del suelo vinculada a la desestatización de la explotación agrícola mediante la diversificación de las formas de explotación de la tierra en régimen de usufructo gratuito y por tiempo indefinido, por lo que diversos campesinos se integraron al campo nuevamente en calidad de usufructuarios Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI, 2015).

Teniendo en cuenta que la población rural y el campesinado cubano ha envejecido y disminuyendo en procesos de emigración a la vida urbana se ha ido rompiendo aquella unidad tradicional finca–vivienda, equivalente a la socialización existencial de la gente de campo lo que ha conducido a una ruptura de la tradición campesina con un alto costo de identidad y espiritualidad, convirtiéndose así la agricultura familiar en la principal fuente de producción de alimentos a nivel mundial y fuente de empleo e ingresos para la población rural (Ikerd, 2016).

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. Por lo que la forma en que cultiva y vive en su predio, como forma de vida, es lo que la hace arraigarse a una

definición más coherente como las que exponen Van der Ploeg (2013) y Casimiro (2016).

En el contexto de la resiliencia, la agricultura familiar agroecológica vincula a la mayoría de los miembros del sistema socioecológico 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 de la sostenibilidad (Casimiro, 2016).

Por eso se propuso 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 de 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-Aguilar y Vázquez, 2016).

Por la importancia de la agricultura familiar y los nuevos retos para el logro de agroecosistemas resilientes, entre otros, 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).

2.2 La biodiversidad en los agroecosistemas

La diversidad biológica representa un tema central de la teoría ecológica y ha sido objeto de amplio debate (Magurran, 1998). La falta de definición y de parámetros adecuados para su medición hasta principios de los 70's llevó incluso a declarar la falta de validez del concepto. Actualmente el significado y la importancia de la biodiversidad no están en duda y se han desarrollado una gran cantidad de parámetros para medirla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos,

con aplicabilidad práctica para fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental (Spellerberg, 1991, citado por Moreno, 2001).

El valor de la biodiversidad se puede estimar desde distintos puntos de vista: productivo, científico, estético y ético. El valor productivo es el más fácil de traducir en términos económicos. Sin embargo, cuando se toman decisiones relacionadas con la explotación de los recursos biológicos se debe tener en cuenta otros valores. En la última década del siglo XX la diversidad biológica se convirtió en el paradigma de lo que tenemos y estamos perdiendo, el símbolo del mundo en que nuestra cultura y concepción del universo ha evolucionado, mundo que está a punto de cambiar de manera irreversible (Carazana, 2002).

Aún existe en las ciencias agropecuarias una visión limitada sobre lo que es la biodiversidad y su rol en los agroecosistemas. Durante mucho tiempo los agrónomos han visto y valorado a la biodiversidad principalmente, o casi exclusivamente, como fuente de genes; como un valioso recurso al cual acudir para “diseñar” o “reparar” cultivares de alto potencial de rendimiento, que, (paradójicamente, debido a su monocultivo) se vuelven ecológicamente susceptibles. Hoy se comprende que la biodiversidad es un importante recurso capaz de brindar una serie de servicios ecológicos imprescindibles para el buen funcionamiento de los agroecosistemas (Benavides, 2011).

La conservación de la biodiversidad está muy vinculada con el manejo y gestión de los agroecosistemas, ya que la agricultura es una de las actividades principales que más la afecta tanto en extensión como en intensidad (Jarvis *et al.* 2011).

En los últimos años el diagnóstico agroecológico a resultado ser una herramienta para la obtención de datos valiosos sobre los componentes fundamentales de los agroecosistemas y sus relaciones, lo que hace posible un mejor aprovechamiento de estos en la búsqueda de mayores resultados productivos (Hernández y López, 2011; Álvarez *et al.*, 2012).

En los agroecosistemas es importante evaluar los componentes de la biodiversidad funcional y su contribución a la productividad y la eficiencia de la

producción, relacionando entonces los componentes: diversidad de árboles, diversidad de la producción y riqueza de especies (Salmón *et al.*, 2012).

La biodiversidad o diversidad biológica (“variedad de vida”) es definida como “(...la variabilidad entre organismos vivientes de todo tipo u origen, incluyendo, entre otros, ecosistemas terrestres, marinos y otros sistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los cuales ellos forman parte. Esto incluye diversidad dentro de las especies (genética), entre especies (específica) y de ecosistemas”... Es un concepto complejo, que involucra varios niveles de organización biológica (genes, especie, población, comunidad, ecosistema y paisaje) y que no es solamente un concepto que expresa la “variedad de vida” sino que es una entidad ecológica medible (Sarandon y Flores, 2014).

La agricultura involucra la simplificación de los ecosistemas a través del reemplazo de la diversidad natural por un pequeño número de plantas cultivadas y animales domésticos. Teniendo en cuenta que la agricultura es uno de los usos más importante que tiene la tierra en el mundo ya que ocupa alrededor del 40% de la superficie terrestre (FAO, 2013), es fundamental conservar la biodiversidad en los agroecosistemas.

A pesar de la importancia que la biodiversidad tiene para la agricultura, tanto como fuente de genes, como por la prestación de servicios ecológicos, la agricultura es, paradójicamente, una de las actividades humanas que mayor impacto negativo tiene sobre la diversidad biológica (Tittonell, 2013 y 2014).

El agroecosistema es un ecosistema natural sometido, por la actividad humana, a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos, para la producción de alimentos y fibras (Sarandón y Flores, 2014).

García (2014) refiere que los ecosistemas más complejos y diversificados son los que tienen mayor estabilidad y capacidad de regeneración y de operar distintos mecanismos dinámicos de equilibrio, en comparación con los ecosistemas más simples. De tal afirmación se puede inferir que la resiliencia de un ecosistema natural será mucho mayor cuanto menor resulte su grado de antropización y será mucho menor cuanto mayor grado de antropización tenga. Las acciones

antrópicas son las principales causas que catalizan procesos ascendentes o descendentes en un grado de resiliencia y estabilidad donde el equilibrio dinámico de los ecosistemas se hace relativo y éste varía en el tiempo de acuerdo al grado de intervención de las actividades humanas.

Entender el funcionamiento de un agroecosistema, por ejemplo de una finca, es esencial para poder diagnosticar si se están alcanzando o no los objetivos de la sustentabilidad y comprender los problemas que el diseño y manejo elegido tienen. Recordemos que cualquier sistema de producción agropecuario, no es más que un diseño (entre varios posibles) de distribución en el tiempo y el espacio de una serie de componentes vegetales y animales con un objetivo. Muchas veces, los problemas se presentan porque el diseño no es adecuado para el objetivo buscado (Sarandon, 2014).

Santana (2014) considera que la riqueza actual de la vida de la Tierra es el producto de cientos de millones de años de evolución histórica, y que a lo largo del tiempo surgieron culturas humanas que se adaptaron al entorno local, descubriendo, usando y modificando los recursos bióticos locales. Por lo que muchos de los ámbitos que ahora parecen "naturales" llevan la marca de millares de años de presencia humana, cultivo de plantas y recolección de recursos y enfatiza que la biodiversidad fue creada, además, por la domesticación e hibridación de variedades locales de cultivos y animales de cría.

Los sistemas agrícolas representan entre un 50 a un 70% de los ecosistemas terrestres en la mayoría de los países. La agricultura consiste en modificar los ecosistemas para lograr la producción de pocas o de una especie "económicamente rentable". Cualquier tipo de agricultura implica una simplificación del sistema y una reducción importante de la biodiversidad. En las últimas décadas la agricultura ha sido exitosa en el incremento de su productividad y la provisión de alimentos, respaldada por los avances científicos e innovaciones tecnológicas en sistemas de producción tecnificados, con la introducción de nuevas variedades y el uso de agroquímicos. Sin embargo, el abuso en la utilización de estas tecnologías y las malas prácticas agrícolas han causado la

pérdida de la biodiversidad, la contaminación de aguas y suelos y la degradación general del ambiente (Sarandon, 2014).

La producción agropecuaria está relacionada también con otros efectos negativos para la calidad del ambiente, cuyas consecuencias pueden parecer menos evidentes por presentarse en una escala más global. Uno de ellos es la pérdida de biodiversidad y la extinción acelerada de especies.

Pérez (2014) expresa que los índices de biodiversidad muestran cuantitativamente, la relación entre especies y sus individuos y los volúmenes de producción correspondientes, donde a través de su interpretación, se puede valorar el estado del agroecosistema y por ende la complejidad y estabilidad del mismo. De estos los más utilizados se describen a continuación. Sin embargo existen muchos otros que también son aplicables.

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 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.

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

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 equitatividad de las especies. 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 (Claude E. Shannon-Warren Weaver, 1932) 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.

Se calcula: $DSH = - \sum pi * \ln(pi); pi = ni / N$

Dónde:

\ln = Logaritmo neperiano

N: número total de individuos

ni : número de individuos de la especies i

S: número total de especies.

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.

Se calcula: $DSI = [1/N * (N-1)] * \sum ni * (ni-1)$

Dónde:

n_i = número de individuos de la especie i con respecto a N .

N = número total de individuos de la muestra.

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 (Moreno, 2001; Sarandón y Flores, 2014).

Se calcula: $DMA = S - 1 / \ln(N)$

Donde:

\ln = Logaritmo neperiano

S = riqueza o número de especies

N = número total de individuos de la muestra.

$> S > DMA$

Así mismo Gliessman (2015) plantea que los agroecosistemas son también sitios de producción agrícola construidos por el hombre, basados en principios ecológicos, que cuentan con una o más poblaciones de plantas y animales, que interactúan o se relacionan en un ambiente físico (parcelas o áreas de cultivo) para la producción de alimentos, fibras, combustibles y otros productos para el consumo y bienestar humano.

Por lo que la agricultura tradicional busca una alternativa viable y sostenible que resulte innovadora y con capacidad de adaptación a las variadas condiciones ambientales y sociales existentes, al propiciar en buena medida el equilibrio del agroecosistema. La agroecología, que tiene sus raíces en las ciencias agrícolas, el movimiento de protección del medio, la ecología, el análisis de agroecosistemas tradicionales y el desarrollo rural, ha integrado estas ideas y métodos de hacer

agricultura, dándole una base científica con un objetivo común: la sostenibilidad de los agroecosistemas (Funes-Aguilar, 2015).

Las actividades humanas están conduciendo a la perdida de la biodiversidad a un ritmo sin precedente, hasta 1 000 veces por encima de la tasa natural de pérdida de especies, en las últimas décadas se ha logrado un adelanto de las producciones agrícolas sin considerar el respeto a la degradación de la agrobiodiversidad, que es vital para el desarrollo agroecológico, es decir que debe hacerse poco agresivo al ambiente (Funes-Aguilar y Vázquez, 2016).

2.3 Agroecología, la ciencia de la agricultura sostenible

La agroecología, ciencia que define la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles, proporciona un marco teórico-metodológico para tasar la complejidad de los agroecosistemas. La estrategia agroecológica se basa en mejorar la calidad del suelo para producir plantas fuertes y sanas, debilitando al mismo tiempo las plagas (malezas, insectos, enfermedades y nematodos) al promover organismos benéficos como vía de incrementar la diversificación funcional del agroecosistema (Benavides, 2011).

Aceptando entonces las íntimas relaciones que existen entre un enfoque particular y el desarrollo de una disciplina científica, es posible dirigir la atención a la serie de procesos, desacuerdos, críticas e insatisfacciones que originaron la reacción de pensadores de distintas áreas sobre la agronomía clásica y la emergencia de la agroecología como ciencia, profesión, práctica social y discurso político. No es una ciencia que se limita al estudio ecológico de lo que sucede al interior y al exterior de las fincas o de los campos de cultivo. Es una ciencia que abarca los estudios simbólicos, sociales, económicos, políticos y tecnológicos que influyen en el devenir de las sociedades agrarias. Incluye, por supuesto, análisis ambientales de las tecnologías utilizadas, del manejo de recursos naturales, de las visiones del desarrollo rural, de las externalidades económicas (León, 2012).

Las diferentes prácticas tienen carácter preventivo y multipropósito, dando paso a diversos mecanismos que refuerzan el agroecosistema y responden a varios

principios a la vez con el objetivo de una dependencia mínima de agroquímicos, combustibles fósiles y subsidios de energía, enfatizando sistemas agrícolas complejos que subsidien su propia fertilidad y productividad (Altieri, 2010; Rosset y Martínez, 2013), motivo por el cual la agroecología se perfila como la opción más viable para la producción agropecuaria ante las actuales limitaciones energéticas, climatológicas y financieras (Altieri y Nicholls, 2010), apostando a las capacidades del pequeño agricultor y al conocimiento campesino.

En la actualidad se hace necesario el enfoque agroecológico en la agricultura, porque permite entender las relaciones presentes en el agroecosistema entre los diferentes componentes, y de esta manera analizar de una forma integral el proceso productivo, tiene como objetivo optimizar las relaciones productivas del agroecosistema buscando la armonía entre la producción y la conservación, existen diversos ejemplos de aplicación de los diagnóstico agroecológicos internacionalmente (Meléndez, 2014).

Las investigaciones realizadas han mostrado que la agroecología es flexible, y lo suficientemente dinámica como para adaptarse a varias condiciones socioeconómicas y ambientales, puede duplicar la producción de alimentos en regiones completas en diez años a la vez que mitiga el cambio climático y alivia la pobreza rural; sin embargo, la mayoría de gobiernos e instituciones aún le prestan poca atención (o apoyo financiero) y relacionan la agroecología como una alternativa y no como la principal opción agrícola del futuro, además de promover el empoderamiento socioeconómico para ayudar a los campesinos a movilizarse e intercambiar experiencias. La mejor forma y el paso más difícil hacia la construcción de puentes entre el discurso y los retos agroecológicos que plantea la vida real es conseguir científicos directamente involucrados con la agricultura, la educación, la comercialización y las políticas (Funes, 2013).

De aquí la importancia de la agroecología para proveer los fundamentos científicos y metodológicos en el desarrollo de agroecosistemas sostenibles independientes del mercado de insumos químicos y menos dependientes de combustibles fósiles, sobre la base del desarrollo de la agricultura familiar, mercados justos y la

adopción, por parte de los gobiernos, de políticas públicas de apoyo económico y tecnológico que fomenten estos procesos (Machín *et al.*, 2010; Altieri y Toledo, 2011; Suset *et al.*, 2013; Tittonell, 2013; León, 2014; Ponce, 2015), los cuales apoyarían al desarrollo de fincas familiares agroecológicas e incrementarían sus niveles de biodiversidad, resiliencia y eficiencia.

La ciencia agroecológica se inserta justamente en este campo del análisis ambiental de los agroecosistemas, asumiendo la complejidad que ello implica y generando nuevas aproximaciones teórico-prácticas, que han venido configurando lo que se ha dado en llamar el pensamiento agroecológico (Casimiro y Pacheco 2015).

En las condiciones de Cuba se nombran como agroecológicos a algunos sistemas familiares u otros porque practican en una o dos hectáreas (ha) técnicas agroecológicas, mientras que en el resto se usan inapropiadamente formas de cultivo o se aplican paquetes tecnológicos agresivos a los suelos, agua y biodiversidad circundante, con un impacto negativo que en ocasiones se multiplica y se enmascara con este concepto, lo que está sucediendo en la práctica y que contribuye a una distorsión de lo que es el diseño y manejo agroecológico y las importantes razones que se tienen para aplicarlo (Ceballo y Giraldez, 2015).

Como ciencia, la agroecología se basa en la aplicación de las ciencias agronómicas y ecológicas al estudio, diseño y manejo de agroecosistemas sustentables, culturalmente sensibles y socioeconómicamente viables, lo que conlleva a un análisis y rediseño para el manejo de la diversificación agropecuaria, promoviendo positivamente interacciones y sinergias entre todos sus componentes y la compleja dinámica de procesos socio ecológicos, restauración y conservación de la fertilidad de los suelos, el mantenimiento de la productividad, la eficiencia y auto eficiencia en el largo plazo (Nicholls *et al.*, 2016; Casimiro, 2016). Para ello se fundamenta en principios básicos agroecológicos que pueden tomar diversas formas tecnológicas o prácticas, de acuerdo al contexto histórico de una finca, y tener diferentes efectos sobre la productividad o resiliencia de ésta,

dependiendo del entorno local, ambiental y la disponibilidad de recursos (Nicholls *et al.*, 2016).

No obstante el diseño y manejo agroecológico no se logra mediante la simple implementación de una serie de prácticas (rotación de cultivos, aplicación de compost, cultivos de cobertura, lombricultura u otras), sino por su correcta aplicación, considerando los principios de la agroecología, para lograr efectos diferentes sobre la productividad, estabilidad y resiliencia de los sistemas agrícolas (Nicholls *et al.*, 2016).

Las prácticas agroecológicas tienen como objetivo producir cantidades significativas de alimentos, que eleven de la mejor manera los procesos ecológicos y los servicios ecosistémicos, integrándolos como elementos fundamentales en los agroecosistemas, no basándose simplemente en técnicas convencionales de uso de fertilizantes químicos y aplicación de plaguicidas sintéticos o soluciones biotecnológicas, tales como el empleo de semillas genéticamente modificadas. De hecho, las prácticas agroecológicas contribuyen a mejorar la sostenibilidad de los agroecosistemas al tiempo que se basan en diversos procesos ecológicos tales como el ciclo de los nutrientes, la fijación biológica de Nitrógeno, la regulación natural de plagas, la conservación de suelos y aguas, la conservación de la biodiversidad y el secuestro de carbono. Algunas de estas prácticas ya se han aplicado en diferentes regiones del mundo durante años, mientras que otras se han desarrollado recientemente y todavía tienen una tasa de aplicación limitada (Gonzalvez, 2017).

En la agroecología son fundamentales las prácticas de enriquecimiento de los suelos que finalicen en un equilibrio y estado nutricional de este recurso. En la agroecología no se suele hablar de nutrir a la planta sino de nutrir al suelo. Para ello, las técnicas asociadas varían desde la rotación de cultivos, los policultivos, las asociaciones simbióticas, las cubiertas vegetales, los fertilizantes orgánicos y la labranza mínima, que benefician a la fauna y la flora del suelo, mejoran su formación y su estructura, propiciando sistemas más estables. A su vez, se incrementa la circulación de los nutrientes y la energía y mejora la capacidad de

retención de nutrientes y agua del suelo (Ghimire *et al.*, 2017). La extracción de nutrientes de los cultivos debe compensarse con el reciclaje de la materia orgánica y los nutrientes, así como la fertilización complementaria de los suelos.

