



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**Diagnóstico de la agrobiodiversidad, eficiencia energética y capacidad productiva de los suelos en la finca campesina “La Angelita”.**

**Tesis presentada en opción al Título Académico de  
Ingeniero Agrónomo.**

**Autor: Miguel Antonio González Cuevas.**

**Tutores: MSc. Jorge L. Álvarez Marquéz.**

**MSc. Idania Rodríguez Martínez.**

## **Matanzas 2018**

### **Dedicatoria**

El presente trabajo de diploma está dedicado a:

Mi madre por guiar siempre mis pasos, a mi padre Leonid por su preocupación y cuidado, a mi novia por su comprensión y a sus padres por su apoyo, a mi hermana Lia por su cariño, a mis abuelos por siempre estar para mí y a mis tías por su ayuda incondicional.

## **Agradecimientos**

A mi novia por la gran ayuda, apoyo y dedicación en la realización de este trabajo.

A mi madre por el amor, la educación, la paciencia y los valores con que formó la persona que hoy soy.

A todos los excelentes profesores que estuvieron presentes a lo largo de mi carrera estudiantil, en especial a los que contribuyeron a mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos que formaron parte de mi vida de estos últimos cinco años.

A los profesores que siempre dispuestos me ayudaron incondicionalmente en la realización del presente trabajo.

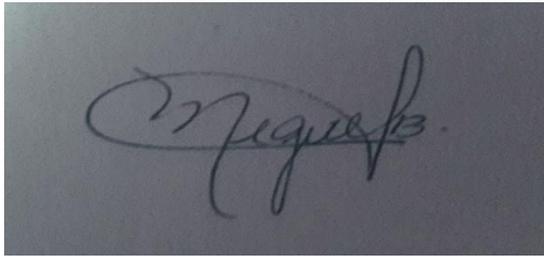
A mi tutor MSc. Jorge Luis Álvarez Marqués por todos los conocimientos que me ha brindado en la realización del trabajo de diploma y en mi formación como profesor.

Al propietario de la finca estudiada por su colaboración para poder desarrollar con calidad el presente trabajo.

A mi tutora MSc. Idania Rodríguez Martínez y a todas las personas que hicieron posible de una manera u otra llegar a cumplir esta meta.

### **Declaración de Autoridad**

Declaro que yo, **Miguel Antonio González Cuevas** soy el único autor de este Trabajo de Diploma, en calidad de lo cual autorizo a la Universidad de Matanzas a utilizar el mismo con la finalidad que estime pertinente.

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature is cursive and appears to read 'Miguel A. González Cuevas'.

Firma. \_\_\_\_\_

*“Se sale de la tierra tan contento cuando se ha hecho una obra grande”.*

*José Martí*



## **Opinión del Tutor**

El trabajo científico que hoy se presenta, en opción al Título de Ingeniero Agrónomo, titulado: Diagnóstico de la agrobiodiversidad, eficiencia energética y capacidad productiva de los suelos en la finca campesina “La Angelita”, del estudiante Miguel Antonio González Cuevas, constituye un importante instrumento metodológico realizado sobre bases científicas, para elevar la productividad del predio familiar en estudio, partiendo en su ejecución de un diagnóstico básico sobre el terreno, donde evaluó el nivel de agrobiodiversidad actual, la eficiencia energética y la capacidad productiva de los suelos, a fin de proponer la implementación de forma integrada de prácticas agroecológicas sostenibles, con el propósito de elevar la seguridad alimentaria y la resiliencia de la finca ante el impacto del cambio climático.

El estudiante en su vida universitaria ha demostrado interés y dedicación por el estudio, alcanzando un buen índice académico final de 4,1 puntos, ha sido muy estimado como alumno por todos sus profesores y desde el curso 2017 - 2018 se incorporó a la vida laboral como auxiliar técnico de la docencia (ATD), acompañando a los profesores de la asignatura Topografía, de la disciplina Manejo de Suelos y Agua.

Hoy como graduado formará parte de la cantera de profesores que serán la continuidad del claustro de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, donde le toca colaborar por mantener la categoría de excelente que hoy posee la Carrera de Agronomía.

Ambos tutores reconocemos el alto nivel de responsabilidad e independencia demostrado por el diplomante en el desarrollo del presente trabajo y nos sentimos honrados de haberlo acompañado en el presente ejercicio académico, lo felicitamos y le deseamos muchos éxitos en su trabajo como profesor universitario.

MSc. Jorge Luis Álvarez Marqués

MSc. Idania Rodríguez Martínez

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la finca campesina “La Angelita”, ubicada en el municipio Limonar, provincia de Matanzas, con el objetivo de determinar sus potencialidades para producir alimentos y energía de forma sostenible. Para ello se realizó un diagnóstico agroecológico evaluando los indicadores de agrobiodiversidad y energía de la finca, utilizando los software Driver y Energía 3.01, también se calculó el Índice de Renovabilidad IR, el cual es muy novedoso para evaluar el empleo de las diferentes fuentes renovables o no de energía que entran y salen del agroecosistema.

Se diagnosticó la calidad del suelo caracterizando las diferentes Clases Agrológicas presentes en las áreas de la finca, identificando las principales limitantes agroproductivas que ponen en riesgo la conservación y uso de este recurso natural, recomendando en cada caso su adecuado uso y manejo sostenible. Finalmente se destaca las principales prácticas agroecológicas que se desarrollan en la finca y la recomendación de las posibles acciones a desarrollar para transformarlas en un sistema sostenible y gestionable agroecológicamente. Los resultados del estudio indican la necesidad de acometer buenas prácticas agroecológicas para mejorar los índices de agrobiodiversidad, eficiencia energética y el manejo de los suelos, para alcanzar un sistema productivo integrado que resulte sostenible y eficiente.

Palabras claves: finca campesina, diagnóstico agroecológico, energía, Clase Agrológica, manejo de suelo.

## **SUMMARY**

The present work was carried out in the "La Angelita" farm, located in the municipality of Limonar, province of Matanzas, with the objective of determining its potential to produce food and energy in a sustainable manner. For this, an agroecological diagnosis was made, evaluating the indicators of agrobiodiversity and energy of the farm, using Driver and Energy 3.01 software, the IR Renobability Index was also calculated, which is very novel to evaluate the use of different renewable sources or no energy that enters and leaves the agroecosystem.

The soil quality was diagnosed characterizing the different Agrological Classes present in the areas of the farm, identifying the main agroproductive limitations that put in risk the conservation and use of this natural resource, recommending in each case its suitable use and sustainable management. Finally, it highlights the main agroecological practices that are developed on the farm and the recommendation of the possible actions to be developed to transform them into a sustainable and agroecologically manageable system. Those effects in the study indicate the need to undertake good agroecological practices to improve agrobiodiversity, energy efficiency and soil management, to achieve an integrated productive system that is sustainable and efficient.

Keywords: peasant farm, agroecological diagnosis, energy, agrological class, soil management.