Las rotaciones de cultivos se suceden de forma intencionada y planificada en el tiempo, varios cultivos en la misma superficie, permitiendo además, un aprovechamiento equilibrado de los nutrientes del suelo, ya que al ir alternando cultivos con sistema radicular diferente, se exploran distintas capas de suelo. Las asociaciones tienen el objetivo de incrementar el número de especies vegetales por unidad de cultivo y basan principalmente sus efectos en los fenómenos de interrelación entre las plantas. Las cubiertas vegetales, cuando son de alta calidad bajo las prácticas de agricultura sostenible, son un aliado perfecto para albergar un mayor número de especies polinizadoras, como las abejas (Kennedy *et al.*, 2013).

2.4 Importancia del cultivo del maíz en fincas campesinas biodiversificadas: funciones ecológicas y contribución a las prácticas agroecológicas

El maíz (*Zea mays L.*), es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y debido a sus grandes bondades y multitud de usos, se ha convertido en el cultivo más importante entre los cereales a nivel mundial. Es una de las especies cultivadas con mayor potencial de producción y el de mayor rendimiento de grano por hectárea, con registros a nivel experimental de 24 t/ha. El éxito de la tecnología desarrollada para el mejoramiento del maíz ha estimulado una revolución agrícola, generalizada para muchos otros cultivos en el mundo.

Las especies de plantas y los diseños agrícolas poseen funciones de regulación ecológica de plagas; el maíz sugiere los siguientes caracteres funcionales: barrera física a poblaciones de plagas inmigrantes, reducción de la concentración de hospedantes preferidos, flores y exudados como fuente de alimentación de adultos de artrópodos entomófagos, facilitación del refugio y desplazamiento de artrópodos entomófagos, entre otros (Vázquez *et al.*, 2017).

Una de las plantas más utilizadas como barreras vivas es el maíz y el sorgo enano (*Sorghum Moench*), se puede incorporar el girasol (*Helianthus annuus*) porque es

una planta cuyas flores ayudan a la alimentación de los adultos de los parasitoides y predadores (Vázquez *et al.*, 2017).

En el caso de la agricultura urbana, las plantas más utilizadas como barreras vivas que favorecen la conservación de entomófagos son el maíz, seguido del sorgo y el girasol, aunque existen agricultores que utilizan otras plantas, pero a un nivel muy bajo, normalmente los agricultores emplean barreras vivas simples.

La planta de maíz se utiliza toda, en múltiples y variados usos. Es el único cereal que puede ser utilizado como alimento en distintas etapas del desarrollo de la planta. El grano seco se usa para el consumo humano o animal y para la elaboración de una gran cantidad de productos industriales. En el mundo se conocen más de 1 000 productos derivados total o parcialmente del maíz. Por otra parte el maíz forrajero es muy cultivado para alimentación de ganado; se recoge y se ensila para suministro en épocas de no pastoreo (FINAGRO, 2018).

Estudios realizados demuestran que esta práctica funciona como sitios de refugio y alimentación de un gran número de especies de enemigos naturales de las plagas, además de tener varias funciones principalmente: barrera física para poblaciones inmigrantes de plagas, confusión de los adultos inmigrantes de ciertas plagas, repelencia de plagas, refugio, alimentación y desarrollo de biorreguladores (reservorios) y mejora del microclima.

2.4.1 Daños ocasionados por insectos plagas en cultivo del maíz

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) requiere el establecimiento del nivel de daño económico (NDE) y umbral económico (UE). Se han propuesto decenas de UE para *Spodoptera frugiperda*, que oscilan entre 10 y 50% de plantas infestadas, ya sea por puestas o larvas de la plaga (Fernández, 2002). El MIP consiste en el uso inteligente de todos los recursos disponibles para reducir las densidades de insectos plagas, antes del umbral de daño económico, donde el daño causado no justifique el costo o mayor esfuerzo.

El uso de los umbrales de daño productivo calculados oportunamente, ha tenido un efecto importante sobre la calidad y conservación del ambiente, especialmente en aquellos cultivos que se han manejado casi exclusivamente con agroquímicos,

al disminuir el uso de los mismos, evitando las aplicaciones calendarizadas, reduciendo indudablemente la frecuencia de aplicación de plaguicidas. Se ha estimado que el monitoreo de plagas de acuerdo a muestreos, el establecimiento de los umbrales de daño productivo y la racionalización de las dosis pueden reducir el uso indiscriminado de plaguicidas hasta en un 50%, con la consiguiente reducción del riesgo de la presencia de residuos tóxicos en el ambiente (Fernández, 2002).

A pesar de que el maíz soporta la acción de un conjunto de especies de artrópodos, fundamentalmente insectos que son consideradas plagas de mayor o menor importancia, siempre se producen mermas en la producción o calidad de las mazorcas debido a la incidencia de especies nocivas entre las que se destacan *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) y *Helicoverpa zea* Boddie (Lepidóptera, *Noctuidae*).

Spodoptera frugiperda es una plaga que causa varios tipos de daños al cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Se han reportado daños donde la plaga actúa como cortadora, defoliadora, cogollera y, en algunos casos, llega a causar daño en espigas y como perforador o barrenador del tallo. En general, la preferencia de la plaga es de plantas de maíz en estados vegetativos tempranos, por lo que los daños se observan en plantas muy jóvenes. En zonas cálidas el ciclo es continuo durante todo el año (Murúa, 2014).

2.4.2 Biodiversidad de enemigos naturales en el cultivo del maíz

La biodiversidad de los enemigos naturales viene dada principalmente en el sistema utilizado, por lo que un sistema de policultivo tiene más posibilidades de inducir a un manejo de control biológico eficiente de las plagas que uno de monocultivo ya que estos sistemas carecen de recursos adecuados para un funcionamiento efectivo de enemigos naturales (Nicholls, 2008).

Para lograr una buena población de los enemigos naturales se deberá tener en cuenta la especie de fitófagos y enemigos naturales asociados a éstos, así como el tamaño del campo y la composición de la vegetación dentro del cultivo y la circundante y el nivel de aislamiento ya que esto afectará los índices de

inmigración y permanencia de un determinado enemigo natural en el cultivo. Cualquier estrategia que sea utilizada para la mejora de la diversidad deberá estar basada en un profundo conocimiento de los requerimientos ecológicos de los enemigos naturales (Altieri y Nicholls, 2009).

Algunas estrategias de policultivo incrementan y otras reducen la heterogeneidad espacial de los recursos alimenticios específicos; así determinadas especies de enemigos naturales pueden ser más o menos abundantes en un policultivo específico. Estos efectos y respuestas sólo pueden ser determinados experimentalmente para una amplia gama de agroecosistemas (Altieri y Nicholls, 2009).

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

A partir de la década de 1980, control de plagas de insectos se han realizado 5 000 introducciones de 200 especies en 196 países y en la actualidad hay 150 especies preparadas comercialmente para su utilización (Del Moral, 2015).

Los sistemas de cultivo diversificados generalmente contienen determinados recursos específicos para los enemigos naturales, derivados de la diversidad vegetal y generalmente no son perjudicados por los pesticidas y son más favorables a la manipulación y es posible ejercer cambios en la diversidad del hábitat que favorezcan la abundancia y la eficacia de los enemigos naturales.

Dentro de los principales biorreguladores de *Spodoptera frugiperda* se incluyen 11 familias de entomófagos con no menos de 20 especies, que incluye a varias tijeretas, del género *Doru* Lin. (Dermáptero: *Forficulidae*) y varias especies de cotorritas. Mirabal *et al.* (2017), estudiaron la población de insectos fitófagos, benéficos de la entomofauna, a la cual estuvieron asociados entre otros los biorreguladores *Oriusinsidiosus* Say, *Zeluslongipes* L., *Doru lineare* Esch,

Polistes cubensis Lepeletier, *Solenopsis* sp. y los parasitoides *Aleiodes laphygmae* Viereck y *Archytas marmoratus* Townsend.

2.5 El suelo como recurso natural, su degradación y manejo sostenible

Los problemas del deterioro del suelo de Cuba, en buena medida, tienen sus orígenes en acciones relacionadas con la expansión azucarera. En la actualidad se estima que de la tierra cultivable solo el 5,4% se puede considerar como muy productiva y el 17,8% como productiva, mientras que 30,8% se clasifica como poco productiva y el 46,8% como muy poco productiva (Funes-Monzote, 2009).

Según el Programa de Asociación de País, en apoyo al Programa de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en Cuba (CPP, 2014), el 14% del país está afectado por la desertificación, un millón de hectáreas por la salinización, 2,9 millones de hectáreas por la fuerte erosión, 2,7 millones de hectáreas por drenaje deficiente, 1,6 millones de hectáreas por altos niveles de compactación, 2,7 millones de hectáreas por altos niveles de acidez y 4,7 millones de hectáreas por bajos volúmenes de materia orgánica; en miles de estas hectáreas coinciden más de una de estas afectaciones. En la actualidad, dentro de los cinco principales problemas ambientales en Cuba, está la degradación de los suelos, con el 76,8% de las tierras productivas afectadas por procesos que conducen a la desertificación, con suelos de muy baja capacidad productiva; los factores antrópicos considerados causantes de este proceso se resumen, entre otros (CPP, 2014).

El uso de maquinaria y prácticas de cultivos inapropiadas provocan compactación y erosión al suelo, degradación de las capas superficiales, reducción de la infiltración, aumento del escurrimiento y la pérdida de éste por el impacto de las lluvias. El manejo inadecuado de fertilizantes produce acidificación de los suelos y bajos rendimientos de cultivos, el uso inadecuado del riego agota los acuíferos y aumenta la salinidad de los suelos, sumándose a ello el poco uso de prácticas agrícolas como los policultivos, la rotación de cultivos, la integración de ganadería-agricultura, entre otros.

Se estima que el 89% del fuego y los incendios en Cuba son de índole antrópica. Además de todo el impacto negativo a los suelos, por esta causa se estima que se liberan a la atmósfera anualmente en nuestro territorio nacional un total de 199 681 t de dióxido de carbono (CO_2), que contribuyen con el efecto invernadero.

El suelo es un recurso natural crucial para satisfacer las necesidades de alimentos, forraje, fibra vegetal y combustible de una población humana que crece rápidamente. La necesidad de alimentar a una creciente población mundial ejerce una presión constante sobre la producción de cultivos y el medio natural (Vega, 2015).

Vidal (2015) conceptualiza al suelo como la acumulación de partículas minerales y de materias orgánicas que suministran sustancias nutritivas a las plantas, normalmente están compuestos de pequeños fragmentos de roca y minerales de varias clases. Las cuatro clases más importantes de partículas inorgánicas son: grava, arena, limo y arcilla. Según el propio autor, el suelo se debe manejar sin destrucción, sin provocar degradación y en ello influye que en cuanto más diversa sea la población de seres vivos del suelo, mejor será su funcionamiento, mayor su fertilidad, más difícil que ese sistema se degrade y además también se debe tener en cuenta el grado de intervención humana para la modificación de los ecosistemas naturales y así dar origen a agroecosistemas que posean tierras con gran potencial para determinada actividad productiva.

La implementación de las decisiones sobre la gestión del suelo se realiza típicamente de manera local y ocurre dentro de contextos socioeconómicos muy diferentes. Sin embargo los suelos son el fundamento para la producción de alimentos y la seguridad alimentaria, suministrando a las plantas nutrientes, agua y el soporte para sus raíces. Los suelos funcionan como el mayor filtro y tanque de almacenamiento de agua en la Tierra; contienen más carbono que toda la vegetación sobre la tierra, por lo tanto regulan la emisión de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero y hospedan una tremenda diversidad de organismos de importancia clave para los procesos biológicos en los ecosistemas. Por lo anteriormente expuesto la agroecología propone tener en cuenta los

principios básicos del suelo vivo y cómo funcionan, la importancia de los organismos vivos y la materia orgánica, sin descartar el uso sostenible de los suelos y los pasos a seguir para potenciar la mejora y calidad del mismo en el predio (Casimiro, 2016).

El estado mundial del recurso suelo es establecer conexiones esenciales sólidas entre el bienestar humano y el suelo. Ya que la mayoría del recurso suelo del mundo está en una condición aceptable, pobre o muy pobre. 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. Una mayor pérdida de suelos productivos dañaría severamente la producción de alimentos y la seguridad alimentaria (FAO, 2015).

Los suelos tienen diversas propiedades químicas, físicas o biológicas. En consecuencia, difieren en cuanto a su respuesta a las prácticas de gestión, su capacidad inherente de prestar servicios ecosistémicos, así como su resiliencia a las perturbaciones y la vulnerabilidad a la degradación. Del suelo se originan más del 90% de nuestros alimentos por lo que es de vital importancia su conservación y nos quedan solo 60 años de suelo en la tierra por lo que la degradación de los suelos nos va a acabar antes del cambio climático ya que el 66% de las tierras del mundo y el 100% de las cultivadas son degradadas (FAO, 2017).

Se hace necesaria la prevención, conservación y restauración para mantener el suelo que se considera un recurso no renovable. Sin embargo, según FAO (2017) se ha presenciado un cambio de actitud, especialmente a la luz de las serias preocupaciones expresadas por los profesionales del suelo en todas las regiones acerca de las amenazas severas a este recurso natural.

2.5.1 Las Clases Agrológicas de los suelos

El sistema de Clases Agrológicas fue elaborado por el Soil Conservation Service de USA, según el sistema propuesto (*Land Capability Classification*) por Klingebiel y Montgomery en 1961 (FAO, 2000), se trata de un sistema de evaluación que va buscando la idoneidad de los suelos para usos generales (cultivos, pastos y bosques) pero no para usos concretos de las distintas especies vegetales. Este

sistema ha sido ampliamente utilizado en todo el mundo con numerosas adaptaciones, el cual utiliza criterios cualitativos y cuantitativos para valorar la idoneidad del uso agrícola, basándose principalmente en las limitantes edáficas que definen la productividad de los suelos. Distintos autores que han utilizado este método han ido ajustando los parámetros según sus experiencias y han introducido algunos criterios cuantitativos. Según Dorronsoro (2005) en esta clasificación se definen ocho clases, con limitaciones de utilización crecientes desde la I (la mejor) a la VIII (la peor), separándolas en los principios de:

- **laboreo permanente.** Clase I, suelos ideales; clase II, suelos buenos pero con algunas limitaciones y la clase III, suelos aceptables pero con severas limitaciones y manejo intensivo.
- **laboreo ocasional** (generalmente vegetación permanente). En la Clase IV.
- **no laboreo**, solo pastos o bosques (o reservas naturales) no recomendable un uso agrícola con laboreo por presentar muy severas limitaciones y/o requerir un cuidadoso manejo (Clases V, VI y VII).
- **reservas naturales** (Clase VIII).

A continuación se presenta un breve resumen de las principales características que definen las ocho Clases Agrológicas, planteadas con carácter docente por Álvarez (2015), a partir de lo expuesto por Dorronsoro (2005) y Gómez (2013), en la que al asignarle a un suelo una Clase Agrológica, el mismo no tiene que presentar todas las características descritas, sino que se designa la clase a partir de la intensidad de la principal limitante agroproductiva que posee el suelo.

Clase I: Suelos apropiados para un uso agrícola muy intensivo o con capacidad de uso muy elevada. Son apropiados para cultivos limpios de ciclo corto en rotación. Son planos o casi planos, con pendientes entre cero y tres por ciento, con muy pocas limitaciones edáficas. Son suelos mecanizables, sin procesos erosivos, profundos, bien drenados y fáciles de trabajar. Poseen buena capacidad de retención de humedad y buen contenido de nutrientes.

Clase II: En esta clase se encuentran los suelos apropiados para un uso agrícola intensivo o con capacidad de uso elevada. Son apropiados para cultivos limpios de

ciclo corto en rotación y requieren algunas prácticas de conservación. Son suelos buenos, que pueden cultivarse mediante un laboreo adecuado, de fácil aplicación. Estos suelos difieren de los de la Clase I en distintos aspectos: la principal diferencia estriba en que presentan una pendiente suave del tres y siete por ciento, tienen una tendencia moderada a la erosión hídrica y eólica, profundidad menor de 90 cm. Pueden tener drenaje moderadamente impedido pero fácil de corregir mediante obras simples. Requieren prácticas moderadas de conservación.

Clase III: En esta clase se incluyen los suelos de utilización agrícola de forma moderadamente intensiva. Los suelos de esta clase tienen importantes limitaciones en su cultivo. Con profundidad de 50 – 90 cm. Pueden utilizarse de manera regular, siempre que se les aplique una rotación de cultivos densos de ciclo largo, que cubran el suelo y no requieran de muchas labores. Se encuentran situados sobre pendientes moderadas entre el 8 y 12% y, por tanto, el riesgo de erosión es más severo en ellos. Su fertilidad es más baja. Las limitaciones que poseen restringen con frecuencia las posibilidades de elección de los cultivos o el calendario de laboreo y siembra, pueden ser algo intensivas otras limitantes edáficas que no limitan las labores agrícolas, por ejemplo poca pedregosidad, acidez o salinidad. Requieren sistemas de cultivo que proporcionen una adecuada protección para defender al suelo de la erosión.

Clase IV: En esta clase se encuentran los suelos que tienen posibilidades de utilización para un uso agrícola restringido. Son suelos apropiados para cultivos en rotación ocasionales muy densos de ciclo largo, ya que el laboreo resulta limitado, siendo útiles para cultivos permanentes, frutales, pastos, ganadería extensiva muy controlada, bajo sistemas silvopastoriles. Presentan limitaciones muy severas que restringen la elección del tipo de cultivo o requieren un manejo muy cuidadoso y costoso.

Son suelos con pendientes entre 12 y 20% por lo que los cultivos que pueden desarrollarse allí son muy limitados, existiendo susceptibilidad moderada a la erosión, con poca profundidad efectiva (entre 50 – 25 cm), baja retención de humedad, muy baja fertilidad natural, drenaje impedido, texturas pesadas con

problemas de sobresaturación aun después del drenaje, con salinidad, alcalinidad o acidez severa a moderados y moderadamente pedregosos a pedregoso.

Clase V: En esta clase se encuentran los suelos que son adecuados para soportar vegetación permanente, no son apropiados para cultivo y las limitaciones que poseen restringen su uso a pastos, masas forestales y mantenimiento de la fauna silvestre. No permiten el cultivo por su carácter encharcado, susceptible de inundaciones, pedregoso, drenaje impedido, alta salinidad o por otras causas. La pendiente es llana a depresional, no son susceptibles de erosión. El pastoreo debe ser regulado para evitar la destrucción de la cubierta vegetal.

Clase VI: Los suelos de esta clase son inadecuados para el cultivo y deben emplearse para soportar una vegetación permanente, debiendo permanecer bajo bosque bien sea natural o plantado. El pastoreo es posible, pero limitado, su manejo inadecuado en esta clase entraña riesgos de erosión. No deben estar descubiertos por incendios o causas antropogénicas.

Presentan procesos erosivos severos, las pendientes suelen ser del 20 – 40% y con muy poca profundidad efectiva (menor de 25 cm), pedregoso y rocosos.

Clase VII: Estos suelos se hallan sujetos a limitaciones permanentes y severas cuando se emplean para pastos o silvicultura. Su principal uso es la protección de suelos, aguas, flora y fauna. Solo son aptos para mantener coberturas arbóreas permanentes, con limitada acción antrópica y protegida de los incendios forestales, en fin, son áreas de protección que deben permanecer cubiertas por vegetación densa de bosque.

Son suelos con fuertes pendientes con pendientes mayores del 40%, accidentados y restricciones muy fuertes por pedregosidad, rocosidad, baja fertilidad, muy superficiales y erosión severa.

Clase VIII: Son tierras no aptas para ningún uso agropecuario. Deben emplearse para uso de la fauna silvestre, para esparcimiento o para usos hidrológicos. Tienen restricciones fuertes de clima, elevada pedregosidad, pendiente, salinidad o acidez extrema, drenaje totalmente impedido y escarpados. A esta clase

pertenecen los páramos, nevados, desiertos, playas, pantanos, que solo pueden ser utilizados con fines paisajísticos, recreacionales y de conservación.

2.6 Eficiencia energética y productiva de fincas familiares-campesinas

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

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 (Suarez *et al.*, 2011) 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.

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 (Vizcón, 2014).

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 agro energéticas sostenibles (Blanco *et al.*, 2014).

En los ecosistemas naturales las transformaciones de la energía tienen lugar con la mínima pérdida de su calidad, de ahí la importancia de que los agroecosistemas sean agroecológicos.

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 (Vizcón, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización de las fincas familiares-campesinas en estudio

Localización de las fincas

El estudio se realizó en el municipio de Cárdenas, donde fueron seleccionadas dos fincas para su diagnóstico y análisis: “El Retiro” y “Placido González”. El trabajo se realizó en un periodo comprendido entre abril 2016 y junio 2017.

Características Generales

finca “El Retiro”

Se localiza en la Comunidad del Cerro, con límites al Norte con la usufructuaria Elsa Villarejo y al Este con José A. Rodríguez perteneciente a la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) Roberto Fernández; al Sur y al Oeste con las tierras de esta propia cooperativa (Figura 1). Siendo la propietaria Rita María García Moris.



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth 2015

Figura 1. Foto Satelital finca “El Retiro”

Finca “Placido González”

Se localiza en la comunidad de Cantel, con límites al Norte con la carretera Salé a Cantel, al Sur con la finca de Teresa González Granadillo, al Este con el callejón Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Humberto Álvarez, y al Oeste con la UBPC Humberto Álvarez (Figura 2) siendo el propietario MSc. Omar González Santamaría.



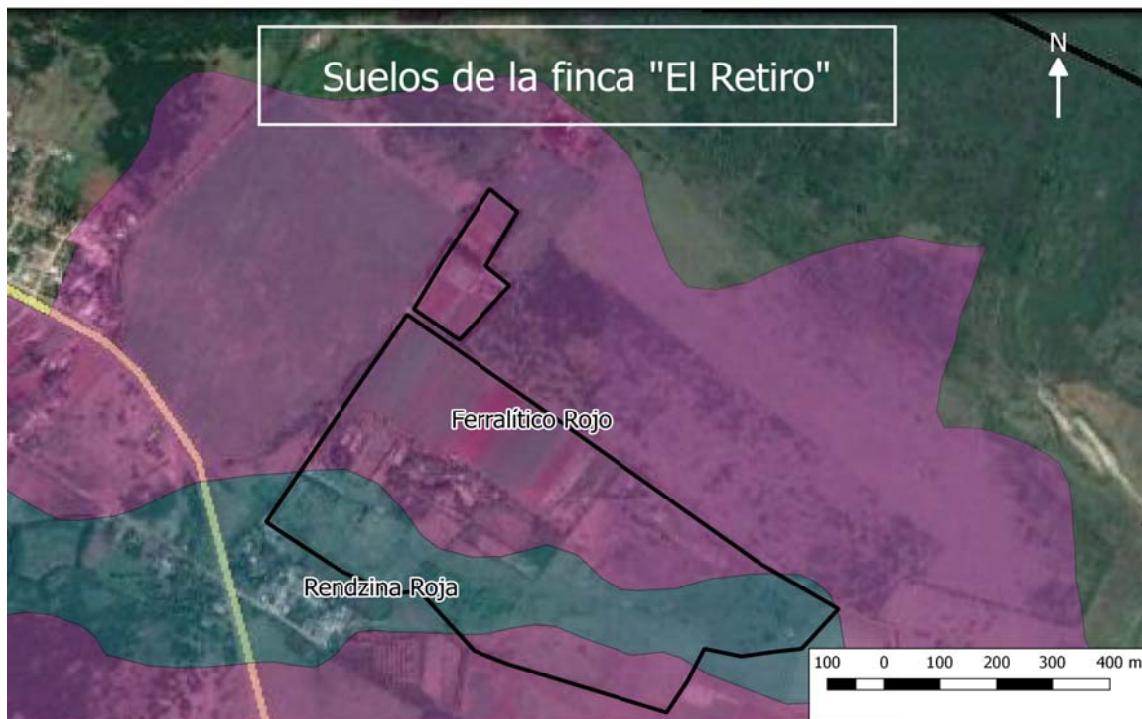
Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth 2015

Figura 2. Foto Satelital finca “Placido González”

Para la colecta de la información se emplearon diferentes elementos de los enfoques participativos de investigación: diagnóstico rural rápido y diagnóstico rural participativo, según McCracken *et al.* (1988) citado por Funes et al. (2012).

Distribución de los suelos

La clasificación del suelo de ambas fincas se realizó a partir 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, obtenida de GeoCuba, la cual se expone a continuación:



Fuente: Elaboración propia en base a *Google Earth* 2015 y GeoCuba.

Figura 3. Distribución de suelos, según mapa 1:25 000 en la finca “El Retiro”.

En la finca “El Retiro” (Figura 3) se observa en la zona Noroeste el predominio del suelo Ferralítico Rojo, mientras que fundamentalmente al sur se presenta el suelo Rendzina Roja, este último se pudo comprobar en el campo que es mucha mayor su extensión en la finca, pero no fue objeto del presente estudio corregir las líneas de suelos y su clasificación. La finca “Placido González” se encuentra ubicada, según el mapa (Figura 4), sobre un suelo Pardo con Carbonatos en toda su extensión y se pudo observar la posible existencia en ella de los subtipos típicos, plastogénico y gleyzoso.



Fuente: Elaboración propia en base a *Google Earth* 2015 y GeoCuba.

Figura 4. Distribución de suelos, según mapa 1:25 000 en la finca “Plácido González”

Determinación de la Calidad del Suelo

En la actualidad son muchas las guías que se pueden utilizar para evaluar la calidad y salud del suelo, no solo a partir de las características morfológicas del suelo, como la que se pretende aplicar, sino que van más allá y caracterizan resultados analíticos químicos, físicos y biológicos del suelo y el rendimiento de los cultivos, por ejemplo el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos posee un Instituto de Calidad del Suelo, el cual en 1999 publicó una guía muy completa para la evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. La guía metodológica que se aplica en el estudio resulta útil para evaluar la calidad del suelo, la misma fue adaptada por Álvarez *et al.* (2016) con fines docentes, a partir de la utilizada por el Instituto Nacional de Capacitación y Educación Socialista (INCES), Cojedes, Venezuela, según Alvarado (2015).

La metodología evalúa 14 indicadores morfológicos de los primeros 30 cm del suelo, el muestreo consiste en localizar cinco puntos de muestreo en zonas representativas del campo de cultivo, evaluándose en el perfil del suelo de cada punto, para cada uno de los indicadores, de esta forma, según la caracterización de la guía: el valor uno (1) representa la condición más desfavorable, el valor cinco (5) como la medianamente aceptable y el valor diez (10) como el más favorable u óptimo, las cuales se integran en una tabla donde se obtienen la media de los valores particulares de cada indicador y la media general que caracteriza cuantitativamente el nivel de calidad del suelo.

Caracterización climática

Para la caracterización climática se tomó como referencia el comportamiento de las diferentes variables climáticas durante el periodo de abril del 2016 hasta abril 2017, en la zona donde se encuentran ubicadas ambas fincas.

La zona en estudio se caracteriza por una temperatura media de 26,7°C, registrándose los valores más elevados en los meses de julio y agosto (29,0°C), mientras los más bajos promedios mensuales se registran en enero (23,7°C) y febrero (22,1°C).

En nuestro país la distribución temporal de la precipitación divide el año en dos períodos fundamentales, uno de precipitación entre mayo y octubre donde precipita más del 70% de la lluvia que cae en el año y otro poco lluvioso entre noviembre y abril donde la lluvia está asociada fundamentalmente al paso de los frentes fríos y a organismos subtropicales de bajas presiones. El mes más lluvioso fue octubre con acumulado promedio de 272,6 mm, seguido de agosto con una lámina de lluvia promedio de 143,6 mm, mientras en marzo la precipitación media para el mes sólo alcanza los 14,4 mm.

La humedad relativa muestra valores elevados dada la cercanía a la costa de la zona donde se encuentra ubicada la finca. El promedio es de 75,2%; con valores medios mensuales superiores al 70% durante todo el periodo en que se desarrolló la investigación.

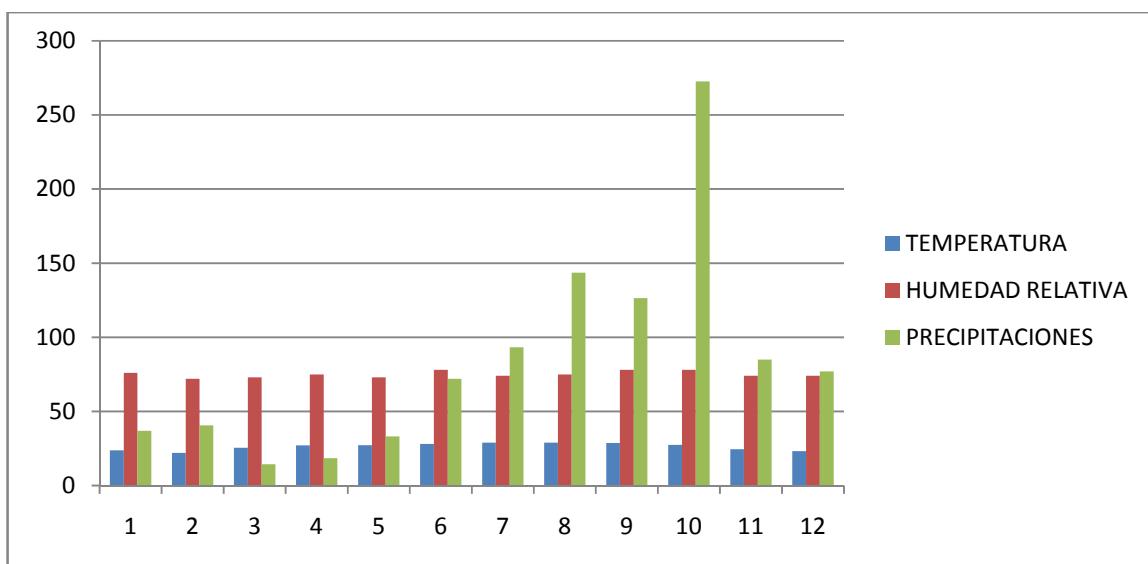


Figura 5. Comportamiento de las variables meteorológicas.

3.2 Determinación de los índices de biodiversidad que caracterizaron ambas fincas

3.2.1 Identificación de especies y conteo de individuos

Para la caracterización e identificación de la vegetación nos auxiliamos de las claves taxonómicas de Roig (1969 y 2012); Acevedo y Strong (2012).

Para la identificación de la avifauna se empleó las claves propuestas por Clutton-Brock (1999) y Bernis (2001).

3.2.2 Determinación de los índices de biodiversidad

Teniendo en cuenta lo planteado por Moreno (2001) que 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, se ha determinado un grupo de índices que miden este parámetro, utilizando para ello el software: Divers (Franja, 1993), el cual permite calcular los siguientes índices ecológicos: Riqueza específica, Equitatividad, Diversidad de Margalef, Diversidad de Shannon-Winner y Diversidad de Simpson.

Además se calculó el Índice de Similitud de las Comunidades de Chezanovski e Índice de Sorenson, según Magurran (1998), a través de la siguiente fórmula:

$Ch = 2(C)/A + B$; donde Ch: Similitud de las comunidades; C: especies comunes para las localidades A y B; A: total de especies de la localidad A; B: total de especies para la localidad B.

3.2.3 Diversidad de la entomofauna fitófaga y benéfica asociada al maíz

- Identificación de la entomofauna asociada al cultivo del maíz**

Los insectos se identificaron mediante las claves taxonómicas de Barro y Núñez (2012) y Grillo (2012).

Se monitorearon las especies de insectos plagas claves en las fincas familiares “El Retiro” y “Placido González” y los daños en el maíz teniendo en cuenta que la finca “El Retiro” es de referencia nacional y que tradicionalmente se siembran cinco hectáreas dedicadas al maíz con el propósito de socializar las experiencias del cultivo dado los elevados aportes energéticos-proteicos del grano, su amplio uso en la elaboración de alimento animal y su rol funcional en las fincas biodiversificadas según Fernández y Expósito (2000) y la determinación de los enemigos naturales asociados en correspondencia con los criterios de Vázquez et al. (2017).

La evaluación de los daños ocasionados por *Spodoptera frugiperda* se realizó según Fernández (2002), bajo un diseño totalmente aleatorizado, a cada planta se revisó el verticilo y la última hoja con el collar (dewlap) del pecíolo visible. Los muestreos se realizaron mediante la observación del 10% de las plantas por hectárea. Las observaciones se realizaron en forma de diagonal a lo largo del ciclo del cultivo.

Se anotaron las características del daño foliar mediante la siguiente escala visual de cinco (5) grados en dependencia de las características del daño.

Grado 1: Ningún daño visible, o solamente de uno a tres (1-3) daños en forma de ventana.

Grado 2: Más de tres (3) daños en forma de ventana, y/o uno a tres (1-3) daños menores de 10 mm.

Grado 3: Más de tres (3) daños menores de 10 mm, y/o uno a tres (1-3) daños

mayores de 10 mm.

Grado 4: De tres a seis (3-6 daños) mayores de 10 mm, y/o verticilo destruido más del 50%.

Grado 5: Más de seis (6) daños mayores de 10 mm, y/o verticilo totalmente destruido.

3.3 Caracterización de las Clases Agrológicas e indicadores de la calidad del Suelo

En cada finca, mediante el empleo de una imagen satelital obtenida de *Google Earth* de ambas fincas y el uso del *Global Position System* (GPS), se localizaron y realizaron con el uso de la barrena, los muestreos de la profundidad efectiva y presencia de carbonatos en el perfil del suelo, también se caracterizaron en dichos puntos otras posibles limitantes edáficas de la productividad del suelo como son: el relieve, la susceptibilidad a la erosión, la presencia de piedras y rocas, el drenaje deficiente y riesgo de inundaciones, con posterioridad se procedió a establecer las clases agrologicas, según Álvarez (2015) y las líneas de separación de las mismas, expresándolas en un mapa con el auxilio del sistema de información geográfica QGIS versión 2,18 denominado *Quantum GIS* (QGIS) y que constituye un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código abierto).

3.4 Determinación de la eficiencia energética y productiva

Para la colecta de la información se emplearon diferentes elementos de los enfoques participativos de investigación: diagnóstico rural rápido y diagnóstico rural participativo, (McCracken *et al.*, 1988 y Bellon, 2001 citados ambos por Funes *et al.*, 2012). También se utilizaron las siguientes herramientas: recorridos de campo, discusiones informales, talleres participativos, conversaciones y entrevistas semiestructuradas con dueños y miembros de las familias, revisiones de archivos de contabilidad y mediciones directas en el campo.

La información fue recogida empleando el “Modelo de Captura de Información para el Análisis de Sistemas del proyecto BIOMAS-CUBA” (Anexo 1) y se determinaron los indicadores utilizando el sistema computarizado Energía 3.01 (Funes-Monzote *et al.*, 2009), teniendo en cuenta la producción vegetal y animal

obtenida y los insumos externos utilizados durante los años 2016 y 2017. Este sistema permite realizar el cálculo de 15 parámetros relacionados con la eficiencia energética del sistema productivo (Ver anexo 2); de ellos en el presente estudio se analizan siete.

Los indicadores evaluados, (ver Anexo 3) según la metodología propuesta por Funes-Monzote (2009), utilizando el software Energía 3.01, éstas fueron: Producción total, Energía insumida, Energía producida, Cantidad de personas que alimenta el sistema en energía, Cantidad de personas que alimenta el sistema en proteína, Balance energético, Costo energético de la producción de proteína, Índice de Renovabilidad.