## Tabla de contenido

<b>Índice</b>	<b>PÁG</b>
1. Introducción	1
2. Revisión Bibliográfica	5
2.1 La biodiversidad en el agroecosistema	5
2.2 Problemas ambientales derivados de la agricultura convencional	7
2.3 La agricultura de conservación y la agroecológica	9
2.4 Efectos de la Agricultura de Conservación en la conservación del suelo	12
2.5 Degradación y manejo sostenible de los suelos	13
2.6 La resiliencia de los agroecosistemas ante el cambio climático	16
2.7 Eficiencia energética y productiva de fincas familiares campesinas	17
3. Materiales y Métodos	19
3.1 Localización y características generales de la finca “La Angelita	19
3.2 Caracterización climática	20
3.3 Determinación de la clasificación del suelo, la formación geológica y la altimetría de la finca	20
3.4 Determinación de los índices de biodiversidad	20
3.5 Caracterización de las Clases Agrológicas e indicadores de la calidad del suelo	21
3.6 Determinación de la eficiencia energética y productiva	21
4. Resultados y Discusión	23
4.1 Caracterización de la finca familiar en estudio	23
4.2 Caracterización climática del municipio de Unión de Reyes	25
4.3 Distribución de la Geología presente en la finca “La Angelita”	28
4.4 Caracterización altimétrica de la finca “La Angelita”	29

4.5 Valoración de los índices de la agrobiodiversidad	30
4.6 Eficiencia energética y productiva	32
4.7 Clasificación de los suelos	33
4.8 Evaluación de indicadores de la calidad del suelo	35
4.9 Distribución de las Clases Agrológicas, uso y manejo del suelo	36
5. Propuesta de acciones para mejorar la producción sostenible de alimentos y energía	42
6. Conclusiones	45
7. Recomendaciones	46
8. Referencias Bibliográficas	47
Anexos	58

## 1. INTRODUCCIÓN

Para superar los grandes desafíos que afrontamos hoy, nuestras acciones futuras deben ser transformadoras, abarcar los principios de sostenibilidad y dirigirse a las causas fundamentales sin dejar a nadie atrás. Nuestro planeta enfrenta muchos retos complejos en el siglo XXI. Con la nueva Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la comunidad internacional está comprometida a actuar de manera conjunta para superarlos, y mejorar nuestro mundo en beneficio de las generaciones actuales y futuras. El 25 de septiembre de 2015, los 193 Estados miembros de las Naciones Unidas aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con 169 metas y 230 indicadores (FAO, 2017).

Si no cuidamos nuestras tierras y adoptamos una agricultura resiliente ante el clima, las generaciones futuras tendrán grandes problemas para alimentar a una población cada vez más numerosa. Una de las claves del éxito será desarrollar el sector rural y un enfoque que se centre en las poblaciones rurales. La agricultura es actualmente el mayor empleador del mundo y el sector económico más grande para muchos países. Pero la población rural que produce el 80% de nuestros alimentos representa cuatro quintas partes de los pobres del mundo.

Según las Naciones Unidas (2015) los países deberían aumentar su asistencia oficial para el desarrollo a la agricultura centrándose especialmente en los pequeños agricultores. Asimismo, las actividades de investigación y desarrollo (I+D) específicamente dedicadas a la pequeña agricultura sostenible deberían beneficiarse de nuevos mecanismos de financiación más accesibles a nivel internacional.

La inversión en agricultura sostenible y en la población rural ha demostrado ser un acelerador del desarrollo social eficaz para erradicar la pobreza extrema, el hambre y la malnutrición; promover la gestión sostenible de los recursos naturales, incluidos la biodiversidad, pesca, bosques, tierra, suelos, agua y océanos; y atenuar los efectos del cambio climático, adaptándose a él y creando resiliencia.

Acabar con la pobreza y el hambre para 2030 es factible, siempre que unamos nuestras fuerzas y actuemos en la dirección adecuada. Dirigirse a las causas fundamentales atendiendo a la población rural, facilitando el acceso a los programas de protección social, comprometerse con las inversiones y el crecimiento a favor de los pobres, promover alimentos y una agricultura sostenibles son prioridades de la agenda política necesaria para ayudar a los países a hacer realidad el compromiso histórico de la Agenda 2030.

Las inversiones dirigidas a los pequeños agricultores, silvicultores y pescadores, las mujeres y los jóvenes del medio rural y los grupos vulnerables tienen el potencial para producir efectos positivos y duraderos en el bienestar y el crecimiento de los países en desarrollo.

Los pequeños agricultores cubren cerca del 70% de la demanda total de alimentos en África y suministran en torno al 80% de los alimentos que se consumen tanto en Asia como en el África Subsahariana según Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2013). Además, producen el grueso de las principales exportaciones agrícolas de varios países en desarrollo.

En Cuba según Casimiro, L. y Casimiro, J. (2017), el sector agropecuario tiene una gran importancia en la economía, pues contribuye de forma directa a la conformación de 10% del producto interno bruto (PIB); e indirectamente, por su efecto multiplicador, como materia prima para el desarrollo de otras industrias como la alimentaria, azucarera, bebidas y licores, tabacalera, maderera, entre otras. Tanto es así, que alrededor de 57% del PIB en Cuba, según Nova (2016), depende directa o indirectamente de la actividad agropecuaria.

Es importante resaltar que la población urbana en Cuba representa el 75% del total, por lo que la producción agropecuaria en espacios urbanos y periurbanos constituye un significativo aporte a la economía local, pues se ha demostrado que en pequeños espacios familiares y comunitarios se pueden producir considerables volúmenes y variedades de alimentos (Cruz y Cabrera, 2015).

En este contexto Casimiro, L. y Casimiro, J. (2017), afirman que el desarrollo económico del país depende en gran medida de una mayor producción local de alimentos, lo cual es posible, además, sobre bases agroecológicas y teniendo en cuenta los principios para el diseño de sistemas autosuficientes, eficientes, biodiversos y resilientes, así como eliminando dependencias al usar los recursos localmente disponibles y cuidando, preservando y enriqueciendo la diversidad ecológica y cultural.

Lo anterior nos indica la gran importancia que carga sobre sus hombros la agricultura familiar, por lo que se decide llevar a cabo la realización de este trabajo, donde se realiza un diagnóstico de los indicadores de biodiversidad, energía y capacidad productiva de los suelos de una finca, con el fin de caracterizar el medio de producción agrícola y establecer propuestas de manejo para elevar la productividad a partir de las bases científicas de la agroecología.

## **PROBLEMA**

La finca campesina La Angelita no conoce sus índices de biodiversidad, eficiencia energética y adecuado manejo de los suelos para la producción agrícola de manera sostenible sobre las bases científicas de la agroecología.

## **HIPÓTESIS**

Si se hace una evaluación de la biodiversidad del agroecosistema, la eficiencia energética y del uso y manejo de los suelos, se puede realizar una propuesta adecuada para el incremento de la producción de alimentos de manera sostenible en la finca “La Angelita”.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los índices de biodiversidad, eficiencia energética y capacidad de uso de suelo en la finca campesina “La Angelita” para lograr producir alimentos de manera sostenible.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar índices de biodiversidad.
- Evaluar indicadores de eficiencia energética.
- Clasificar los suelos en cuanto a las Clases Agrológicas.
- Elaborar propuestas encaminadas a mejorar el uso y manejo sostenible de los suelos.
- Proponer prácticas agroecológicas para mejorar la producción sostenible de alimentos y energía.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 La biodiversidad en los agroecosistemas

Al decir de Oberhuber *et al.* (2010) la biodiversidad, abreviación de diversidad biológica, es el conjunto de todos los seres vivos del planeta, el ambiente en el que viven y la relación que guardan con otras especies. Está compuesta por los organismos vivos, así como todos los ecosistemas, y todas las relaciones que establecen entre sí, reflejando el número, la variedad y la variabilidad de los organismos vivos y también cómo éstos cambian de un lugar a otro con el paso del tiempo. Este autor comenta además sobre la amplísima diversidad, pero infiere en la acelerada pérdida que ha venido acarreado de manera acelerada desde los últimos 30 años. Barbault (2008), apoyando el planteamiento anterior afirma que en el año 2 000 ya se habían perdido 250 000 especies.

La biodiversidad cumple importantes funciones en relación con la resiliencia de los ecosistemas frente a cambios ambientales (Isbell *et al.* 2015) y en la regulación interna de los agroecosistemas (Altieri, 1999).

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

Los aspectos composicionales, estructurales y temporales de la biodiversidad, determinan en conjunto la dimensión funcional de la misma (Stupino *et al.*, 2014).

La agrobiodiversidad según plantea Sarandón (2009) está relacionada estrechamente con los conocimientos o decisiones de los agricultores (diversidad cultural).

Como afirma Gargoloffet *al.* (2011) las prácticas y conocimientos agrícolas asociados, desarrollados en vínculo con los recursos naturales, difieren según

los distintos grupos de agricultores de acuerdo a sus características ambientales, técnicas y socioculturales.

Leyva y Lores (2012), citando a Brack (2005) asegura que la biodiversidad agrícola es el indicador de mayor importancia para la sostenibilidad general de los agroecosistemas; ella refleja en su relación directa o indirecta, los cambios que ocurren a favor o en contra de la sostenibilidad, su riqueza natural actual y futura, es seguridad económica, alimentaria, de producción, de negociación y seguridad alimentaria para las generaciones presentes y futuras.

A través de la historia el ser humano ha tomado provecho de la agrobiodiversidad, haciendo uso de los diversos servicios de los ecosistemas (servicios de los que los humanos se benefician y que son proveídos de forma gratuita por los ecosistemas) (Hernández, 2010). El rol de la agrobiodiversidad en los agroecosistemas ha sido revalorizado en los últimos años por los servicios ecológicos que brinda, tales como el ciclado de nutrientes, la regulación biótica, el mantenimiento del ciclo hidrológico, la polinización, entre otros (UNEP, 2000; Swift *et al.*, 2004; Moonen y Bàrberi, 2008; Stupino *et al.*, 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.

La comparación de sistemas mixtos familiares con sistemas agrícolas empresariales al entender de Iermanó *et al.* (2015) permitirá comprender mejor el rol que cumplen los primeros en el desarrollo del territorio rural y su potencialidad para el aprovechamiento de los servicios ecológicos.

## **2.2 Problemas ambientales derivados de la agricultura convencional**

Ortega (2009) afirma que se han esgrimido diversos fundamentos acerca de los beneficios que se obtienen con la incorporación de la biotecnología, en la agricultura convencional. Lo que no se puede negar son las nefastas consecuencias que está ocasionando debido a la contaminación de las aguas y del ambiente, la pérdida de fertilidad de la tierra, el aumento de la deforestación, y la expulsión de comunidades campesinas e indígenas, debido al uso intensivo de cantidades inmensas de químicos, fertilizantes sintéticos, semillas transgénicas, combustibles y agrotóxicos arrojados sin control.

Los efectos negativos de la actividad humana sobre el ambiente son producto de la población, el nivel de consumo por habitante y las tecnologías utilizadas para sostener los consumos globales (Meadows y Randers, 2012).

Pengue (2005) plantea que a través de infiltraciones principalmente de los plaguicidas, se llegan a contaminar las aguas subterráneas y por la dispersión producida por la acción del viento las zonas circundantes, contaminando los ríos, lagunas y arroyos. Como se mencionó anteriormente esta situación está determinada por la persistencia de los plaguicidas, es decir, el tiempo que permanecen en el suelo manteniendo su actividad biológica, lo cual depende de su toxicidad y de su capacidad de degradación.

Ortega (2009) asegura además que la agricultura convencional ha ganado la batalla hasta el momento, demostrando su capacidad de producción y rentabilidad, pero a un costo extremadamente peligroso para la continuidad de la vida sobre la tierra. La sustentabilidad de este tipo de producción agrícola podría provocar un desastre ecológico incalculable haciendo imposible la permanencia de la vida en el planeta y/o la producción suficiente de alimentos para los miles de millones de seres hambrientos existente en el mundo.

Andrade (2016) indica que la pérdida de biodiversidad ha alcanzado valores alarmantes, superando ampliamente el umbral de seguridad. Esta se debe principalmente al deterioro y transformación de los hábitats naturales en explotaciones agropecuarias.

Otro efecto devastador para la tierra a causa del uso indiscriminado de plaguicidas es la salinización del suelo. De acuerdo con planteamientos de Ortega (2009) algunos datos indican que, alrededor de 1,5 millones de hectáreas se pierden cada año debido al sistema de regadío, que hace que el suelo se degrade más aún. Según la FAO, alrededor del 24% del total de tierra regada que corresponde a alrededor de 80 millones de hectáreas se encuentran dañadas por salinización.

Según indica Landero *et al.* (2016) el sistema de producción agropecuaria convencional profundiza la ruptura del equilibrio ecológico de la naturaleza, debido a la lógica extractiva, su impacto es destructivo y contaminante para el suelo como ser vivo para la salud humana, pero además contribuye al calentamiento del clima.

En la medida que los años de producción convencional aumentan, disminuye el contenido de materia orgánica, se incrementa la densidad del suelo y por tanto disminuye la capacidad de infiltración del agua Landero *et al.* (2016).

Los impactos de la actividad agrícola sobre el agua se pueden englobar fundamentalmente según López (2012) en tres: consumo del recurso, contaminación por fertilizantes y contaminación por fitosanitarios, entre estos cabe resaltar la contaminación por fertilizante donde plantea que un exceso de fertilización, un exceso de riego o la abundancia de precipitaciones concentradas en periodos cortos favorecen el lavado de los fertilizantes y su lixiviación, pudiendo contaminar los acuíferos subyacentes a las áreas agrícolas.

Muchas de las prácticas comunes hasta hoy en la agricultura buscan incrementar la producción y la rentabilidad a corto plazo simplificando el manejo, desconociendo los procesos inherentes a cada sistema de producción e ignorando los posibles efectos negativos sobre el ambiente y los servicios ecosistémicos (Leonardi *et al.*, 2015).

Foley *et al.* (2011) plantean que la agricultura por avanzar sobre áreas de bosques y otros hábitats, tiene una alta responsabilidad en los incrementos en la tasa de extinción de especies. Ya se ha deforestado un 45% de bosques templados y un 27% de bosques tropicales.

El riego de los cultivos significa alrededor del 70% de la utilización global del agua azul (Molden, 2007).

Por otro lado Hoekstra y Mekonnen (2012), afirman que el consumo de agua total por los cultivos representa el 92% del valor anual global de la huella hídrica, o sea del volumen total de agua dulce utilizado por las distintas actividades humanas.

### **2.3 La agricultura de conservación y la agroecológica.**

Según (Vuelta, 2011) la Agricultura de Conservación (AC) se basa en el concepto fundamental del manejo integrado del suelo, el agua y todos los recursos agrícolas. Su característica principal es que bajo formas específicas y continuadas de cultivo, la regeneración del suelo es más rápida que su degradación, de modo que la intensificación de la producción agrícola es económica, ecológica y socialmente sostenible, asegura además que está siendo promovida a nivel mundial por centros de investigación y otros organismos internacionales como una alternativa a la agricultura convencional para conservar los recursos de agua y suelo dentro de los agroecosistemas.

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2013), la AC se basa en la combinación de tres elementos: 1) minimizar la alteración del suelo; 2) maximizar la cubierta vegetal del suelo con otros cultivos, pastos o residuos del cultivo anterior (aproximadamente un 30% de la superficie del suelo cubierta); 3) favorecer la actividad biológica del suelo a través de rotaciones de cultivos.