Se calculó el Índice de Renovabilidad Energética (Vizcón *et al.*, 2016) a través de la siguiente fórmula:

$$IR = (Efero + Emaq + Eth + Eta) / (Egas + Edies + Eherb + Eferq + Eelec + Efero + Emaq + Eth + Eta).$$

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de las fincas familiares en estudio

Como se aprecia en la Tabla1, las fincas estudiadas se caracterizan en cuanto al área disponible y por la integración entre los componentes agrícolas y ganaderos, lo cual coincide con Funes-Monzote (2014), al señalar que esto permite un mejor uso de los recursos disponibles y el reciclaje de nutrientes, lo que a su vez mejora la eficiencia económica y energética; ello avala el criterio de que el desarrollo de sistemas integrados agricultura-ganadería permite balancear energéticamente los beneficios provenientes de la producción animal y vegetal al lograr mayor eficiencia y producción y que responden a las necesidades nutricionales, existenciales y funcionales del hombre.

El aprovechamiento del área total constituye un indicador para medir la sostenibilidad en fincas, pues indica una mejor explotación de ésta y se garantiza una mayor producción; en los casos objeto de estudio no se cumple con este indicador y debe ser un elemento a tomar en cuenta por los campesinos para lograr mejores resultados en la sostenibilidad de las fincas.

Tabla 1. Distribución y uso del área total de las fincas “El Retiro” y “Placido González”

Uso de la tierra	“El Retiro”	“Placido González”
Área total (ha)	33,00	14,15
Área cultivada (ha)	22,50	5,04
Cultivos varios (ha)	15,50	3,04
Frutales (ha)	7,00	2,00
Forestales (ha)	3,00	-
Área no cultivada (ha)	2,00	0,75
Pastoreo (ha)	3,00	6,21.
Improductiva (ha)	2,50	2,15
Proporción del área agricultura: ganadería (%)	69:10	47:27

4.2 Caracterización de la flora y la fauna del agroecosistema

4.2.1 Valoración de los índices de la biodiversidad

Las dos fincas objeto de estudio presentan características diferentes en términos de suelo y producciones, presentan valores característicos específicos y no son comparables en cuanto a sus dimensiones, capacidades de producción y características de manejo. Los resultados de la identificación de especies y sus individuos se muestran en el Anexo (3 y 4).

La implementación del software Drivers permitió caracterizar por vez primera la biodiversidad en los ecosistemas “El Retiro” y “Placido González”. En la Tabla 2 se presentan los resultados alcanzados.

Tabla 2. Índices de biodiversidad de las fincas familiares

Índices	Fincas familiares campesinas	
	“El Retiro”	“Placido González”
Riqueza específica(S)	104,00	55,00
No de individuos	1 053 971,00	288 304,00
Equitatividad (E)	0,19	0,22
Diversidad de Margalef ($D_{(MG)}$)	7,43	4,30
Diversidad de Shannon (H)	0,86	0,87
Diversidad de Simpson (Dsp)	0,61	0,55
Similitud de Comunidades	0,18	

La finca Familiar “El Retiro” arrojó una riqueza de 104 especies vegetales y animales, a diferencia de la finca “Placido González” que solo mostró 55 especies (Anexos 3 y 4), lo cual está motivado por la mayor extensión en área de la primera lo cual le permite tener una mayor biodiversidad agrícola y acompañante, resultados similares han sido reportados por Funes-Monzote (2009); Vázquez (2013); Altieri y Nicholls (2018).

Según Benavides (2011), la riqueza específica es el indicador que mide los índices bioecológicos, sin embargo permite realizar un censo de la comunidad, basándose

únicamente en el número de especies aunque sin tomar en cuenta el valor de importancia de cada una de ellas.

De igual forma el comportamiento del número de individuos resultó heterogéneo, destacándose con mayor representatividad la finca “El Retiro” con 1 053 971,00 individuos; mientras que en la finca “Placido González” se identificaron 288 304,00 individuos, no resultó tener una mejor distribución de sus individuos en el agroecosistema. Resultados similares a los obtenidos en la finca de estudio los obtuvo (Rodríguez *et al.*, 2017).

La equitatividad muestra valores de 0,19 y 0,22 para las fincas “El Retiro” y “Placido González” respectivamente, lo que indica una adecuada distribución de individuos por especies y las diferencias entre los individuos por especies no son tan marcadas, resultados similares fueron reportados por 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 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.

El Índice de Diversidad de Margaleft muestra la biodiversidad existente en el agroecosistema. 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. Los valores obtenidos para ambas fincas están por encima de tres lo cual es un indicador favorable que habla de la biodiversidad productiva y acompañante presente en las fincas, tan necesarias cuando se quiere avanzar por el camino de la sostenibilidad agroecológica para la transición hacia una agricultura sostenible.

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener se usa para medir la biodiversidad específica, se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía 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 en diversidad de especies; los valores

alcanzados para ambas fincas están por debajo de uno por lo que se concluye que son insuficientes las prácticas agroecológicas que desarrollan para lograr incrementos de la biodiversidad específica tan necesaria para el desarrollo de una agricultura más amigable con el medio ambiente (Rodríguez *et al.*, 2017).

El Índice de Diversidad de Simpson (Dsp) alcanza valores de 0,61 y 0,55 para las fincas “El Retiro” y “Placido González” respectivamente (Tabla 2), indica esto que ambos agroecosistemas son diversos, y que existen algunas especies en mayoría pero sin ejercer un efecto dominante en la comunidad, resultados similares fueron reportados por Orihuela *et al.* (2007) y Guirola (2009).

La conservación de la biodiversidad 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 diversidad complejiza el ecosistema proveyendo una mayor estabilidad y, en consecuencia, mayor sustentabilidad (Dussi *et al.*, 2015; Flores *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).

El Índice de similitud fue del 18%, con solo 34 especies comunes. La localidad de la finca “El Retiro” constituyó refugio de una gran diversidad de especies, de ellas 92 especies de la flora y 20 representantes de la fauna. Ello pudo estar motivado por la mayor superficie, así como la amplia gama de cultivos con arreglos espaciales temporales, facilitando la ocurrencia de más especies y el incremento de la complejidad de la estructura trófica, lo que confiere mayor biodiversidad al agroecosistema, acorde a lo expresado por Magurran (1998).

El Anexo 1 refleja las diferentes especies de frutales, ornamentales, forestales, cultivos, hortalizas y vegetales que están presentes en la finca “El Retiro” y “Placido González”.

El Anexo 2 evidencia la diversidad de las diferentes especies de la fauna presentes en la finca “El Retiro” y “Placido González”.

4.2.2 Entomofauna asociada al cultivo del maíz

Los muestreos de campo evidenciaron que la entomofauna asociada al cultivo del maíz estuvo representada por cuatro insectos plagas con mayor ataque de la *Spodoptera frugiperda* del maíz (Tabla 3). Aunque estuvo presente en ambas fincas mostro mayor cantidad de individuos en la finca “El Retiro” A diferencia de los enemigos naturales que solo se observan tres especies con bajas densidades poblacionales nuestro resultado coincidió con Mirabal (2017).

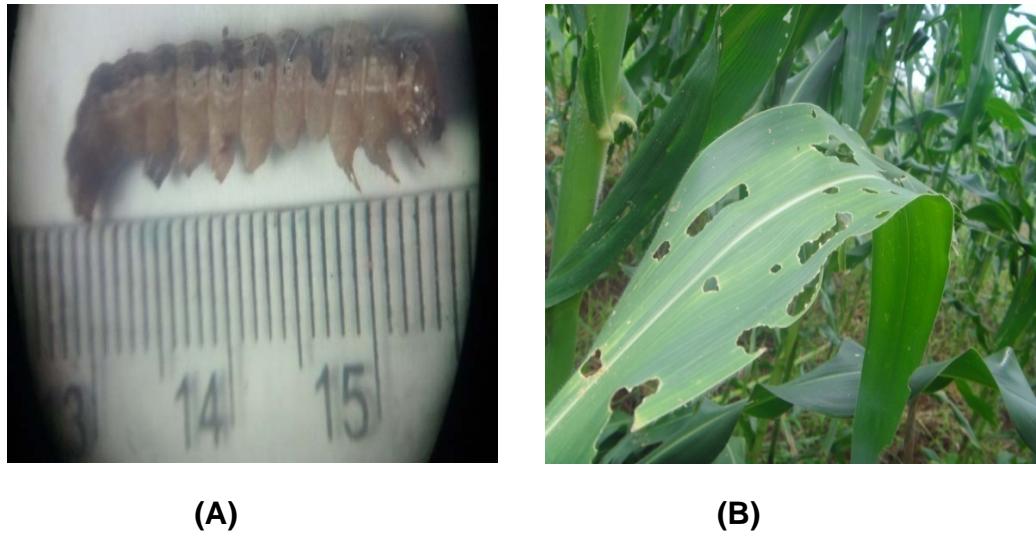
Mirabal *et al.*, 2017 señalo que la *Spodoptera frugiperda* es la plaga que mas ataca al cultivo del maíz en Cuba y más daño le ocasiona a la misma siendo en nuestro estudio más abundante en la finca “El Retiro” debido a la poca diversidad florística que presenta la misma y la utilización de plaguicidas evitando así la diversificación de los insectos en el agroecosistema.

Tabla 3. Especies de fitófagos y enemigos naturales asociados al cultivo del maíz

Nombre común	Especies	Role funcional	No individuos/ plantas	
			“El Retiro”	“Placido González”
Palomilla	<i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith)	Fitófaga (desfoliadora)	14	5
Mantequillas	<i>Spodoptera sp.</i>	Fitófaga (desfoliadora)	3	2
Gusano de la mazorca	<i>Helicoverpa zea</i> Boddie	Fitófaga (daños en mazorca)	6	3
Cerambycido	<i>Elaphidium sp</i>	Barrenador del tallo	1	0
Cotorritas	<i>Coleomegilla cubensis</i> Csy	Depredador generalista	7	2
	<i>Cyclonedda sanguinea lymbifer</i>		4	1
Chinche asesina	<i>Zelus longipes L</i>	Depredador de lepidópteros	1	0

Es de destacar que en ambos agroecosistemas esta especie mostró elevadas poblaciones, que oscilaron entre 5-14 individuos/planta, respectivamente. Se hallaron larvas de *Spodoptera frugiperda* con envergadura superior a los tres cm

(Figura 6 a), lo que denota la presencia de instares larvales de gran herbivoria causales de los daños. Estas infestaciones provocaron daños severos en el cultivo con el predominio de defoliaciones con grado cuatro de la escala de daños. Se observaron más de seis orificios/hoja con más de 10 mm y el verticilo destruido, lo cual provocó afectaciones en el rendimiento de la planta (Figura 6 b).



(A)

(B)

Fuente: Elaboración propia

Figura 6 (a) y (b). Defoliaciones severas ocasionadas por *Spodoptera frugiperda* en la finca “El Retiro”

El inventario de la entomofauna fitófaga coincide con Fernández (2002), Ayala et al. (2013) y Mirabal (2017), este autor halló larvas de hasta tres cm con un fuerte aparato bucal provocando un severo daño foliar a la plantación, lo cual coincide con lo anteriormente descrito con los resultados obtenidos en las fincas objeto de estudio.

En Argentina fueron colectadas 226 larvas durante el estadio fenológico vegetativo con una media de 0,28 larvas/plantas a 1,16 larvas/plantas. La abundancia de las larvas fue alta en los primeros estadios del desarrollo cuando las plantas de maíz tienen de dos a tres hojas.

De igual forma las larvas pequeñas fueron predominantes en las etapas tempranas del cultivo (hasta V4-5) y las larvas medianas y grandes prevalecieron al final de la etapa vegetativa.

Este resultado deviene valor práctico toda vez que el Manejo Integrado de Plagas en una finca requiere el establecimiento del nivel de daño económico (NDE) y umbral económico (UE). Se han propuesto decenas de UE (Umbral Económico) para *Spodoptera frugiperda*, que oscilan entre 10 y 50% de plantas infestadas, ya sea por puestas o larvas de la plaga (Fernández, 2002).

El maíz (*Zea mays L.*) es un cultivo fundamental para el sustento de las fincas campesinas, su importancia también radica en que se destina a la crianza y la producción animal como base forrajera y de concentrados comerciales y artesanales (Jovel-López, 2012). Para el campesino cubano resulta de gran valor, pues este ha tenido que recurrir a diferentes alternativas para garantizar la dieta de los animales en el período poco lluvioso (ONE, 2013). Además aporta 0,37 kcal, Sin embargo la diversidad de insectos varía en los sistemas agrícolas y el productor necesita enfrentar los insectos dañinos que afectan la sostenibilidad del cultivo.

Las afectaciones constadas en el cultivo (Figura 6) pueden estar motivadas por la baja relación presa-depredador, en particular por la escasa presencia de *Zeluslongipes L* (Hemiptera: Reduviidae) que solo alcanzó una relación presa-depredador de 14: 1.

Sobre este aspecto, Mirabal *et al.* (2017) destacaron que dentro de los principales biorreguladores de *Spodoptera frugiperda* se incluyen 11 familias de entomófagos con no menos de 20 especies. Se hallaron varias tijeretas, del género *DoruLin*. (Dermaptera: Forficulidae) y varias especies de cotorritas.

La población de *Spodoptera. frugiperda* fue superior en “El Retiro” debido a malas prácticas agroecológicas desarrolladas, ya que no implementan estrategias de rotación de cultivos, carecen de barreras vivas, se emplean insecticidas sintéticos sin considerar los umbrales de daño.

4.3 Evaluación de indicadores de la calidad del suelo

Las figuras No. 7 y 8 muestran los gráficos obtenidos del estudio de la calidad del suelo en el campo de mayor capacidad productiva en ambas fincas, cuyas tablas integradoras de los muestreos realizados aparecen en anexo (5 y 6), en las

mismas se puede apreciar que el campo de cultivo evaluado de suelo Ferralítico Rojo en la finca “El Retiro” muestra un buen nivel de calidad, con una media de ocho unidades sobre diez, con todos sus indicadores con niveles por encima del nivel medio de la metodología.



Figura 7. Indicadores de la calidad del suelo finca “El Retiro”

La calidad del suelo Pardo con Carbonatos, en el campo de cultivo más favorecido de la finca “Placido González”, (Figura 8) mostró un comportamiento poco favorable en algunos de los indicadores evaluados, sobre todo en aquellos que se relacionan con su textura altamente arcillosa y plástica, así como la consistencia del mismo con relación al estado hídrico del suelo, aspectos que nos indican la presencia de un temporo corto con dificultad para el laboreo, en relación a la distribución de las precipitaciones en la zona. Los restantes indicadores se encuentran en condiciones favorables desde niveles medios hasta los más altos para el área estudiada, alcanzándose un valor medio general de cinco unidades sobre diez.

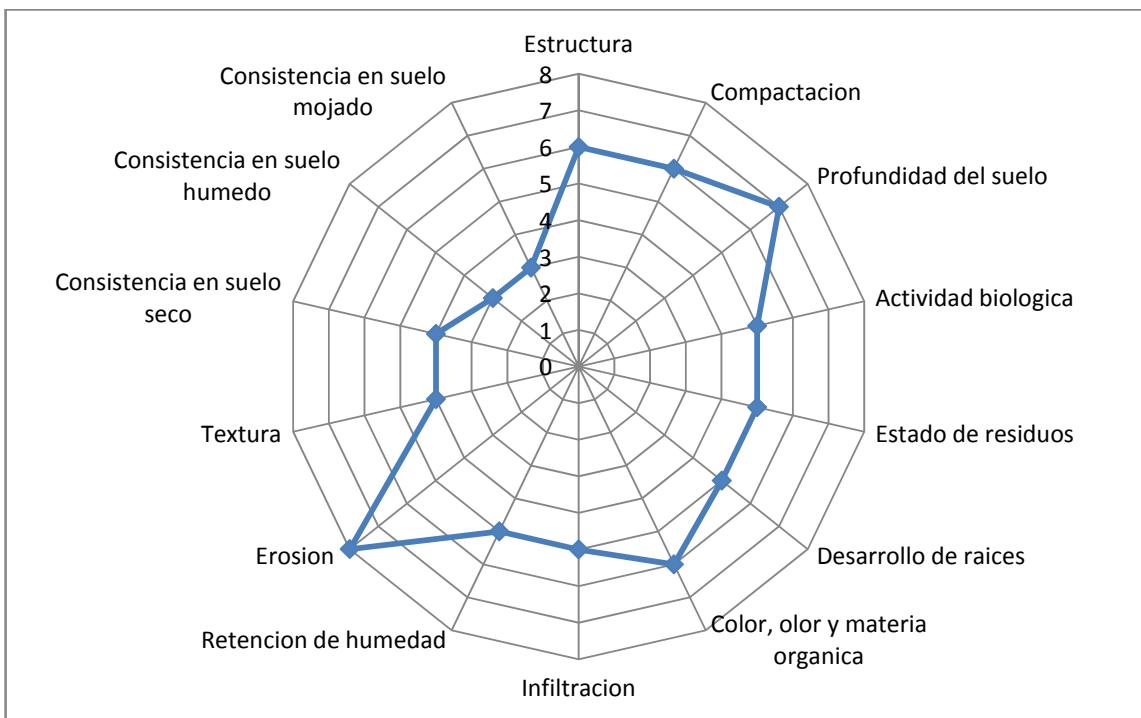


Figura 8. Indicadores de la calidad del suelo finca “Placido González”

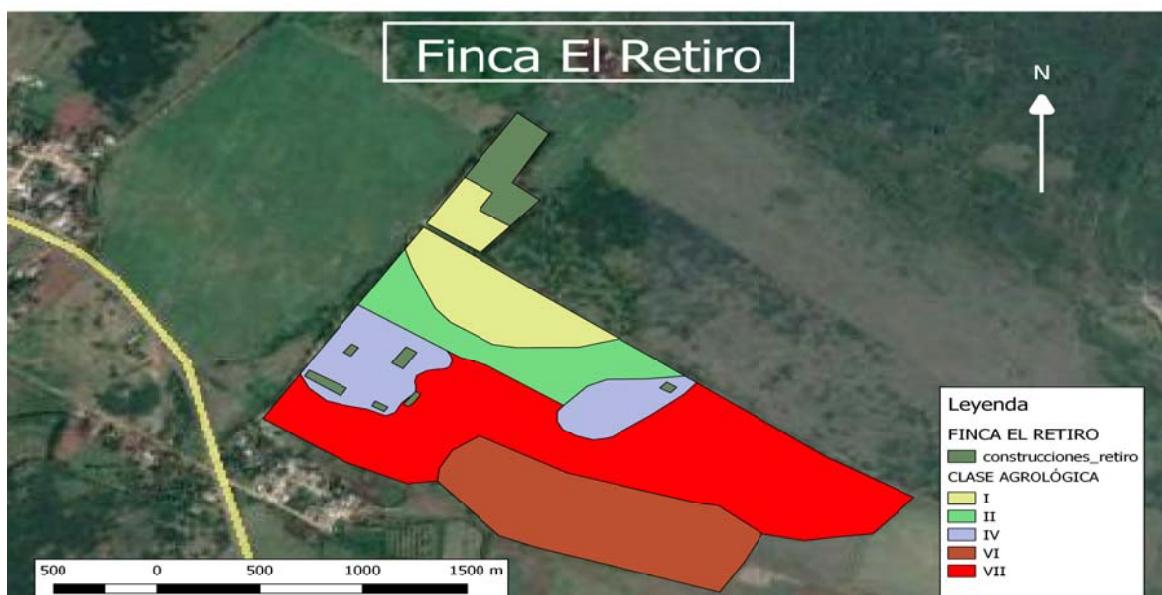
4.4 Mapa de las Clases Agrológicas, uso y manejo del suelo

Finca “El Retiro”

En el levantamiento agrológico de la finca “El Retiro” se destaca la presencia de 8,2 ha (24,8% del área) de suelos con categoría I y II (Tabla 4), aptas para el uso en cultivos de ciclo corto en rotación, ocupando una zona bastante compacta que permite una adecuada configuración de los campos de cultivo. A su vez existe un área de 22,3 ha (67,6% área), bastante extensa y compacta de suelos con clase VI y VII, bastante limitada edáficamente y apropiada para vegetación permanente de pastos, frutales y repoblación forestal, según se describe de forma ampliada a continuación, con las propuestas el uso y manejo sostenible:

Tabla 4. Áreas ocupadas por las Clases Agrológicas en la finca “El Retiro”

Clase Agrológica	Área (ha)
I	4,53
II	3,70
IV	4,59
VI	6,23
VII	12,51
Construcciones	1,44
Total	33,00



Fuente: © Baños, R. M.; Álvarez, J. L. y Prieto, C. 2018

Figura 9. Levantamiento agrológico de la finca “El Retiro”

Suelo Clase Agrológica I

Ubicado en la zona norte, ocupa un área de 4,5 ha (Tabla 4), es un suelo Ferralítico Rojo, llano, profundo y sin piedras, utilizado actualmente en cultivos de ciclo corto en rotación.