Teniendo en cuenta la influencia económica (15-20% del producto interno bruto), social (20-50% de la población) y cultural del sector, la mayoría de los países del Caribe insular están obligados a movilizar sus propias iniciativas y recursos y a buscar alianzas estratégicas de cooperación solidaria para ir creando las bases que les posibiliten un tránsito hacia una nueva, más productiva, eficiente y competitiva agricultura caribeña, que hoy en condiciones económicas, sociales, agroecológicas y ambientales más difíciles que en el pasado, está obligada a crecer, desarrollarse y perfeccionarse sobre bases sustentables, como premisa obligada para la seguridad alimentaria nacional y

regional, el desarrollo rural y la eliminación de la pobreza en el campo (Jehan y Umana, 2003).

León y Altieri (2010) indican que la agroecología puede definirse como la ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas desde el punto de vista de sus interrelaciones ecosistémicas y culturales, es decir, desde el punto de vista ambiental.

La idea principal de la agroecología es ir más allá de las prácticas agrícolas alternativas y desarrollar agroecosistemas con una mínima dependencia de agroquímicos e insumos de energía. La agroecología es tanto una ciencia como un conjunto de prácticas. Como ciencia se basa en la “aplicación de la ciencia ecológica al estudio, diseño y manejo de agroecosistemas sustentables” (Altieri, 2002). Lo anterior conlleva la diversificación agrícola intencionalmente dirigida a promover interacciones biológicas y sinergias benéficas entre los componentes del agroecosistema, de tal manera que permitan la regeneración de la fertilidad del suelo y el mantenimiento de la productividad y la protección de los cultivos.

La ciencia agroecológica se inserta justamente en el 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 *et al.*, 2015).

León *et al.* (2014) hacen referencia a que la agroecología ha abierto las puertas al estudio de los componentes culturales, es decir, simbólicos, socioeconómicos, políticos, históricos, filosóficos y tecnológicos que inciden en los campos de cultivo con igual o en algunos casos con mayor fuerza que las variables meramente ecológicas.

Según Morales y Casado (2011), la agricultura ecológica (AE) es la implementación más consistente de esta estrategia y ha crecido fuertemente en el mundo. La AE aumenta la complejidad de los agroecosistemas y fortalece los procesos ecológicos (ciclos de nutrientes, control natural de plagas) necesarios para incrementar la sustentabilidad.

En Cuba según Sabourin *et al.* (2017) en la producción agropecuaria, la mayoría de los especialistas que trabajan en las provincias y municipios, así como técnicos de base y agricultores, está generalizada la apropiación de la agroecología y agricultura sostenible en base a las nombradas prácticas agroecológicas, para definir: una agricultura ecológica diferente a la convencional mediante:

1. la sustitución de insumos químicos por biológicos, principalmente plaguicidas y fertilizantes.
2. las diferentes prácticas de conservación y manejo del suelo, como la rotación de cultivos, el laboreo de conservación, entre otras.
3. diversificación e integración de tipos de rubros productivos, principalmente los policultivos.
4. integración de barreras vivas y otras prácticas con la vegetación no cultivada.
5. el modelo de fincas establecido desde la agricultura tradicional campesina.

Machín *et al.* (2010), plantea que el Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino (MACaC) de la ANAP, expresa que frente al modelo convencional, la agroecología ofrece a Cuba sostenibilidad, soberanía y seguridad alimentarias, al asegurar:

- a) mayor resiliencia frente a los embates climáticos tan comunes en la isla (huracanes, sequías, inundaciones, etcétera).
- b) restauración de los suelos degradados por efecto del uso intensivo de agroquímicos.
- c) alimentos sanos (ningún daño contra la salud).
- d) mayor productividad.
- e) ahorro en divisas, insumos e inversiones (Machín *et al.*, 2010).

## **2.4 Efectos de la Agricultura de Conservación en la conservación del suelo.**

Los elementos primordiales de la AC (no laboreo, cubierta de suelo y rotaciones) están siendo incorporados en diferentes políticas ambientales y agrícolas por su capacidad de frenar procesos de degradación del suelo como la erosión, la compactación y la disminución de materia orgánica (Soane *et al.*, 2012), los mismos revisaron diversos estudios sobre la AC y mostraron que la aplicación en conjunto de los tres elementos de la AC favorece la conservación y calidad del suelo. En Andalucía, otros ensayos realizados en fincas experimentales han mostrado un aumento del carbono orgánico y de la infiltración del agua en el suelo y menores tasas de erosión en cultivos en secano (López *et al.*, 2010; López *et al.*, 2011; Melero *et al.*, 2011a, b) y en regadío (Boulal y Gómez, 2010; Boulal *et al.*, 2011; Panettieri *et al.*, 2013).

Estas mejoras de la calidad del suelo asociadas a la AC, a consecuencia de la reducción del laboreo y del establecimiento de una cubierta vegetal, también favorecen la conservación de la biodiversidad del suelo (Soane *et al.*, 2012). Estudios en climas mediterráneos han mostrado como, en comparación con los sistemas de laboreo convencional, la práctica de no laboreo favorece la abundancia de artrópodos y de lombrices (Erroussi *et al.*, 2011; Pelosi *et al.*, 2014) y presenta mayores niveles de biomasa microbiana y de actividades enzimáticas, tanto en secano como en regadío (Madejón *et al.*, 2009; Melero *et al.*, 2011b; Panettieri *et al.*, 2013).

Melero *et al.* (2011a) aseguran que la conservación de suelo es importante para evitar problemas medioambientales graves a largo plazo. A corto plazo, los sistemas de AC son sistemas agrícolas y tienen que ser viables en términos agronómicos y económicos a escala comercial.

Verhulst *et al.* (2015) afirman que en suelos con cero labranza y retención de residuos mejora la distribución de agregados secos en comparación con la labranza convencional. Por lo tanto, los suelos de los cultivos con cero labranza y con retención de residuos se vuelven más estables y menos susceptibles al deterioro estructural, mientras que los suelos cultivados con labranza son propensos a la erosión.

El uso del aprovechamiento integral de los recursos naturales disponibles (estiércol, residuos y vegetales) y de bajo costo para la producción permite obtener mayores rendimientos de los cultivos, protegiendo el suelo sin contaminarlo y haciendo más segura su manipulación (Cetzal *et al.*, 2019 citando a Leon, 2006).

El ciclaje de nutrientes es la principal forma de distribución de elementos en el suelo, en la parte superficial de este se encuentran la mayoría de ellos, esto es debido al aporte de las hojas que caen de las plantas, las cuáles al descomponerse liberan los nutrientes y según indican Segura *et al.* (2012) entre el 70 y 90% de los nutrientes requeridos para el crecimiento de las plantas pueden ser proveídos por la descomposición de las hojas.

## **2.5 Degradación y manejo sostenible de los suelos**

Según las investigaciones de Cartes (2013) la degradación del suelo se puede entender como la pérdida de equilibrio de sus propiedades, lo que limita su productividad. Ella tiene expresión en aspectos físicos (erosión), químicos (déficit de nutrientes, acidez, salinidad, otros) y biológicos del suelo (deficiencia de materia orgánica), además plantea que no es otra cosa que la reducción de la capacidad del suelo para mantener una productividad sostenida. La sostenibilidad no implica necesariamente una estabilidad continua de los niveles de productividad, sino más bien la resiliencia de la tierra; en otras palabras, su capacidad para recuperar rápidamente los niveles anteriores de producción o para retomar la tendencia de una productividad en aumento después de un período adverso a causa de sequías, inundaciones o abandono, mal manejo humano, entre otros factores.