Uso y manejo recomendado: Estos campos deben seguirse utilizando en la producción de cultivos de ciclo corto en rotación, evitando el sobre laboreo, es decir, realizar la menor intensidad de laboreo posible y mínima inversión del prisma, para disminuir el nivel de mineralización actual de la materia orgánica y dejar residuos vegetales muertos en la superficie del suelo que lo protejan de la erosión durante las lluvias y las pérdidas de agua por evaporación durante el período seco (Gutiérrez *et al.*, 2016). Las rotaciones que se proyecten deben ser más cerradas, actualmente existen largos períodos con el suelo descubierto entre la cosecha y siembra de los cultivos, favoreciendo el fenómeno erosivo y disminuyendo la intensidad del uso del suelo. En este sentido al diseñar la rotación de cultivos, se debe valorar la incorporación dentro de la rotación del uso de plantas de coberturas o abonos verdes (Ordaz *et al.*, 2014), lo cual mejora la fertilidad del suelo, ayuda a conservar sus propiedades físicas y biológicas y evita la erosión hídrica y la formación de la costra superficial.

De tener existencias, los volúmenes de abonos orgánicos disponibles en la finca y los fertilizantes químicos, deben dirigirse prioritariamente a estos campos en la fertilización órgano-mineral de los cultivos, la cual debe realizarse a partir del conocimiento de las dosis recomendadas del cultivo y los niveles de macro elementos primarios que posee el suelo, a fin de lograr su efectividad y no contaminar el medio ambiente. La utilización de productos biofertilizantes, como son los hongos formadores de micorrizas u otros productos bioestimuladores comerciales, que son de bajo costo, pueden potenciar el manejo de la nutrición de los cultivos, conjuntamente con la fertilización órgano-mineral y favorecer la calidad de la cosecha y los rendimientos (Alfonso y Monedero, 2004).

Suelo Clase Agrológica II

Ocupa una franja al sur y colindante del área de la Clase I, posee un área de 3,7 ha (Tabla 4), es un suelo Ferralítico Rojo, llano, profundo y con piedras en superficie de tamaño pequeño, utilizado actualmente en campos de cultivos de ciclo corto en rotación, junto a la clase I.

Uso y manejo recomendado:

Debe recomendarse lo explicado para el uso y manejo del área de la clase I, ya que se combinan ambas zonas en los mismos campos de cultivos y esta área resulta más susceptible a la degradación del suelo y afectación a los rendimientos que la anterior, es decir, dado al alto volumen de piedras pequeñas en su superficie se presentan más limitaciones con la germinación de las semillas, la retención de agua, fertilidad del suelo y desarrollo de las raíces de las plantas cultivadas, por lo que se recomienda realizar una rehabilitación relativa a la extracción de piedras, que por ser pequeñas y estar sueltas en la superficie del campo, las labores manuales de extracción con rastillos y palas son factibles y de bajo costo, al ser realizadas por personal que no necesita estar capacitado, mejorando así la capacidad productiva de estos campos, la misma debe realizarse escalonada (por campos) y sistemática (en diferentes momentos con el campo limpio) en los campos actuales de cultivo que poseen áreas con clase II.

Suelo Clase Agrológica IV

Ubicada en dos pequeñas zonas, ocupa un área total de 2,9 ha (Tabla 4), con relieve casi llano, con profundidad entre 50 – 25 cm, la zona más al Este posee abundantes piedras pequeñas, en menor proporción medianas y de forma aislada algunas piedras grandes, la otra zona corresponde a un área socio-productiva, posee menos cantidad de piedras fundamentalmente pequeñas, utilizada actualmente con algunos frutales y arbustos y en cultivo de caña de azúcar con pobre población que se encuentra en una zona más al Este.

Uso y manejo recomendado:

Mantener el uso del área socio-productiva y la actual área de caña de azúcar continuar su uso en plantas de ciclo largo con carácter forrajero o frutales. Las labores de preparación de suelo, si se realizan, deben ser muy limitadas y poco profundas, se recomienda también extraer las piedras mayores aisladas que se encuentran en la superficie del campo, ya que por la poca profundidad efectiva del suelo, la mejora de la extracción de piedras resultara costosa y poco efectiva como enmienda en dicho campo.

Suelo Clase Agrológica VI

Ubicada al sureste de la finca, ocupa un área de 7,6 ha (Tabla 4), con relieve casi llano, muy poco profundo, con abundantes piedras, utilizado actualmente en área de pastos naturales.

Uso y manejo recomendado:

Mantener el uso actual de potrero con pastos naturales, controlando la carga animal, no realizar labores de preparación de suelo y evitar las quemas en épocas de sequía, fundamentalmente con franjas cortafuego en la periferia del campo.

Suelo Clase Agrológica VII

Ubicada en una zona irregular que se extiende del suroeste al este de la finca, ocupa un área de 14,7 ha (Tabla 4), con relieve ligeramente ondulado a fuertemente ondulado, muy poco profundo, con abundantes piedras y rocas, presencia de dolinas en la zona este y dos lagunas artificiales, con vegetación natural de malezas y muy pocos árboles de porte bajo.

Uso y manejo recomendado:

Deben realizarse acciones encaminadas a la repoblación forestal de estas áreas, pudiéndose introducir algunos frutales dispuestos de forma aislada o en pequeños conjuntos en las zonas de mejores condiciones edáficas. En su manejo debe evitarse tener zonas despobladas, no realizar cualquier tipo de labor mecánica, mantener un sistemático control de malezas y protección contra posibles incendios de la cobertura vegetal, para lo cual debe prestarse atención a la apertura y mantenimiento de franjas cortafuego en la periferia de la finca, fundamentalmente en la zona este. Según Gómez (2013), se deben evitar las causas posibles de incendios forestales, dentro de los cuales están: la prohibición de fumar, hacer fogatas, quemas con fines agrícolas o quemas de basuras.

Finca “Placido González”

En el levantamiento agrológico de la finca “Placido González” se destaca la presencia de 4,6 ha (32,5% del área) de suelos con categoría II (Tabla 5), aptas para el uso en cultivos de ciclo corto en rotación, ocupando una zona compacta y

algo irregular que dificulta en parte una adecuada configuración de los campos para los cultivos en rotación. A su vez existe un área de 6,25 ha (44,2% área), algo dispersa e irregular de suelos con clase III y IV, apropiadas en general para rotación de cultivos, pastos y frutales, según se describe de forma ampliada a continuación, con las propuestas el uso y manejo sostenible:

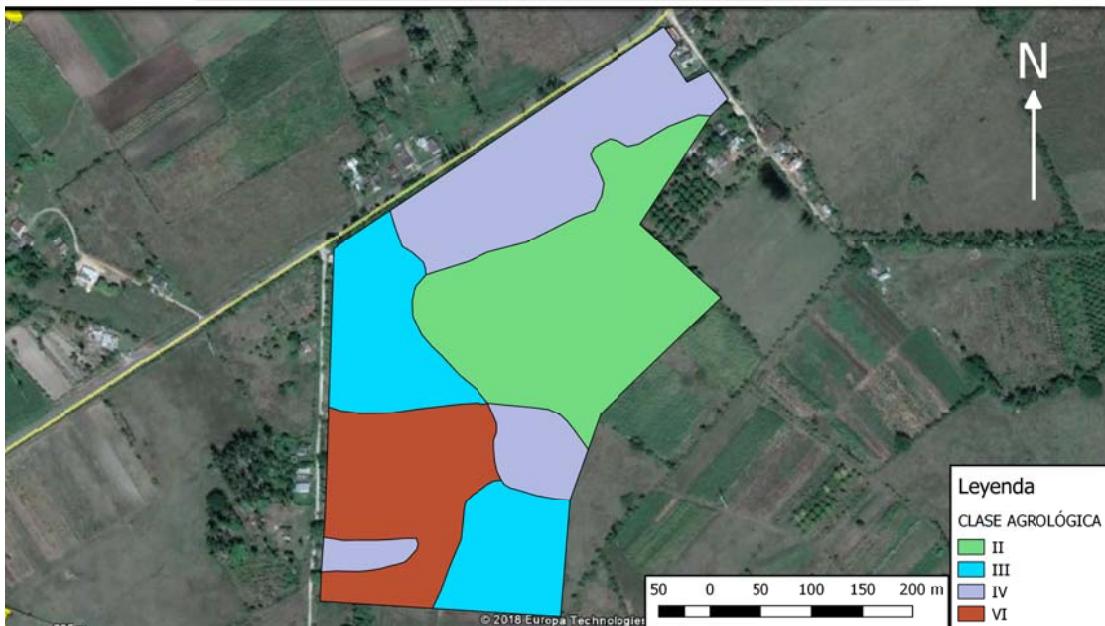
Tabla 5: Áreas ocupadas por las Clases Agrológicas en la finca “Placido González”

Clase Agrológica	Área (ha)
II	4,60
III	3,10
IV	3,15
VI	2,55
Construcciones	0,75
Total	14,15

Suelo Clase Agrológica II

Ubicada al noreste de la finca, ocupa un área de 4,6 ha (Tabla 5), con un suelo Pardo con Carbonatos, muy arcilloso, llano, profundo, sin piedras, utilizado actualmente como potrero para ganado vacuno y un área compacta de frutales (mango).

Finca Placido González



Fuente: © Baños, R. M.; Álvarez, J. L. y Prieto, C. 2018

Figura 10. Levantamiento agrológico de la finca “Placido González”

Uso y manejo recomendado:

De acuerdo a los intereses agroproductivos de la finca puede mantenerse el actual uso agrícola, aunque el área de potrero puede ser utilizada en cultivos de ciclo corto o largo en rotación que no sean muy exigentes a suelos sueltos de buena aireación, evitando los laboreos intensos y realizarlos siempre en condiciones de tempero. El control del drenaje superficial del campo durante el desarrollo de cultivos en rotación debe ser una prioridad, aislando hidráulicamente los campos de cultivos con el posible empleo de causes o canales empastados que eviten el ingreso en el campo de cultivo de aguas de escorrentía de predios ubicados en cotas superiores (Hernández *et al.*, 2017). Por otra parte, los cultivos en rotación que se desarrollen en este suelo, deben beneficiarse su nutrición con la aplicación de una fertilización órgano-mineral, con el posible empleo del humus de lombriz que se produce en la finca, así como la aplicación sola o combinada de la

fertilización con el empleo de los microorganismos eficientes, como producto bioestimulador del crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Suelo Clase Agrológica III

Ocupa dos zonas pequeñas, una ubicada al noroeste de la finca, en su área socio-productiva principal y la otra al sureste, con un área total de 3,1 ha (Tabla 5), se caracterizan por relieve casi llano, medianamente profundo (50 – 90 cm), muy pocas piedras pequeñas, utilizadas actualmente con instalaciones, frutales, arbustos, viveros y cría de animales en el área socio-productiva y en otra zona más al sur en una plantación de mango.

Uso y manejo recomendado:

Mantener el uso actual de ambas áreas, las cuales están bien definidas, procurando evitar la realización de acciones que tiendan a disminuir la cobertura del suelo, resultando una práctica sostenible y productiva la introducción actual en las calles del mango de algunos surcos centrales de cultivos hortícolas bajo condiciones de riego.

Suelo Clase Agrológica IV

Ubicada en tres zonas, una mayor en una franja al norte y las restantes son dos pequeñas zonas ubicadas al suroeste y sureste de la finca, todas ocupan un área de 3,9 ha (Tabla 5), el área mayor se caracteriza por tener relieve llano a depresional, con profundidad de unos 60 - 40 cm, generalmente sin piedras, suelo gleyzado en profundidad, con presencia de superficie de saltanejo, muy arcilloso, con mal drenaje superficial e interno fundamentalmente en las zonas más bajas, también presenta dos lagunas artificiales, utilizado actualmente con algunos frutales en la zona más alta y potrero en la restante. Las otras dos zonas más pequeñas se caracterizan por tener relieve casi llano, con profundidad de unos 25 a 50 cm, generalmente con piedras pequeñas y medianas, con carbonatos desde la superficie, utilizados actualmente una de ellas en potrero de ganado menor y la otra sin un uso actual con una pequeña franja en preparación.

Uso y manejo recomendado:

El uso actual del área de la franja norte puede continuarse o también ser utilizada en el cultivo del arroz u otro que no exija buena aireación, ya que según Falcón *et al.* (2016) “Las principales cualidades que limitan la adecuada productividad de las tierras son las condiciones de enraizamiento, requisitos de oxígeno y peligro de erosión”. Las dos pequeñas zonas restantes el área pequeña de potrero debe mantenerse, por ser susceptible a la erosión y la otra situada más al este, puede ser utilizada como área de producción de forraje, cultivos de ciclo largo en rotación, frutales o pastoreo, según interés del productor.

El manejo para la zona más extensa puede continuarse controlando sistemáticamente las malezas que tienden a presentarse dentro del área de pastoreo, si se desea sembrar arroz u otro cultivo, por lo irregular del área debe conformarse el campo en determinadas parcelas de cultivo y debiéndose controlar mediante canales el drenaje superficial, mientras que todas las labores que se realicen deben efectuarse siempre en condiciones de tempero.

En el área dedicada a potrero debe evitarse el actual sobre pastoreo, manteniendo una adecuada población de ganado menor y no debe laborarse, mientras que en la otra área, en los casos que se justifique las labores de preparación de suelo las mismas no deben ser intensas, ni profundas, evitando los suelos desnudos.

Suelo Clase Agrológica VI

Ubicada al suroeste de la finca, ocupa un área de 2,5 ha (Tabla 5), con relieve ondulado, muy poco profundo, con abundantes piedras y material calcáreo, muy susceptible a la erosión, con un área de laguna artificial extensa, utilizado actualmente en potrero para ganado menor.

Uso y manejo recomendado:

Mantener el uso actual de potrero con pastos naturales, pero se debe evitar el sobre pastoreo actual, ya que la mayor parte de la superficie del campo esta desnuda, con fuerte riesgo a la erosión, lo cual coincide con lo reportado por Alarcón *et al.* (2012), citado por Serrano *et al.* (2017) con relación a que los suelos

sometidos a los procesos erosivos tienen grandes pérdidas de nutrientes y de elementos vitales para las plantas, y de hecho decrecen los rendimientos de los cultivos económicos. Recomendándose controlar la cobertura del suelo con el pasto, para evitar la erosión y plantar algunos arbustos para sombra. No se debe realizar ninguna labor de preparación de suelo en el área y evitar las posibles quemas en épocas de sequía.

Los taludes de la laguna artificial se encuentran descubiertos favoreciendo la erosión y la sedimentación en su cauce, por lo que debe lograrse la revegetalización del mismo (FAO, 2018) y controlar la carga animal de ganado menor que pasta en ella.

4.5 Eficiencia energética y productiva

Funes-Monzote *et al.* (2012) en investigaciones realizadas en varias provincias de Cuba, señalan que cada finca representa un caso especial (una particularidad) que no es comparable, sobre todo por las relaciones de mercado, características de manejo, prácticas agroecológica que emplean, cultura heredada, y propia, de la familia campesina en su relación con su finca...[por su biodiversidad, por el entorno en que está enclavada; esto es un elemento principal que todo investigador en agroecología y agricultura sostenible debe tener presente: ninguna finca familiar campesina es igual a otra].

La Tabla 6 muestra los resultados de la eficiencia agroenergética y productiva de las fincas familiares objeto del presente estudio. Se aprecia el número de hectáreas de cada una, ubicándolas en fincas de categoría mediana (Funes-Monzote, 2009), alcanzan producciones anuales que sobrepasan las 4,6 t/ha.

La finca “Placido González” produce 27,80 GJ de energía y a menor costo (0,02 GJ/kg) dado, principalmente, por las producciones pecuarias (cerdos en particular), la producción de humus de lombriz, y otros; además de producirla a menos gasto al invertir menos giga joule por kilogramo producido, valores similares para fincas con estas características han sido reportados por Sánchez (2014), Álvarez (2014), Pérez (2014); alcanzar la sostenibilidad y soberanía energética en las fincas campesinas implica necesariamente, importar menos

energía externa (renovable y no renovable) al agroecosistema, reciclar todo lo que se produce y que no es consumido por la familia o comercializado (Casimiro, 2016).

Tabla 6, Representa la eficiencia agroenergética y productiva de las fincas

Indicadores	Finca “El Retiro”	Finca “Placido González”
Área de las fincas (ha)	33,00	14,15
Producción total (t/ha)	3,96	6,60
Energía insumida (GJ/ha)	3,61	13,89
Energía producida (GJ/ha)	12,12	27,80
Costo energético de la proteína (GJ/kg)	0,04	0,02
Proteína producida(kg/ha)	96,98	600,63
Personas que alimenta:		
• Energía (personas/ha)	3	7
• Proteínas (personas/ha)	4	24
Eficiencia energética (MJ salida/MJ entrada)	3,36	2,00
<i>Índice de renovabilidad</i>	53,00	51,00
Relación Beneficio Costo	0,60	4,70

Si los agroecosistemas producen mayor cantidad de energía y proteína implica que pueden alimentar a un mayor número de personas, los resultados obtenidos demuestran tal afirmación (Tabla 6). La “FPG” es capaz de alimentar a siete personas con la energía que produce y a 24 con la proteína; en ambos casos los valores son superiores a los del umbral agroecológico de soberanía alimentaria propuesto por Altieri y Nicholls (2009), que es de cinco personas. La finca “El Retiro” no cumple con estos estándares y debe reconsiderar las prácticas y técnicas que hoy aplica que le permitan incrementar sus producciones agropecuarias. Ya que tiene una producción total de 4 (t/ha) para una energía

producida de 12,12 (GJ/ha) y un alto costo energético valor este que nos demuestra el bajo aprovechamiento de la energía dentro del agroecosistema.

La eficiencia energética (relación o cociente entre la energía producida en forma de productos y la energía gastada en la producción de alimentos) en ambas fincas es superior al 1,5 umbral agroecológico establecidos por Altieri y Nicholls (2009).

En la dimensión de la eficiencia energética de los agroecosistemas un interés especial lo reviste el *Índice de Renovabilidad (IR)* de la energía utilizada por el mismo, y es posible en casos límite utilizar como corrientes de energía de entrada al agroecosistema solo formas de la *energía renovable*, siendo esta la más demandada situación de explotación del sistema (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), debe alcanzar valores superiores al 30% para caracterizar “fincas integrales agroecológicas” para producir alimentos y energía, (Vizcón *et al.*, 2016); las dos fincas diagnosticadas entran en este grupo, lo que es un indicador favorable para lograr que ambas transiten a la categoría de “*fincas sostenibles gestionadas agroecológicamente*” (Rodríguez, 2018).

La Relación beneficio costo viene dada por los beneficios netos obtenidos de las fincas. En la finca “El Retiro” por cada peso que se gasta se obtiene 0,60 pesos de ganancias.

La finca “Placido González” obtiene una ganancia de 4,70 pesos evidenciado por el buen aprovechamiento del área, los cultivos desarrollados (frutales y hortalizas en particular), la producción porcina, las ventas de humus de lombriz, plantas ornamentales y las tecnologías empleadas en la finca.

4.6 Propuesta de acciones para mejorar la producción sostenible de alimentos y energía.

La Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) y el Ministerio de Agricultura (MINAG) a todos los niveles, en particular el local, están desarrollando estrategias con la participación de los campesinos y sus familias para lograr

avanzar más rápidamente en el desarrollo agrario sostenible local sobre bases agroecológicas, entre los objetivos a lograr están: 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, incrementar los ingresos que eleven la calidad de vida de las familias campesinas, entre otros; para ello se potencian las técnicas y buenas prácticas agroecológicas (Yong *et al.*, 2016).

Para el presente estudio se utilizó la metodología desarrollada por ANAP (2003), los resultados alcanzados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7 Prácticas agroecológicas desarrolladas en las fincas

Prácticas agroecológicas	“El Retiro”	“Placido González”
Rotación de cultivos	x	-
Asociación de cultivos	-	x
Barreras vivas (fitosanitarias)	x	-
Diversificación de especies vegetales	x	x
Cría de animales mayores	x	x
Cría de animales menores	x	x
Uso detracción animal	x	x
Producción de humus de lombriz	-	x
Producción de biogás y aplicación efluente líquido a los cultivos.	x	x
Producción de microorganismos eficientes	-	x

Se desarrollan 11 prácticas agroecológicas, que contribuyen a los objetivos arriba señalados, pero que aún son insuficientes si de verdad se aspira a convertir ambas fincas en paradigmas del desarrollo sostenible y su concreción en la construcción de una agricultura sostenible que garantice la soberanía y seguridad alimentaria que necesita el país, además de contribuir a la seguridad tecnológica y la energética (Casimiro, 2016).

Sobre estos fundamentos se propone la siguiente estrategia (Altieri *et al.*, 2012 y Yong *et al.*, 2016), modificada por la autora del presente estudio. Para su mejor comprensión, la misma se hace teniendo en cuenta aspectos tecnológicos, medioambientales, socioeconómicos y de capacitación.

Tecnológicos:

- Intercambiar con otros productores experiencias exitosas de producción agroecológica
- Minimizar el uso de agroquímicos
- Potenciar el uso de productos biológicos para el control de plagas
- Promover uso de biofertilizantes y bioestimulantes
- Hacer un uso más adecuado y productivo de los suelos
- Utilizar variedades resistentes a plagas y estrés hídrico
- Incrementar la diversidad vegetal y animal con especies y genotipos locales
- Usar de manera más eficiente los recursos naturales
- Introducir tecnologías locales y adaptables que mejoren las condiciones de trabajo de los campesinos y sus familiares
- Proporcionar un manejo integral del agroecosistema
- Introducir sistemas de producción de energía renovable

Medioambientales:

- Uso de abonos orgánicos (estiércol, compost, humus de lombriz)
- Siembra de plantas de cobertura o abonos verdes
- Uso de barreras vivas fitosanitarias
- Usar cultivares tolerantes a la sequía
- Usar coberturas muertas para disminuir la evaporación
- Evitar la expansión de especies no autóctonas

Socioeconómicos:

- Elaborar proyectos de desarrollo agrario local
- Participar en Proyectos como BIOMAS-Cuba; PIAL, BASAL, Tarea Vida u otros
- Sensibilizar a campesinos y decisores con la aplicación de las buenas prácticas agroecológicas
- Divulgar los resultados que se van alcanzando (eventos, publicaciones)
- Estimular a los hijos de los campesinos a continuar estudios universitarios en carreras afines al sector agropecuario

Capacitación sobre las siguientes temáticas:

- Agrodiversidad
- Uso de recursos renovables a corto plazo
- Minimización de tóxicos
- Conservación de recursos filogenéticos
- Manejo de relaciones ecológicas
- Fincas integrales (producción vegetal y animal)
- Valoración de la salud ambiental, animal y humana
- Manejo y conservación de semilla
- Manejo integrado de plagas
- Manejo integrado de suelos
- Manejo del agua en los sistemas agropecuarios
- Manejo fitotécnico de cultivos con enfoque agroecológico.

5. CONCLUSIONES

- La riqueza específica alcanzó valores de 104 en la finca “El Retiro” y de 55 en la finca “Placido González”.
- La capacidad de uso de los suelos en la finca “El Retiro” con suelo Ferralítico Rojo y Rendzina Roja, presenta las Clases Agrológicas I, II, IV, VI y VII, abarcando las clases I y II el 24,9% del área de la finca, con una buena calidad del suelo; en la clase I de ocho unidades, pero con un área muy poco productiva con clase VII del 37,9%, mientras que el uso actual de los suelos productivos se considera adecuado.
- La capacidad de uso de los suelos en la finca “Placido González” con suelo Pardo con Carbonatos, presenta las Clases Agrológicas II, III, IV y VI, ocupando la clase II el 32,5% del área de la finca, con una moderada calidad del suelo en campo de la clase II con cinco unidades, el uso actual de los suelos es en pastos y frutales, con algunas pequeñas áreas dedicadas a cultivos en rotación y existe un área sobre explotada correspondiente a la Clase Agrológica VI.
- La finca “El Retiro” alimenta a tres personas con la energía que produce y a cuatro con la proteína animal, ambos valores están por debajo del umbral agroecológico; no realizando aportes a la soberanía alimentaria del territorio.
- La finca “Placido González” alimenta a siete personas con la energía que produce y a 24 con la proteína animal, ambos valores, están por encima del umbral agroecológico, por lo que aportan a la soberanía alimentaria del territorio.
- Los valores del índice de renovabilidad son superiores al 30% en ambas fincas por lo que transitan en la categoría de “fincas integrales agroecológicas”, indicador favorable para que ambas puedan transitar hacia la categoría de “fincas sostenibles gestionadas agroecológicamente”.

6. RECOMENDACIONES

- Promover la biodiversidad de las especies productivas y otras, así como el desarrollo de las prácticas agroecológicas propuestas.
- Tener presente las recomendaciones puntuales de uso y manejo sostenible para cada una de las Clases Agrológicas existentes en la finca.
- Realizar este tipo de estudios en otras fincas familiares campesinas, para profundizar en la relación que se establece entre la sostenibilidad de los agroecosistemas, su biodiversidad, el uso y manejo de los suelos, el control de plagas, la eficiencia energética y la producción de alimentos.
- Utilizar las metodologías aquí empleadas en otros trabajos similares, tanto en el posgrado como el pregrado.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo P. and Strong, T. 2012. *Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Series Publications of the Smithsonian Institution.* Washington D.C.
- ANAP. 2003. Metodología campesino a campesino. Prácticas agroecológicas. Asociación de Agricultores Pequeños de Cuba.
- Alfonso C. y Monedero Milagros 2004. Uso, manejo y conservación de suelos. Instituto de Suelos. Cuba. Disponible en: <http://mst.ama.cu/644/1/uso%20manejo%20y%20coservaci%c3%93n%20de%20suelos.pdf> Consultado: enero 2018.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2009. Desafíos agrícolas para el desarrollo de la agricultura sostenible en el siglo XXI. Universidad de California Berkeley. Videoconferencia. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales). La Habana. Cuba.
- Altieri, M. A. Clara Inés Nicholls, 2009. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Icaria editorial. España 248 pp.
- Altieri, M. A., 2010. El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. En: M. Á. Altieri, ed. Vertientes del Pensamiento Agroecológico: fundamentos y aplicaciones. Medellín: SOCLA,
- Altieri, M. A. & Funes-Monzote, F. R., 2012. *The paradox of Cuban agriculture. Monthly Review*, 63(8)
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I., 2010. Agroecología: Potenciando la agricultura campesina para revertir el hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo. *Revista de Economía Crítica*, 10
- 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)
- Altieri, M. A., Koohafkan, P. y Holt, E., 2012. Agricultura verde: fundamentos agroecológicos para diseñar sistemas agrícolas biodiversos, resilientes y productivos. *Agroecología*, 7(1), pp. 7-18.
- Altieri, M.A. y Nicholls, C. I. 2018. Agroecología: ciencia fundamental para el diseño de fincas resilientes a plagas. LEISA 34 (1): 5-8

- Alvarado, R. 2015. Herramientas para la Toma de Decisiones en el Manejo Integrado de Policultivos (Instrumentos de Integración de Datos). Ministerio del Poder Popular para el Proceso Social del Trabajo. Instituto Nacional de Capacitación y Educación Socialista (INCES).
- Álvarez, E. H.; Castellanos, L. y Soto, R. 2012. Relación del uso del suelo, las prácticas agrícolas y la biodiversidad con la emisión de gases de efecto invernadero y la eficiencia energética en fincas agroecológicas. *Memorias del XVIII Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*. San José de las Lajas, Cuba. [CD-ROM].
- Álvarez, M. J. 2014. Estudio de la sostenibilidad en tres fincas del municipio Ricaurte del Estado Cojedes; República Bolivariana de Venezuela. Tesis en opción al Título de Master en Agroecología y desarrollo endógeno. Universidad de Matanzas.
- Álvarez, J. 2015. Las Clases Agrológicas de los Suelos. Asignatura Ciencias del Suelo. Monografía.
- Álvarez, J.; Díaz, Caridad y Fragela, Marisol. 2016. Instrumento de evaluación de la calidad del suelo en condiciones de campo. Guía de Clases Prácticas. Asignatura Ciencias del Suelo. Universidad de Matanzas.
- Ayala O.; Navarro F. y Virla, E. 2013. *Evaluation of the attack rates and level of damages by the fall armyworm, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae), affecting corn-crops in the northeast of Argentina*. Revista Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. vol.45 no.2.
- Barro, A, y Núñez, R. 2011. Lepidópteros de Cuba. Spartacus- säätis-Spartacus Foundation y Sociedad Cubana de Zoología. Cuba. 236 pp
- Baranski, M. 2014. *Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses*. *British Journal of Nutrition*, 112(5), pp. 794-811.
- Benavides, B. 2011. Estudio de las potencialidades de la finca campesina La Primavera para la producción sostenible de alimentos y energía. Trabajo

de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Matanzas, Cuba, Universidad de Matanzas.

- Bernis, F. 2001. *Rutas de la zooarqueología*. Editorial Complutense, Madrid, 325 p.
- Blanco, D.; Suárez, J.; Funes-Monzote F. R. y Fonte, L., 2014. Procedimiento integral para contribuir a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 37(3).
- Carazana, J.A. 2002. La biodiversidad ecológica de Colombia. Disponible en:
<http://www.monografias.com./trabajos12/ladivbio/ladivbio.shtml#MEDICION>. Consultado: junio 2017.
- Casimiro, J. A., 2014. Pensando con la familia en la finca agroecológica. Primera ed. Medellín: CUBASOLAR.
- Casimiro, L. 2016. Bases metodológicas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba. Tesis presentada como requisito para optar al título de Doctora en Agroecología. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Casimiro, L.; Pacheco, S. M. y López, R., 2015. La agroecología, ciencia para el desarrollo rural sustentable. Estudio de caso. *Infociencia*, 19(2), pp. 117-128.
- Casimiro, L. 2016. Necesidad de una transición agroecológica en Cuba, perspectivas y retos. *Pastos y Forrajes*. 39 (3): 81-91
- Ceballo, A. y Giraldez, L. M. 2015. Agroecología: un modelo sustentable de vida. Periódico *Granma*, 3 Febrero.
- Nicholls, C. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. *Ciencia y Tecnología* Editorial Universidad de Antioquia, 294 pp.
- CPP. 2014. Apoyo a la implementación del programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en Cuba. Primera ed. La Habana, Cuba: Iré Production.

- Clutton-Brock, J., 1999. *A natural history of domesticated mammals*, 2^a ed. Cambridge University Press, Cambridge, 238 pp.
- Del Moral, L. 2015. La sanidad vegetal en España y el papel de la fisiología en su planteamiento futuro. Universidad de Extremadura, Tesis Doctoral. Departamento de biología vegetal, ecología y ciencia de la tierra 422 pp.
- Dorronsoro, C. 2005. Evaluación de suelos. Tema 2. Sistemas de evaluación de capacidades de uso categóricos. Disponible en: <http://www.edafologia.net/evaluacion/tema2/agrologicas.htm>. Consultado: Abril 2016.
- 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.
- Falcón, M.; Vargas, H.; Torres F. y Herrera, L. 2014. Evaluación del conflicto de uso agrícola de las tierras a partir de su aptitud física como contribución a la explotación sostenible. Cultivos Tropicales vol.35 no.4 oct.-dic. La Habana.
- FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación del suelo. Boletín de tierras y aguas de la FAO No. 8, 220 p
- FAO. 2013. *Resilient Livelihoods Disaster Risk Reduction for Food and Nutrition Security*, Roma: FAO.
- FAO y GTIS. 2015. Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) – Resumen Técnico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo, Roma, Italia. Disponible en: www.fao.org/3/a-i5126s.pdf Consultado abril 2018.
- FAO- 2017. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. FAO. Disponible en: www.fao.org/3/a-17658s.pdf. Consultado abril 2018.
- FAO. 2018. Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales. Bogotá. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialesyUrbanos/pdf>. Consultado: Abril 2018

- Fernández, J. L. y Expósito, I. E. 2000. Nuevo método para el muestreo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en el cultivo del maíz en Cuba. Centro Agrícola 27: 32-38
- Fernández, J.L. 2002. Estimación de umbrales económicos para "Spodoptera frugiperda" (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del maíz. Investigación agraria. Producción y protección vegetales, Vol. 17, Nº 3, p. 467-474.
- FINAGRO (Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario). 2010. El cultivo del maíz. Historia e importancia. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/263324117/El-Cultivo-Del-Maiz-Historia-e-Importancia> Consultado: Febrero 2018.
- Flores, L. y Dussi, M. 2015. Experiencia en educación universitaria utilizando indicadores para la evaluación de agroecosistemas frutícolas. B5-205. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología.
- Franjas, D. 1993. DIVERS. Programa computarizado para el cálculo de los indicadores de biodiversidad.
- Funes, F. y Funes-Monzote, F. R. 2001. La agricultura cubana en camino a la sostenibilidad. *LEISA*, 17(1)
- Funes, F. 2013. El enfoque agroecológico en el presente de la agricultura cubana. La Habana, BTJ.
- Funes-Monzote, F. R. 2009. Agricultura con futuro: La alternativa agroecológica para Cuba. Primera ed. Matanzas, Cuba: Estación Experimental "Indio Hatuey".
- Funes-Monzote, F. R. 2009. Eficiencia energética en sistemas agropecuarios. Elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado. Primera Edición. Biblioteca ACTAF.
- 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 p 181-195.