Amaro *et al.* (2019) indica que la agricultura convencional altera de forma severa la estructura del suelo, tanto así que, según la FAO (2015), la degradación del suelo afecta a un 33% de los suelos agrícolas a nivel mundial. En el año 2006, la Comisión Europea, preocupada por la magnitud del problema, identificó una serie de amenazas relacionadas con la agricultura que están favoreciendo este proceso de degradación del suelo (Louwagie *et al.*, 2011). Algunas de estas amenazas como la erosión, la compactación y la

pérdida de materia orgánica están directamente relacionadas con las prácticas de laboreo del suelo (Jones *et al.*, 2012)

A nivel europeo, los mayores riesgos de pérdida de suelo se asocian a fenómenos naturales, como las precipitaciones intensas, y de tipo antropogénico, como el laboreo profundo con arado de vertedera (Prager *et al.*, 2011).

Martínez *et al.* (2017) afirman que la Estrategia Ambiental, identificó a la degradación de suelos como uno de los cinco problemas ambientales principales de Cuba, basándose en los resultados de más de 30 años de investigación científica sobre la situación de los suelos, bosques, recursos hídricos y calidad de la atmósfera.

La degradación del suelo no solo provoca afectaciones en el aspecto sociopolítico, con la emigración de personas hacia lugares productivos, en el orden medio ambiental con la contaminación de las aguas, la extinción de las especies, el incremento de áreas desérticas y otros, sino además en el orden económico, ya que son necesarias inversiones cada vez mayores para mantener los niveles de producción (Riverol y Aguilar, 2015).

Investigaciones realizadas por Martínez *et al.* (2017) destacaron que los procesos de degradación en un alto por ciento se manifiestan por un inadecuado manejo y explotación de los suelos que dan lugar a la erosión, salinidad, compactación, acidez y otros procesos que limitan la productividad de los mismos

La Erosión de los suelos como factor degradativo de los mismos

Cartes (2013) indica que la erosión corresponde al proceso de desgaste de la superficie terrestre, provocada por la acción de las fuerzas de la naturaleza, contribuyendo a la transformación del suelo. Por otra parte, se denomina erosión acelerada al proceso de degradación que induce el hombre en los suelos, a través de prácticas incorrectas de uso y manejo. La erosión es considerada un problema en el sector silvoagropecuario, porque el suelo es un recurso no renovable y altamente vulnerable a la acción antrópica y a las condiciones de variabilidad climática y de cambio climático global.

En la Unión Europea (UE-27), aproximadamente 1,3 millones de km<sup>2</sup> presentan pérdidas de suelo relacionadas con la erosión hídrica y, de esta superficie, aproximadamente un 20% registra pérdidas de suelo anuales de más de 10 t ha<sup>-1</sup> (Jones *et al.*, 2012). Esta pérdida de suelo supone una amenaza grave, especialmente para los países del Mediterráneo.

Los períodos de sequía, junto con la irregular distribución de las lluvias y los episodios de torrenciales, característicos del clima mediterráneo, son los principales factores ambientales que aumentan la vulnerabilidad de estos suelos a la erosión (De la Rosa, 2008).

En Andalucía, el riesgo de erosión del suelo es muy alto y según el Inventario Nacional de Erosión de Suelos español, cada año se pierden como media unas 23,8 t ha<sup>-1</sup> de suelo (INES, 2014).

En la actualidad, más del 40% de los suelos cubanos presentan afectaciones por erosión así lo aseguran Martínez *et al.* (2017) y si se refiere a la erosión potencial, ese porcentaje se eleva hasta el 56% (Riverol y Aguilar, 2015), lo cual es alarmante si se considera que el primer signo de la reacción en cadena desatada por este factor es la disminución del rendimiento agrícola.

Carmona (2015) afirma que desde los inicios de la agricultura el laboreo del suelo ha estado presente con los objetivos de preparar el lecho de siembra y de eliminar la flora arvense. Las técnicas tradicionales se basaban en el arado arrastrado por animales (tracción animal), el barbecho, el abonado con estiércol y en algunas condiciones el regadío. Con el tiempo el manejo del suelo ha ido evolucionando influenciado por las circunstancias ambientales, socioeconómicas e históricas de cada zona.

Según Montiel e Ibrahim (2016), las opciones agroforestales en muchos casos ofrecen mejores oportunidades productivas y de recuperación de los suelos degradados que generan servicios ambientales y ecosistémicos. Para ello se utilizan sistemas de intensificación sustentable y se cuida la fertilización de acuerdo con las propiedades del suelo. Otro ejemplo de opciones de recuperación se enfoca en el uso de materia orgánica. Muchas fincas degradadas se han recuperado con plantas que se descomponen rápidamente, con el fin de dar nutrientes al suelo de manera ágil, así como con plantas que

se descomponen lentamente para proteger el suelo y generar un efecto residual.

El suelo según las investigaciones de Vidal (2015), 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 y es más difícil que ese sistema se degrade, además también se debe tener en cuenta el grado de intervención humana en la modificación de los ecosistemas naturales y así dar origen a nuevos agroecosistemas que posean tierras con mejor potencial para determinada actividad productiva.

## **2.6 La resiliencia de los agroecosistemas ante el cambio climático**

Altieri y Nicholls (2013), afirman que resiliencia se define como la posibilidad de un sistema de retener su estructura organizacional y su productividad tras una perturbación. Estos mismos autores resaltan que un agroecosistema es “resiliente” si es capaz de seguir produciendo alimentos, a pesar del gran desafío de una severa sequía o una tormenta.

La resiliencia es un concepto de amplio uso en el análisis de los problemas ambientales y se define en el contexto del estudio de los agroecosistemas como la capacidad del sistema agrícola de interactuar con una “onda” o disturbio de naturaleza ecosistémico o cultural, adaptarse, recuperarse y retornar a un estado funcional y estructural, afirma Cleves (2018).

Se dice que un sistema productivo o un ecosistema es resiliente cuando tiene la capacidad para resistir o recuperarse del estrés o de los choques que sufre y así regresar al nivel anterior de desempeño productivo o de crecimiento, según The Montpellier Panel (2012) citado por Nicholls y Altieri (2013).

Según afirma Lin (2011) la resiliencia tiene dos dimensiones: resistencia a los shocks (eventos extremos) y la capacidad de recuperación del sistema.

Nicholls *et al.* (2013) indica que los sistemas agrícolas más diversos con una gama más amplia de rasgos y funciones son capaces de comportarse mejor bajo condiciones ambientales cambiantes. Las investigaciones revelan que hay

tres maneras como la biodiversidad se relaciona con la capacidad funcional y la resiliencia de agroecosistemas:

- a. La biodiversidad incrementa la función del agroecosistema pues diferentes especies juegan roles diferentes y ocupan nichos diversos.
- b. En general hay más especies que funciones en un agroecosistema diverso, por lo que existe redundancia en los sistemas.
- c. La biodiversidad incrementa la función del agroecosistema porque esos componentes que parecen ser redundantes en un tiempo determinado, son importantes cuando ocurre un cambio ambiental. De esta manera las redundancias del sistema permiten que en medio de cambios ambientales el agroecosistema siga cumpliendo funciones y prestando servicios ecológicos.

El análisis del nivel de vulnerabilidad según Henao *et al.* (2007), sirve para proponer medidas tendientes a aumentar la resiliencia y persistencia de los agroecosistemas en el tiempo.

Cleves (2018) citando a León (2010) plantea que el estado de la estructura y la función de los ecosistemas determinarán la magnitud de la respuesta a los disturbios, los sistemas agrícolas diversificados y por ende complejos están en capacidad de adaptarse y resistir los efectos de los eventos climáticos y por lo tanto, la diversidad de los cultivos es una estrategia a largo plazo para proteger a los agricultores de los efectos ambientales asociados con la variabilidad y cambio climático.

## **2.7 Eficiencia energética y productiva de fincas familiares campesinas**

Según los planteamientos de López (2012) el consumo de energía en agricultura se debe principalmente al transporte de insumos y productos, al uso de maquinaria, automatismos en invernaderos o sistemas de riego o transformación y empaquetado de productos. Otros consumos energéticos importantes son los derivados del uso del agua, como impulsiones, desalación o desalinización fundamentalmente.

La energía está disponible para los agroecosistemas a partir de dos fuentes fundamentales: la energía ecológica y la energía cultural Funes-Monzote (2009) citando a (Gliessman, 2001). La ecológica es aquella que proviene directamente del sol e interviene en la producción de biomasa a través de los organismos fotosintéticos. La cultural es la que suministran los seres humanos a fin de optimizar la producción de biomasa en los agroecosistemas.

Al entender de Funes-Monzote (2017), el diseño de sistemas sustentables para la producción de alimentos y energía constituye una necesidad para realizar una agricultura que sea medioambientalmente sensible, económicamente factible, socialmente aceptable y de esta manera, respetar, proteger y ayudar a restaurar los ciclos y procesos naturales.

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

El reto de la producción de alimentos con el uso de prácticas sostenibles ha motivado la necesidad de desarrollar sistemas productivos integrales y diversificados, que se caractericen por el uso más eficiente de los insumos y la energía, basado en los principios de la ciencia agroecológica (Funes-Monzote *et al.*, 2012; Sarandón y Flores, 2014).

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

Blanco *et al.* (2012) plantea que los pequeños productores campesinos son globalmente el grupo de mayor importancia para la seguridad alimentaria local y nacional en los países en desarrollo. Por lo tanto, lograr una correcta integración e intensificación de sus producciones, que posibilite el aumento así de las producciones de alimentos y energía para este grupo de productores

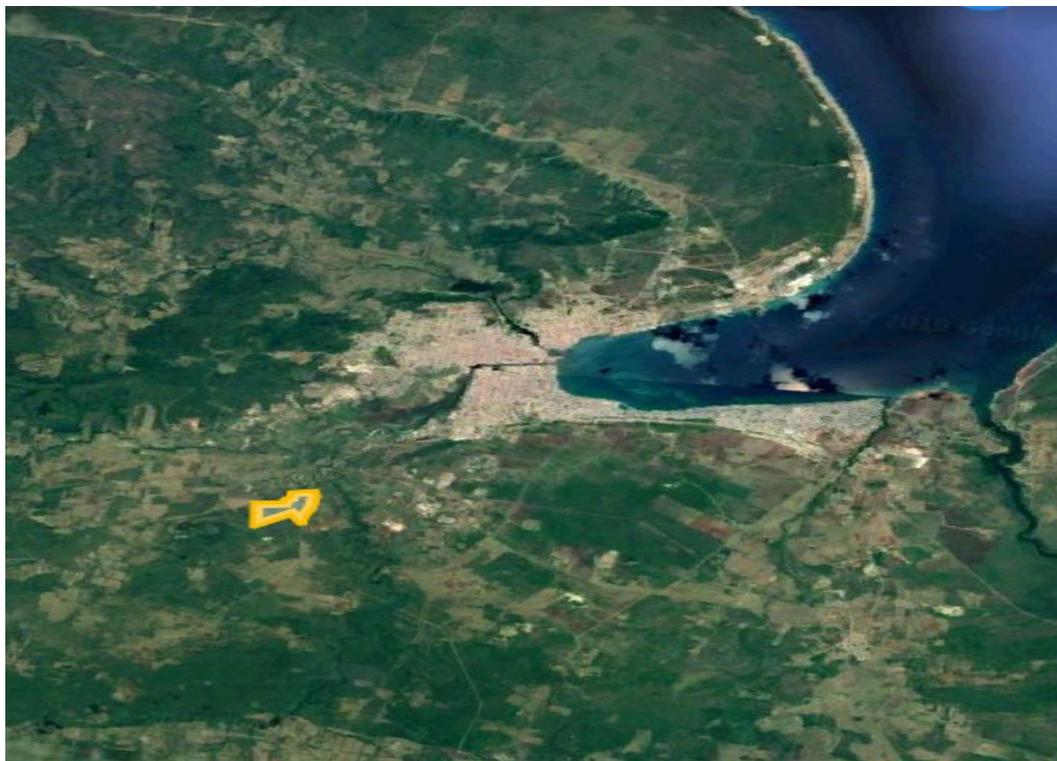
puede ser la mejor posibilidad de mejorar tanto el abastecimiento local (rural) y nacional de alimentos y la seguridad energética, y reducir la pobreza y el impacto ambiental al mismo tiempo.

### **3. Materiales y Métodos:**

#### **3.1 Localización y características generales de la finca “La Angelita”.**

El estudio se realizó en provincia de Matanzas, Municipio Limonar, Consejo Popular "San Francisco de Paula". Barrio San Juan, donde fue seleccionada para su diagnóstico y análisis la finca “La Angelita”.

Se ubica en la cuenca hidrográfica del Río San Juan, limita al Norte y al Sur con otra finca campesina, propiedad de Joaquín Roque y con la Granja dos de la Empresa Genética de Matanzas, al Este con la propiedad de Ubaldo Pérez y al Oeste también se encuentran las instalaciones de la Granja dos de la Empresa Genética de Matanzas.



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

Figura 1. Ubicación de la finca “La Angelita”.

### **3.2 Caracterización climática.**

Para esta caracterización se obtuvieron de la Sede Provincial del Instituto de Meteorología los datos climáticos del municipio de Unión de Reyes, de los cuales se analizaron las variables temperatura, humedad relativa y precipitación de los períodos comprendidos entre 1970-2018 (histórico) y 2009-2018 (últimos 10 años).

### **3.3 Determinación de la clasificación del suelo, la formación geológica y la altimetría de la finca.**

Estas informaciones fueron obtenidas de la base de datos digital de GEO-CUBA, a partir de la georeferenciación de la finca, donde con la utilización del sistema de información geográfica QGIS versión 2,18 se confeccionaron los mapas correspondientes.

### **3.4 Determinación de los índices de biodiversidad.**

#### **3.4.1 Identificación de especies y conteo de individuos**

A partir de un recorrido de campo con el campesino se realizó la identificación de especies y conteos de individuos, como parte de la metodología del proyecto BIOMAS-CUBA ver (Anexo 1). Para la caracterización e identificación de la vegetación nos auxiliamos de las claves taxonómicas de Roig (1965 y 2012) y Acevedo y Strong (2012).

#### **3.4.2 Determinación de los índices de biodiversidad.**

Teniendo en cuenta lo planteado por Brack (2005), la biodiversidad agrícola es el indicador de mayor importancia para la sostenibilidad general de los agroecosistemas; ella refleja en su relación directa o indirecta, su riqueza natural actual y futura. Se ha determinado un grupo de índices que miden este parámetro ver (Anexo 3), utilizando para ello el software: Divers (Franjas, 1993), el cual permitió calcular los siguientes índices ecológicos: Riqueza específica, Equitatividad, Diversidad de Margalef, Diversidad de Shannon-Winner y Diversidad de Simpson.