- Funes-Aguilar, F. 2015. Bases científicas de la agroecología. Sembrando en tierra viva. Manual de agroecología. La Habana: Unión Europea, AECID, ANAP.
- Funes-Aguilar, F. y Vázquez, L. 2016. Avances de la agroecología en Cuba. Editora Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Perico, Matanzas, Cuba. 1era edición. P. 58
- García, A.; Nova, A. y Cruz, B. A. 2014. Despegue del sector agropecuario: condición necesaria para el desarrollo de la economía cubana. En: CEES, ed. Economía Cubana: transformaciones y desafíos. La Habana: Ciencias Sociales.
- Gliessman, S. R. 2015. Agroecology: *The Ecology of Sustainable Food Systems. Third ed.* California: CRC Press.
- Ghimire, R.; Lamichhane, S.; Acharya, B.S.; Bista, P. and Sainju, U.M. 2017. Tillage, *crop residue, and nutrient management effects on soil organic carbon in rice-based cropping systems: A review.* *Journal of Integrative Agriculture*, 16(1): 1-15.
- Gómez, S. 2013. Curso de Manejo y Conservación del Suelo. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD. p 42-69. Disponible en:http://datoteca.unad.edu.co/contenidos/30160/30160_MODULO_2013.pdf Consultado: Febrero 2017.
- Gonzalvez, V. 2017. Evidencias agroecológicas para la agricultura del futuro. Universidad Miguel Hernández. España. 142 p.
- Grillo, H. 2012. Los Heterópteros de Cuba. Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias. Universidad Central de Las Villas, Cuba., 429 pp.
- Gutiérrez, M.; Fonseca, F.; Figueiredo T. y Sánchez A. 2016 Evaluación, gestión y propuestas de mejora de suelos dedicados a diferentes usos en un sector del Parque Natural de Montesinho (Vilar de Ossos), Portugal

Disponible en: <http://hdl.handle.net/10198/14850> Consultado: Noviembre 2017.

- Guirola, M.A. 2009. Diagnóstico de un patio como unidad de producción familiar. Trabajo de Diploma en opción a título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.
- Hernández, V. y López, Y. 2011. Evaluación de indicadores agroecológicos y mitigación del cambio climático. En: H. Ríos, Dania Vargas y F. R. Funes Monzote, eds. Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. San José de las Lajas, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. p. 179-188, 2011.
- Hernández, O. 2016. Propuesta de manejo agroecológico en las áreas agrícolas de la finca “José Laurencio Silva”, INCES regional Cojedes, República Bolivariana de Venezuela. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Agroecología y Desarrollo Endógeno. Universidad de Matanzas. 69 p.
- Ikerd, J. 2016. *Multifunctional Small Farms: Essential for Agricultural Sustainability and Global Food Sovereignty*. Meta-Colombia. Seminar “Sustainable Tropical Production; a leadership tool for the. Orinoquia, Universidad de los Llanos.
- Jarvis, D.; Padoch, C. y Cooper, H. 2011. Manejo de la biodiversidad en los Ecosistemas Agrícolas. Biodiversity International. Suiza p. 21-33
- Jovel-López, R. 2012. Evaluación de tres métodos de almacenamiento de semilla de maíz (*Zea mays*) y su efecto en los atributos de calidad en Zamorano. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Zamorano, Honduras,
- Kennedy, C.; Lonsdorf, E.; Neel, M.; Williams, N.; Ricketts, T.; Winfree, R.; Bommarco, R.; Brittain, C.; Burley, A.; Cariveau, D.; Carvalheiro, L.; Chacoff, N.; Cunningham, S.; Danforth, B.; Dudenhoffer, J.; Elle, E.; Gaines, H.; Garibaldi, L.; Gratton, C.; Holzschuh, A.; Isaacs, R.; Javorek, S.; Jha, S.; Klein, A.; Krewenka, K.; Mandelik, Y.; Mayfield, M.; Morandin, L.; Neame, L.; Otieno, M.; Park, M.; Potts, S.; Rundlof, M.; Saez, A.;

- Steffan, I.; Taki, H.; Viana, B.; Westphal, C.; Wilson, J.; Greenleaf, S.; Kremen, C. 2013. *A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems*. Ecol. Lett., 16: 584–599.
- León, S.T. 2012. Agroecología: la ciencia de los agroecosistemas – la perspectiva ambiental. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales. Bogotá: Kimpres Ltda.
 - León, T. E. 2014. De la ciencia agroecológica a la agroecología como sistema de agricultura y como movimiento social. En: T. E. León, ed. Perspectiva ambiental de la agroecología: La ciencia de los agroecosistemas. Primera ed. Bogotá: Kimpres Ltda.
 - Machín, B., Roque, A. D., Ávila, D. R. y Rosset, P. 2010. Revolución agroecológica: el Movimiento de Campesino a Campesino de la ANAP en Cuba. Cuando el campesino ve, hace fe. Primera ed. La Habana: ANAP-Vía Campesina.
 - Magurran, A. E. 1998. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
 - Meléndez, M. J. 2014. Diagnóstico Agroecológico de la finca campesina Santa Rita. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.
 - Mirabal, L.; González C.; Castillo N.; Pérez J.; Gómez A.; López M.; Ceballos A. y León A. 2017. Entomofauna asociada a dos agroecosistemas de maíz (*Zea mays* L.) en San José de las Lajas, Mayabeque.
 - Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Programa latinoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. ORCYT. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. UNESCO.
 - Murúa, G. 2014. Principal plaga de maíz en el NOA: *Spodoptera frugiperda*. Resumen preparado para el 2do Taller de Insectos en Maíz.
 - Nicholls, C. I., Altieri, M. A. & Vázquez, L. L., 2016. *Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems*. Journal of Ecosystems & Ecography, S5 (1)

- Nova, A. 2016. La agricultura en Cuba. Taller Nacional de Intercambio sobre agricultura sostenible. Varadero, Matanzas, Cuba: 36 pp.
- ONE. 2013. Medio ambiente en cifras. La Habana: Oficina Nacional de Estadísticas, Agencia de Medio Ambiente.
- ONEI. 2015. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. En: ONEI, ed. Anuario Estadístico de Cuba 2014. Primera ed. La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información,
- Orihuela, J.; Peña, L.O; Gutierrez, W.; Burbano, M.C; Jeans, L.D. 2007. Diagnóstico para el reconocimiento ambiental del patio integral escuela “La Joya”. UNAH. CEDAR. Habana Cuba.
- Pérez, E. R. 2014. Diagnóstico agroecológico en cuatro fincas campesinas de los municipios Lima Blanco y Tinaquillo. Estado Cojedes. República Bolivariana de Venezuela. Tesis de maestría del programa Agricultura Sostenible y Desarrollo Endógeno. Universidad de Matanzas, Cuba.
- Ponce, I. 2015. *Historical changes in the process of agricultural development in Cuba. Journal of Cleaner Production*.
- Ríos, A. 2015. La Agricultura en Cuba. Primera ed. La Habana: INFOIIMA.
- Roig, J. T. 1969. Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos. Tomo I. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Roig, J. T. 2012. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. La Habana: Editorial Científico-Técnica.
- Rodríguez, L; Rodríguez, S.; Macías, O.; Benavides, B.; Amaya, O.; Perdomo, R.; Pardo, R y Miyares, Y. 2017. Evaluación de la producción de alimentos y energía en fincas agropecuarias de la provincia Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes*, Vol. 40, No. 3, julio-septiembre.
- Rosset, P., Machín, B., Roque, A. M. & Ávila, D. R., 2011. *The Campesino-to-Campesino agroecology movement of ANAP in Cuba. Journal of Peasant Studies*, 38(1),
- Rosset, P. & Martinez, M. E. 2013. *Rural Social Movements and Dialog de Sabers: Territories, Food Sovereignty and Agro ecology. En: F. First, ed. Food sovereignty: A critical dialogue. International conference Yale*

University. New Haven, CN, USA: Food First/ Institute for Food and Development Policy.

- Salmón, Y.; Funes-Monzote, F. R. y Martín O. M. 2012. Revista Pastos y Forrajes, Vol. 35, No. 3, julio-septiembre. Cuba.
- Sánchez, R. 2014. Implementación de prácticas agroecológicas en la finca Porvenir para potenciar la producción sostenible de alimentos y energía. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
- Santana, Y. 2014. Diagnóstico Agroecológico de la finca Campesina “San Francisco” del municipio Cárdenas. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
- Sarandón, S. J., Flores, C. C., Gargoloff, A. y Blandi, M. L. 2014. Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En: S. J. Sarandón C. y Flores, edits. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata.
- Sarandón, S. y Flores, C. 2014. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. La insustentabilidad del modelo de agricultura actual.
- Sarandón, S. 2014. La agroecología: integrando la enseñanza, la investigación, la extensión y los agricultores. *Resumos do I Congresso Paranaense de Agroecologia* – Pinhais/PR – 29 e 30/05/2014. *Cadernos de Agroecologia*. 9 (1): 1-6
- 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, Vol. 7, No. 1 (enero-febrero-marzo), pp. 41-48.
- Suárez, J.; Martín G. ; Sotolongo, J.; Rodríguez, E.; Savran, V.; Cepero, L.; Funes-Monzote, F.; Rivero, L.; Blanco, D.; Machado, R.; Martín, C. y García, C. 2011. Experiencias del proyecto BIOMAS-CUBA. Alternativas

energéticas a partir de la biomasa en el medio rural cubano. *Pastos y Forrajes*, 34 (4), pp. 473-496.

- Suset, A.; Miranda, T.; Machado, H.; González, E. y Nicado, O. 2013. El municipio como escenario protagónico de las actuales transformaciones agropecuarias en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 36(1).
- Tittonel, P. 2013. Hacia una intensificación ecológica de la agricultura para la seguridad y soberanía alimentaria mundial. *Revista AE* (14):10-12.
- Tittonel, P. 2014. *Ecological intensification of agriculture sustainable by nature. Environmental Sustainability*. (8):53–61 p.
- Turbay, S. 2014. Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia. *Investigaciones Geográficas*, 85, pp. 95-112.
- Van der Ploeg, J. D. 2013. Diez cualidades de la agricultura familiar. *LEISA Revista de Agroecología* ,29(4), pp. 3-6.
- Vázquez, M. L. 2011. Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. En: Ríos, H., Vargas, D., Funes-Monzote, F.R. Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático. INCA, Habana. p. 75-102.
- Vázquez, L.; Alfonso, J. y Porras, A. 2017. Caracterización funcional de policultivos para la regulación de plagas en la agricultura urbana: resúmenes del VIII Simposio Internacional de Sanidad Vegetal. Palacio de las convenciones, la Habana, Cuba: 120 pp.
- Vázquez, L. 2013. Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la Resiliencia Agroecología 8(1):33-42
- Vega, O. 2015. Uso eficiente de la energía en las cadenas agrícolas de alimentos: sistematización de indicadores y estudios de caso. En: Eficiencia energética. Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

- 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
- Vizcón, R.; Rodríguez, S. L. y Benítez, Z. 2017. Diagnóstico agroecológico y agroenergético de fincas campesinas. Memorias del IV Congreso Internacional Agrodesarrollo 2016. Matanzas. Cuba:
- Vidal, H. 2015. Propuesta de manejo sostenible del suelo con base en la capacidad e intensidad de uso de la tierra; San Juan Ermita, Chiquimula. Tesis de grado en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad “Rafael Landívar”.
- Yong, A.; Crespo, A.; Benítez; B.; Pavón, M. I. y Almenares, G. I. 2016. Uso y manejo de prácticas agroecológicas en fincas de la localidad de San Andrés, municipio La Palma. *Cultivos Tropicales*. 27(3):15-21.
- Wright, J., 2005. Falta Petróleo! Cuba's experiences in the transformation to a more ecological agriculture and impact on food security. *The Netherlands: PhD thesis, Wageningen University*.

ANEXOS

No. 1. Modelo de Captura de Información para el Análisis de Sistemas del proyecto BIOMAS-CUBA.

Fecha _____ Año que se evalúa _____

Compilador _____

MODULO 1

Características generales de la finca

1.1.- Identificación y localización de la finca

Nombre de la Finca: _____

Provincia: _____

Municipio: _____

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

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

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

1.3.- Propósito productivo (marque X)

Leche _____ Carne _____ Agrícola _____ Mixta _____ Indefinida _____
Otro _____

1.4.- Áreas de la finca (U.M. hectáreas) TOTAL_____

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

1.5.- Disponibilidad de agua

Abasto de agua (riego y bebedero de animales): B_____ R_____ M_____

Tipo de método de abasto:

Acueducto_____ Presa_____ Río_____ Pipa_____ Tranque_____ Pozo_____ Molino
de viento_____ Otro_____

Infraestructuras de riego_____

1.6.- Fuentes de energía (marque X)

Eléctrica_____ Eólica_____ Combustible_____ Biogás_____

1.7.- Infraestructuras (marque X)

Vías de acceso: B_____ R_____ M_____

Tipo de instalaciones: Típica_____ Rústica_____

Capacidad instalada (U.M. número de animales): Constructiva_____ Actual_____

Instalaciones

Naves de sombra	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Nave de ordeño	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Nave de maternidad	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Cepo	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Baño	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Estercolero	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Almacenes	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Nave de maquinaria	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Cochiquera	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Galpón para aves	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Caballeriza	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Lombricultura	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Biogás	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____
Organopónico	Sí_____ No_____	Condiciones	B_____ R_____ M_____

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

Tractor _____ Carreta _____ Yunta de bueyes _____ Carretones _____ Pipa _____

Molino forrajero _____ Molino de granos _____ Arado _____ Surcador _____

Chapeadora _____ Ordeño mecánico _____ Fertilriego _____ Peladora de arroz.

Otros _____

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

Perímetro total _____ Número de divisiones _____

Tipo de cercado: Alambre púas: _____ Eléctrico: _____ Cerco vivo: _____ Otros _____

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

Calificador	Hombres	Mujeres
Obrero		
Técnicos		
Administradores		

Horas promedio de trabajo diario _____ Horas hombre totales diario _____

Días de trabajo anual _____

MODULO 2

Producción y diversidad vegetal

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

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

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

2.4. Pastos	Área (ha)	2.5. Árboles forestales	No. de individuos

MODULO 3

Producción y diversidad animal

3.1. Animales

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

3.2. Producción de leche

Tipo	Total prod. (l)	Industria	Cruzamientos	Consumo animal	Acopio Estatal	Merc. Agro	Autoconsumo / don.	Ingreso
Vaca								
Cabra								

3.3. Producción de huevos

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

3.4.- Rebaño bovino

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

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

Hembras: Vacas____ Novillas____ Añojas____ Terneras (4-12 meses)____ Terneras (0-4)____

Machos: Bueyes_ Toros_ Toretos_ Añojos_ Terneros (4-12 meses)_ Terneros (0-4)_

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

Número de vacas totales _____ En ordeño _____ Maternidad _____

Duración promedio de la lactancia _____

3.5.- Reproducción bovina

Raza predominante (marque X): Holstein____ Cebú ____ Brown Suiss____ Jersey ____
Criollo____ Cruces____ Otros_____

Método de gestación utilizado (marque X): Inseminación____ Monta directa____

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

Gestantes____ Inseminadas____ Diagnosticada ____ Recentinas____ Vacías____

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

Edad promedio de incorporación a la reproducción (años) _____

Edad promedio al primer parto (años)____ Número de partos/año (enero-diciembre)____

3.6. Porcinos

Cantidad total de cerdos____, Reproductoras____ Verracos _____

Ceba_____ Pre-cebas _____ y crías_____

3.7. Fuerza de trabajo animal

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

MODULO 4

Producción de abonos y alimentos para animales

4.1. Estiércol

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

Sí____ No____ Cantidad (toneladas)____ Origen: Endógeno____ Exógeno____

Producción de estiércol:

Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad

4.2. Otros abonos orgánicos

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

4.3. Residuos de cosecha para la alimentación animal

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

MODULO 5

Insumos productivos

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

Insumo	Tipo de producto	Cantidad	Uso	Costo	Origen (donde lo compra)
Concentrado (pienso)					
Soya					
Bagacillo					
Miel					
Urea					
Forraje					
Antiparasitario					
Antibióticos					
Fertilizante Urea					
Fertilizante NPK					
Fertilizante otros					
Herbicida 1					
Herbicida 2					
Herbicida 3					
Plaguicida 1					
Plaguicida 2					
Plaguicida 3					
Diesel (l)					

Gasolina (l)						
Lubricantes						
Electricidad (Kw/h)						
Semillas						

MODULO 6

Indicadores sociales

7.1. Calificación de los trabajadores

Cargo (O,T, A)	Género	Edad	C o n t r a t o		C a l i f i c a c i ó n				Experiencia		
			Perm.	Temp.	Prim.	Sec.	Tec.	Univ.	0-5	5-10	>10

7.2. Ingreso promedio de los trabajadores

Calificador	Hombres	Mujeres
Obreros		
Técnicos		
Administradores		

7.3. Motivación hacia el trabajo

Debido a: (marque X):

- a) Condiciones de la vivienda B _____ M _____ R _____
- b) Ingresos Satisfactorios_____ Insatisfactorios_____
- c) Condiciones de trabajo B _____ R _____ M _____
- d) Vinculado a los resultados finales Sí____ No____ Estimulación____ Pago____
- e) Relaciones del colectivo de trabajo B _____ R _____ M _____
- f) Otras motivaciones_____

7.4. Composición de la familia que vive en la finca

Genero	Edad	Escolaridad	Ocupación

7.5. Acceso a servicios domésticos y electrodomésticos

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

Anexo 2. Parámetros que permite medir el sistema computarizado

Energía 3.01

Parámetro	Descripción	Fórmula
Horas de trabajo humano sobre hectáreas	Número de horas de trabajo humano por hectárea de terreno.	$TH = \frac{horrabhum}{area}$ Donde horrabhum: Número total de horas de trabajo humano invertidas. área: área de la finca, en hectáreas.
Energía insumida (Megajoules/ha)	Cantidad de energía gastada por concepto de insumos utilizados, expresado en megajoules por una hectárea de terreno.	$EI = \frac{gasto * energía}{area}$ Donde. gasto: Gasto del insumo, en su unidad de medida. energía: Equivalente energético de la unidad del insumo, en megajoules. área: área de la finca, en hectáreas.
Rendimiento productivo (t/ha)	Rendimientos de las producciones agrícolas, expresado en toneladas (correspondiente al producto producido) por una hectárea de terreno.	$RP = \frac{producción * factor}{area}$ Donde. producción: Producción del producto, en su unidad de medida. factor: Factor de conversión a kilogramo. área: Área de la finca, en hectáreas.
Energía producida (Megajoules/ha)	Cantidad de energía producida por concepto de producciones agrícolas, expresado en megajoules por una hectárea de terreno.	$EP = \frac{producción * energía}{area}$ Donde. 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.