### **3.5 Caracterización de las Clases Agrológicas e indicadores de la calidad del suelo**

Para la caracterización de las clases agrológicas primeramente se realizó un recorrido de reconocimiento y análisis de cada una de las zonas de la finca en estudio, donde se fueron evaluando diferentes puntos con la ayuda de una barrena, la cual permitió mediante pequeñas muestras identificar datos característicos de cada sitio como la profundidad efectiva, presencia de carbonatos en el perfil del suelo etc., además se utilizó un nivel para hallar la pendiente de cada área, a fin de obtener otras limitantes edáficas como el relieve del terreno y la susceptibilidad a la erosión. Mediante las observaciones de cada campo identificamos otras limitantes como la presencia de piedras y rocas, partiendo de todos estos datos se procedió al establecimiento de las Clases Agrológicas, según la metodología con carácter docente propuesta por Álvarez (2015), identificando las clases y las líneas de separación de las mismas; posteriormente con el uso de la ubicación GPS de un teléfono móvil acompañado de una aplicación Android (donde se referenció geográficamente cada uno de los puntos tomados en la finca) y con la ayuda de un sistema de información geográfica QGIS versión 2,18 denominado Quantum GIS (QGIS), se realizó la confección de los mapas.

Para la evaluación de los indicadores de la calidad del suelo, según metodología propuesta por Álvarez *et al.* (2016), se llevó a cabo la selección de un campo dedicado actualmente a cultivos en rotación, en el cual se realizó la toma de cinco puntos en una línea diagonal por el centro del campo. En cada uno de estos puntos, se abrió una pequeña excavación de 30 cm auxiliándonos de un pico y una pala, posteriormente se procedió a la valoración de las 14 variables del instrumento evaluador de la calidad del suelo.

### **3.6 Determinación de la eficiencia energética y productiva.**

Para la colecta de la información se empleó el diagnóstico rural rápido, acorde a lo planteado por (McCracken *et al.*, 1988 y Bellon, 2001 citados ambos por Funes *et al.*, 2012), donde a partir de recorridos, entrevistas con los miembros de la familia, mediciones directas en campo y revisiones de archivos existentes,

fue recogida la información, 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 según metodología de (Funes-Monzote, 2009), teniendo en cuenta la producción vegetal y animal obtenida y los insumos externos utilizados durante el año 2018. Este sistema permite realizar el cálculo de 15 parámetros relacionados con la eficiencia energética del sistema productivo (Ver anexo 2); de ellos en el presente estudio se analizan siete.

Los indicadores evaluados, son: Producción total, Energía insumida, Energía producida, Cantidad de personas que alimenta el sistema en energía y en proteína y Balance energético.

Se calculó el Índice de Renovabilidad Energética (Vizcón, 2014) en función de las fuentes renovables y no renovables disponibles en el agroecosistema a través de la siguiente fórmula:

$$IR = (E_{\text{fero}} + E_{\text{th}}) / (E_{\text{dies}} + E_{\text{elec}} + E_{\text{fero}} + E_{\text{th}}) \times 100$$

Dónde:

IR: Índice de Renovabilidad

E<sub>fero</sub>: Energía renovable

E<sub>th</sub>: Energía del trabajo humano

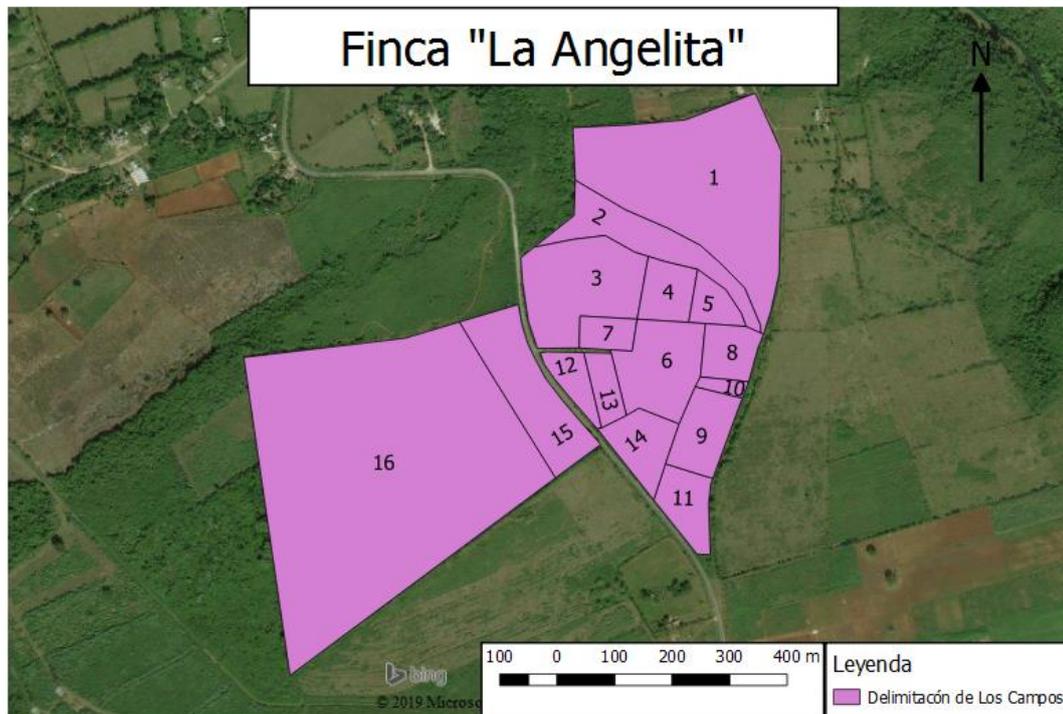
E<sub>dies</sub>: Energía en diesel

E<sub>elec</sub>: Energía eléctrica

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Caracterización de la finca familiar en estudio.

La finca posee actualmente 16 campos, localizándose en la zona central los de menor área y en ambos extremos los más extensos. (figura 2).



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

Figura 2. Distribución de los campos de la finca "La Angelita".

**Tabla 1. Áreas de los campos de la finca “La Angelita”.**

<b>Campos</b>	<b>Área(ha)</b>
1	7,71
2	2,04
3	3,13
4	0,90
5	0,58
6	2,13
7	0,54
8	0,87
9	1,26
10	0,21
11	1,02
12	0,64
13	0,57
14	1,13
15	2,61
16	19,56
Total	44,9

Como se puede observar en la tabla 2, la finca en estudio se caracteriza en cuanto al área disponible y su utilización en la producción agrícola y ganadera; dicho estudio arrojó que el área de uso disponible, excluyendo la zona de instalaciones y las improductivas, es de 39,33 ha, de ellas hay actualmente en uso efectivo un 57% de dicha área, debido fundamentalmente al alto grado de enmalezamiento que presenta la finca, lo cual no es beneficioso, por lo que se debería realizar un mayor aprovechamiento del área productiva y así establecer una mejor integración entre los diferentes componentes, además de mejorar la eficiencia económica y energética. 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 según Rodríguez *et al.* (2017); al no cumplirse este indicador en el caso objeto de estudio debe ser

un elemento importante a tomar en cuenta por el campesino para lograr mejores resultados en la sostenibilidad de la finca.