Proteína producida (kg/ha)	Cantidad total de proteínas producida por concepto de producciones agrícolas, expresado en kilogramos por una hectárea de terreno.	$PP = \frac{\text{producción} * \text{factor} * \frac{\text{proteína}}{100}}{\text{area}}$ Donde. 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.
Proteína de origen vegetal producida (kg/ha)	Cantidad de proteínas de origen vegetal producida por concepto de producciones agrícolas, expresado en kilogramos por una hectárea de terreno.	$PV = \frac{\text{producción} * \text{factor} * \frac{\text{prveget}}{100}}{\text{area}}$ Donde. producción: Producción del producto, en su unidad de medida. factor: Factor de conversión a kilogramo. prveget: por ciento de contenido de proteínas de origen vegetal del producto. área: área de la finca, en hectáreas.
Proteína de origen animal producida (kg/ha)	Cantidad de proteínas de origen vegetal producida por concepto de producciones agrícolas, expresado en kilogramos por una hectárea de terreno.	$PA = \frac{\text{producción} * \text{factor} * \frac{\text{pranim}}{100}}{\text{area}}$ Donde. producción: Producción del producto, en su unidad de medida. factor: Factor de conversión a kilogramo. pranim: por ciento de contenido de proteínas de origen animal del producto. área: área de la finca, en hectáreas.
Personas que alimenta con energía (personas/ha)	Número de personas que se pueden alimentar con las producciones agrícolas de acuerdo a requerimientos energéticos anuales, expresado en personas por una hectárea de terreno.	$AE = \frac{\text{producción} * \text{energía}}{\text{area}}$ Donde. 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 con proteínas (personas/ha)	Número de personas que se pueden alimentar con las producciones agrícolas de acuerdo a requerimientos de proteínas	$AP = \frac{\text{producción} * \text{factor} * \frac{\text{proteína}}{100}}{\frac{\text{area}}{\text{reqprot}}}$ Donde. producción: Producción del producto,

	anuales, expresado en personas por una hectárea de terreno.	<i>en su unidad de medida.</i> 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.
Personas con proteínas de origen vegetal (Personas/ha)	Número de personas que se pueden alimentar con las producciones agrícolas de acuerdo a requerimientos de proteínas de origen vegetal anuales, expresado en personas por una hectárea de terreno.	$AV = \frac{\text{producción} * \text{factor} * \frac{\text{proteína}}{100}}{\text{área}} \text{ Donde.}$ 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. reqprveg: requerimiento en proteínas de origen vegetal anual de una persona promedio, en kilogramos.
Personas con proteínas de origen animal (Personas/ha)	Número de personas que se pueden alimentar con las producciones agrícolas de acuerdo a requerimientos de proteínas de origen animal anuales, expresado en personas por una hectárea de terreno.	$AA = \frac{\text{producción} * \text{factor} * \frac{\text{proteína}}{100}}{\text{área}} \text{ Donde.}$ 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. reqpranim: requerimiento en proteínas de origen animal anual de una persona promedio, en kilogramos.
Costo energético de la proteína (Megajoules/kg)	Relación (cociente) entre la energía total gastada por concepto de insumos utilizados y la cantidad total de proteína producida, expresado en megajoules por un kilogramo.	$CEP = \frac{\text{energtotgast}}{\text{prottotprod}}$ Donde. energtotgast: Cantidad total de energía gastada, en megajoules. prottotprod: Cantidad total de proteínas producidas, en kilogramos.
Productividad energética del trabajo (Horas/megajoule)	Relación (cociente) entre las horas de trabajo humano invertidas y la energía total producida, expresado en horas por un megajoule.	$PET = \frac{\text{hortrabhum}}{\text{energtotprod}}$ Donde. hortrabhum: Número total de horas de trabajo humano invertidas. energtotprod: Cantidad total de

		<i>energía producida, en megajoules.</i>
Productividad proteica del trabajo (Horas/kilogramo)	Relación (cociente) entre las horas de trabajo humano invertidas y la proteína total producida, expresado en horas por un kilogramo.	$PPT = \frac{hortrabhum}{prototprod}$ <p>Donde.</p> <p>hortrabhum: Número total de horas de trabajo humano invertidas.</p> <p>prototprod Cantidad total de proteínas producidas, en kilogramos.</p>
Eficiencia energética (MJ salidas/MJ entradas)	Relación (cociente) entre la energía producida en forma de productos y la energía gastada en la producción de alimentos	$BE = \frac{energprod}{energgast}$ <p>Donde.</p> <p>energprod: Cantidad total de energía producida, en megajoules.</p> <p>energgast: Cantidad total de energía gastada, en megajoules.</p>

Anexo 3. Finca “El Retiro” y “Placido González” refleja las diferentes especies de la Flora.

Nombre Común	Especies Nombre Científico	Familia Botánica	Individuos Finca “El Retiro”	Individuos Finca “Placido González”
Aguacate	<i>Persea americana Mill</i>	Lauraceae	4	10
Anón	<i>AnnonasquamosaL.</i>	Annonaceae	16	1
Caimitillo	<i>Chrisophyllumoliviforme L.</i>	Sapotaceae	1	-
Cereza	<i>Malpighia glabra L.</i>	Malpighiaceae	8	5
Caimito	<i>Chrysophyllumcainito</i>	Sapotaceae	2	-
Canistel	<i>Pouteriacampechiana</i>	Sapotaceae	1	4
Cañadonga	<i>Cassiagrandis L.</i>	Fabaceae	2	-
Caña de azúcar	<i>Saccharumofficinarum L</i>	Poaceae	20	-
Capulí	<i>Muntingiacalabura L.</i>	Muntingiaceae L.	2	-
Ciruela	<i>Spondiaspurourea L</i>	Rosáceas	5	3
Ciruela dulce	<i>SpondiascythereaSonn</i>	anacardiaceae	3	-
Coco	<i>Cocos nucifera L</i>	Arecaceae (Palmae)	68	50
Corojo	<i>Acrocomia pilosa L</i>	Arecaceae	1	-
Espina de Cristo	<i>Euphorbiamiili L</i>	Apocinaceae	1	-
Fruta Bomba	<i>Carica papaya L</i>	caricaceae	1 117	-
Fruta del pan	<i>Artocarpusaltilis (Parkinson) Fosberg</i>	Moraceas	2	-
Flor de Jamaica			260	-

Guanábana	<i>Annonamuricata L</i>	Annonaceae	7	7
Granada	<i>Punicagranatum</i>	Fabaceae	10	1
Granadilla	<i>Granadilla capsularis (L.) Medik.</i>	Fabaceae	4	-
Grosella	<i>Cicca disticha L.,</i>	Oxalidaceae	3	-
Guayaba	<i>Psidiumguajava L</i>	Myrtaceae	60	210
Guayabita del pinar	<i>Alibertiaedulis (Rich.) A. Rich. ex</i>	Myrtaceae	3	-
Hicaco	<i>Chrysobalanusicaco L.</i>	Chrysobalnaceae	2	1
Jaca	<i>Artocarpusheterophyllus Lam.</i>	Moraceae	2	-
Jobo	<i>SpondiasmombiLin.</i>	Anacardiaceae	5	-
King gras	<i>Cenchruspurpureus</i>	Graminaceae	-	3 000
Lima	<i>Citrus lometta, Risso.</i>	Auranciáceas	-	1
Limón criollo	<i>Citrus aurantifolia L</i>	Auranciáceas	15	1
Limón francés	<i>Citrus limón L.</i>	Auranciáceas	4	-
Mamey colorado	<i>Pouteriasapota(Jacq)</i>	Sapotaceae	66	2
Marañón	<i>Anacardiumoccidentale, Lin.</i>	Anacardiáceas.	1	1
Mamey santo domingo	<i>Mammeaamericaca L</i>	clusiaceae	1	-
Mandarina	<i>Citrus reticulata L</i>	Rutaceae	4	-
Mamoncillo criollo	<i>HippomanemancinellaLin.</i>	Sapindáceas	2	1
Mango	<i>Mangifera indica L in.</i>	Anacardiáceas.	140	450
Manzana	<i>Eugeia jambos L.</i>	Rosáceas	1	-
Mapen	<i>Asperma (A.incisa L.F.)</i>		1	-
Maracuyá	<i>Passifloraedulis</i>	Passifloraceae	1	-
Melocotón	<i>Prunus persica</i>	Rosáceas	1	-
Mije	<i>Eugenia matanzensis O Berg</i>	Myrtaceae	3	-
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	-	833
Morera	<i>Morus alba</i>	Moraceae	-	1 250
Naranja Agria	<i>Citrus vulgaris,Risso.</i>	Auranciáceas	20	-
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis L</i>	Auranciáceas	2	-
Níspero	<i>Eriobotryajaponica</i>	Rosáceas	1	-
Noni	<i>Morindacitrifolia</i>	Rubiaceae	20	-
Pasa japonesa	<i>JapaneseraisinTru</i>	Rhamnaceae	1	-
Pepinillo	<i>CucumisanguriaLin.</i>	Oxalidaceae	1	-
Pera	<i>Pyruscommunis L.</i>	Rosáceas	3	-
Peralejo	<i>Bysornimacrossifolia (L.)</i>	Malpighiaceae	1	-
Piña ratón	<i>Bromeliapinguin L.</i>	Bromeliaceae	2	-
Pomarrosa	<i>Jambosavulgaris DC.</i>	Myrtaceae	1	1

Maní peruano	<i>Sacha inchi</i>	Euphorbiaceae	-	833
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	2	4
Uva caleta	<i>Coccolobavuifera L.</i>	Plantaceae	-	10
CULTIVO				
Calabaza	<i>Cucurbita maxima</i>	Cucurbitaceae	4 166	-
Frijol Negro	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae	800 000	200 00
Maíz	<i>Zea mays l.</i>	Poaceae	185 185	74 074
Pepino	<i>Cucumissativus L.</i>	Cucurbitaceae	4 000	-
Plátano	<i>Musa spp.</i>	Musaceae	100	50
Yuca	<i>ManihotesculentaCranzt</i>	Euphorbiaceae	450	-
Quimbombó	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Malvaceae	3 500	-
HORTALIZAS Y VEGETALES				
Acelga	<i>Beta vulgaris vr.</i>	Quenopodiaceae	4 000	2 133
Ajo puerro	<i>Allium porrum</i>	Amaryllidaceae	571	-
Ají Cachucha	<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae	308	-
Ají Pimiento	<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae	1 554	-
Berenjena	<i>Solanum malongena</i>	Solanaceae	54	-
Caña santa	<i>Cymbopogon citratus</i>	Poaceae	100	-
Cebolla reproductora	<i>Allium cepa</i>	Amaryllidaceae	800	-
Cebollino	<i>Allium schoenoprasum</i>	Liliáceas	400	-
Cilantro	<i>Coriandrum sativum(Lim)</i>	Apiaceae	2 000	-
Col	<i>Brassica oleracea capitata</i>	Brassicaceae	332	276
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>	Amaranthaceae	1 200	-
Habichuela	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Leguminosas	2 400	-
Hierba buena	<i>Mentha piperita</i>	Lamiaceae	1 500	-
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	Asteraceae	4 000	3 000
Pepino	<i>Cucumissativus</i>	Cucurbitaceae	200	--
Perejil	<i>Petroselinum hortense</i>	Umbelíferas	2 000	-
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>	Brassicaceae	-	1 333
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	Solaneaceae	833	-
Toronjil de menta	<i>Mentha piperita</i>	Lamiaceae	50	-
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	19 200	-
ORNAMENTALES				
Begonia	<i>Begonia semperflorensLink</i>	Begoniáceas	-	16
Cinta	<i>Pandanus utilis</i>	Pandanaceae	-	50
Croto	<i>Codiaeum variegatum L.</i>	Euphorbiaceae	-	73
Palma petate	<i>Coccothrinax crinita</i>	Arecaceae	-	31
Helecho	<i>Nephrolepis acuminata L</i>	Salviniaceae	-	54
Isora	<i>Ixora coccinea L.</i>	Rubiáceas	-	86
Malanga	<i>Colocasia spp.</i>	Aráceas	--	50
Marpacifico	<i>Hibiscus rosasinensis</i>	Malváceas	-	20
Oreja de	<i>Cectella erecta</i>		-	30

ratón				
Orquídea		Malváceas	-	5
Palma corcho	<i>Microcycas calocoma</i> , Miq.	Meliáceas	-	6
Palma	<i>Microcycas calocoma</i>	Meliáceas	-	10
Platycerium	<i>Platycerium bifurcatum</i>	Polypodioidae	-	2
Rosa	<i>Rosa spp.</i>	Rosáceas	-	10
Vicaria	<i>Catharanthus roseus</i>	Apocynaceae	-	50
	FORESTALES			
Algarrobo sp	<i>Samanea saman</i>	Fabaceae	20	-
Almácigo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseras	200	-
Anacahuitas	<i>Sterculia apetala</i>	Malvaceae	50	-
Atemoya	<i>Annona Atemoya mabb.</i>	annonaceae	20	-
Árbol del Nim	<i>Melia acetheracha</i>		62	-
Arraigan	<i>Myrica cerifera L.</i>	Myricaceae	6	-
Bambú	<i>(Bambusa vulgaris (Schrad)</i>	Poaceae	350	-
Ceibey cimarrón	<i>Passiflora maliformis L.</i>	Passifloraceae	1	-
Jambolán	<i>Syzygium cumini (L.) Skeels</i>	Myrtoideae	5	-
Majagua	<i>Talipariti elactus</i>	Malvaceae	15	-
Ocuje	<i>Calophyllum inophyllum</i>	Clusiaceae	82	-
Palma africana	<i>Caryota urens L</i>	Meliáceas	10	-
Palma barrigona	<i>Gaussia portoricensis H. Wendl.</i>	Meliáceas	14	-
Palo garañón o añil	<i>Morinda citrifolia L.</i>	Arecaceae	3	-
Piñón florido	<i>Gliricidia sepium Lamk</i>	Pinaceae	100	-
Total de Especie			92	45
Total de Individuos	-	-	1 041 745	109 928

Anexo 4. Finca “El Retiro” y “Placido González” reflejan las diferentes especies de la fauna.

Nombre Común	Especies Nombre Científico	Individuos Finca. “El Retiro”	Individuos Finca. “Placido González”
Caballo	<i>Equusferus caballus L.</i>	1	-
Carnero	<i>Ovis orientalis</i>	52	40
Cerdo	<i>Sus scrofa domestica L.</i>	-	100
Chivos	<i>Capra</i>	-	14
Conejos	<i>Orycto lagus cuniculus L</i>	-	60
Ganado mayor	<i>Bos primigenius taurus L</i>	11	11
Guineos	<i>Numida meleagris</i>	40	10
Jicotea	<i>Trachemys Stejnegeri</i>	10	-
Oca	<i>Anserindicus Latham</i>	5	-
Pato	<i>Nomonyx dominicusz</i>	30	-
Pavo real	<i>Pavo cristatus</i>	-	4
Pollos	<i>Pollardus spp.</i>	50	50
Sinsonte	<i>Mimus gundlachi</i>	2	2
Alevines	<i>Tilapia roja</i>	12 000	-
Tomeguín de la tierra	<i>Tiaris olivacea</i>	15	8
Toti	<i>Divesatro violaceus</i>	10	6
Total de especies	-	12	11
Total de individuos	-	12 226	309

Anexo 5. Integración de los datos calidad del suelo finca “El Retiro”

No	Indicador	Valor de campo					Valor promedio
		M1	M2	M3	M4	M5	
1	Estructura	8	8	7	8	8	8
2	Compactación	7	7	7	8	7	7
3	Profundidad de suelo	9	9	8	8	9	9
4	Actividad biológica	8	8	8	8	8	8
5	Estado de residuo	7	7	7	7	7	7
6	Desarrollo de raíces	9	8	9	9	9	9
7	Color, olor, materia orgánica	6	6	7	6	6	6
8	Infiltración	9	9	9	10	9	9
9	Retención	5	6	6	5	6	6
10	Erosión	9	9	10	9	9	9
11	Textura	8	8	8	8	8	8
12	Consistencia suelo seco	9	9	8	9	10	9
13	Consistencia suelo húmedo	8	8	7	8	8	8
14	Consistencia suelo mojado	7	8	7	8	8	8
	Media general						8

Anexo 6. Integración de los datos calidad del suelo finca “Placido González”

No	Indicador	Valor de campo					Valor promedio
		M1	M2	M3	M4	M5	
1	Estructura	6	6	5	6	6	6
2	Compactación	6	6	6	7	6	6
3	Profundidad de suelo	7	7	8	7	7	7
4	Actividad biológica	5	5	5	6	5	5
5	Estado de residuo	5	5	5	5	5	5
6	Desarrollo de raíces	5	5	5	5	5	5
7	Color, olor, materia orgánica	6	6	6	6	6	6
8	Infiltración	5	5	5	6	5	5
9	Retención	5	5	5	4	4	5
10	Erosión	8	7	8	8	7	8
11	Textura	4	4	4	4	4	4
12	Consistencia suelo seco	3	4	3	4	4	4
13	Consistencia suelo húmedo	3	3	4	3	4	3
14	Consistencia suelo mojado	3	3	3	3	3	3
	Media general						5

Fotos de la Finca El Retiro



Entrada de finca



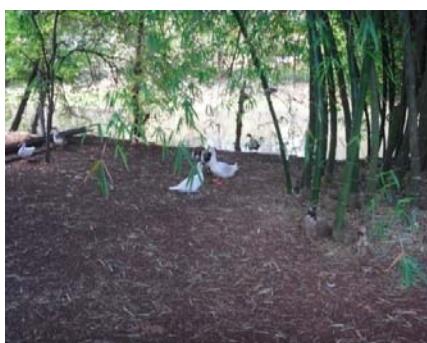
Campo de col



Biogás



Cuartón para vacunos



Patos en márgenes de laguna



Crías de patos



Laguna para cría de alevines



Presencia de piedras (Clase II)



Cultivo del maíz



Molino de viento

Fotos de la Finca Placido González



Campo de morera



Intercalado de lechuga en mango



Campo con sobrepastoreo



Cría de conejos



Presencia de saltanejos



Pastoreo vacuno



Estudio calidad del suelo



Cultivo de maíz