**Tabla 2. Distribución y área actual de la finca “La Angelita”.**

Uso de la tierra	Área (ha)
Área Total	44,99
Área total de pastoreo	34,48
Área efectiva de pastoreo	17,58
Área de cultivo	1,08
Frutales	1,83
Forestales (Bosque en galería)	2,04
Instalaciones	2,67
Improductivas	2,90

#### 4.2 Caracterización climática del municipio de Unión de Reyes

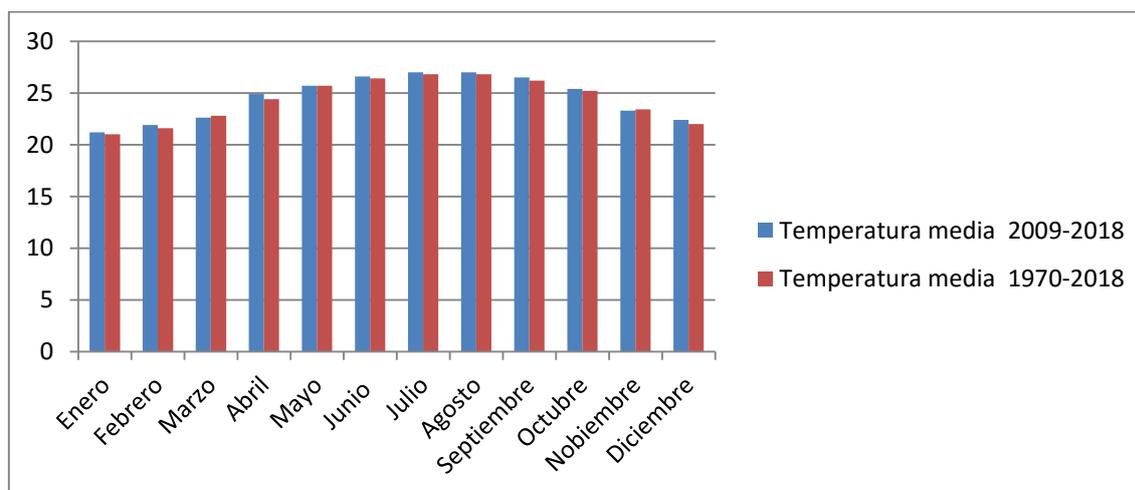


Figura 3. Gráfico comparativo de Temperatura Media, del municipio de Unión de Reyes.

Los resultados del comportamiento de la temperatura de los últimos 49 años, comparados con los últimos 10 años (figura 3), muestran el incremento de la temperatura por acción del cambio climático, donde en 9 meses del año la tendencia es al incremento, el cual ocurre fundamentalmente entre los meses de abril a octubre

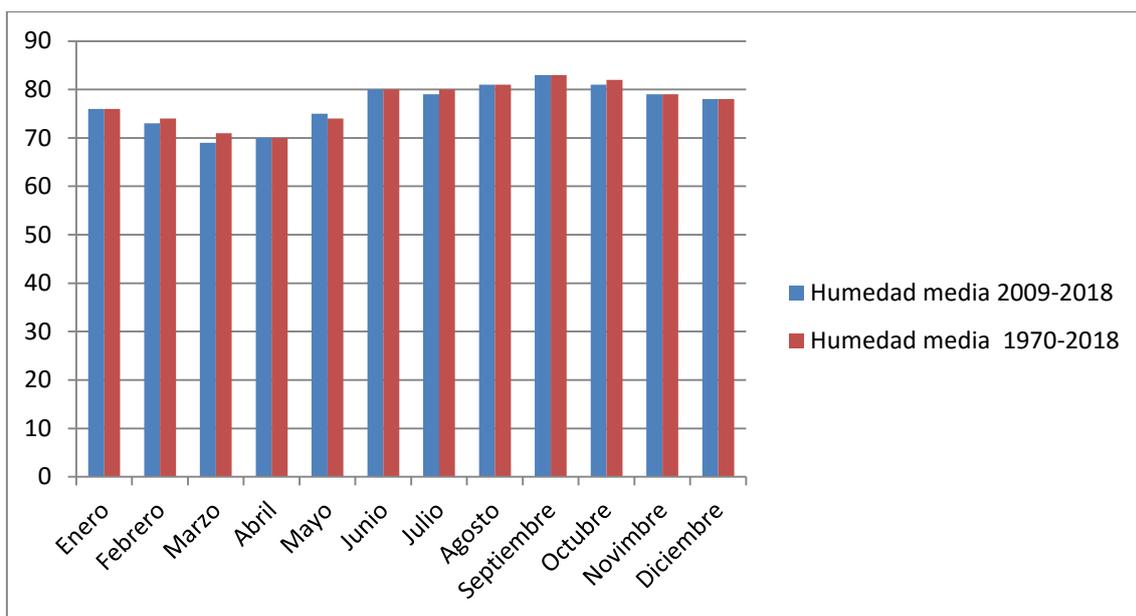


Figura 4. Gráfico comparativo de Humedad Relativa Media, del municipio de Unión de Reyes.

El gráfico de humedad relativa (figura 4), muestra pocas diferencias en cuanto a esta variable en comparación de los dos períodos, presentándose la tendencia a ser inferior la humedad relativa de los últimos años en los meses de febrero, marzo, julio y octubre, solamente en el mes de mayo la tendencia es al incremento.

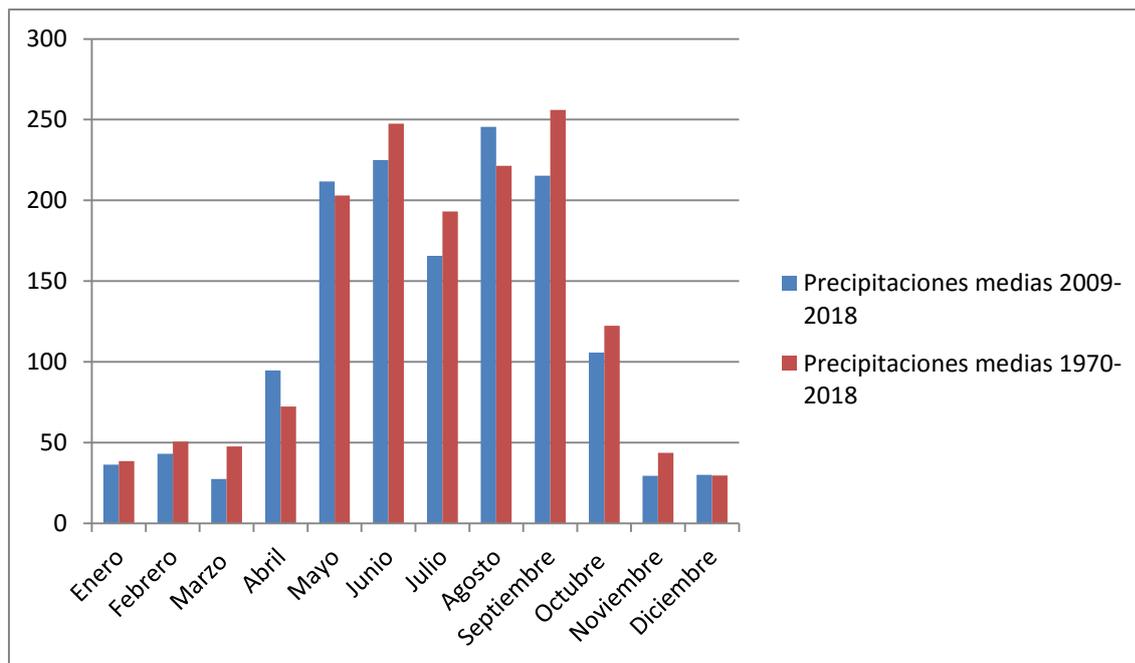
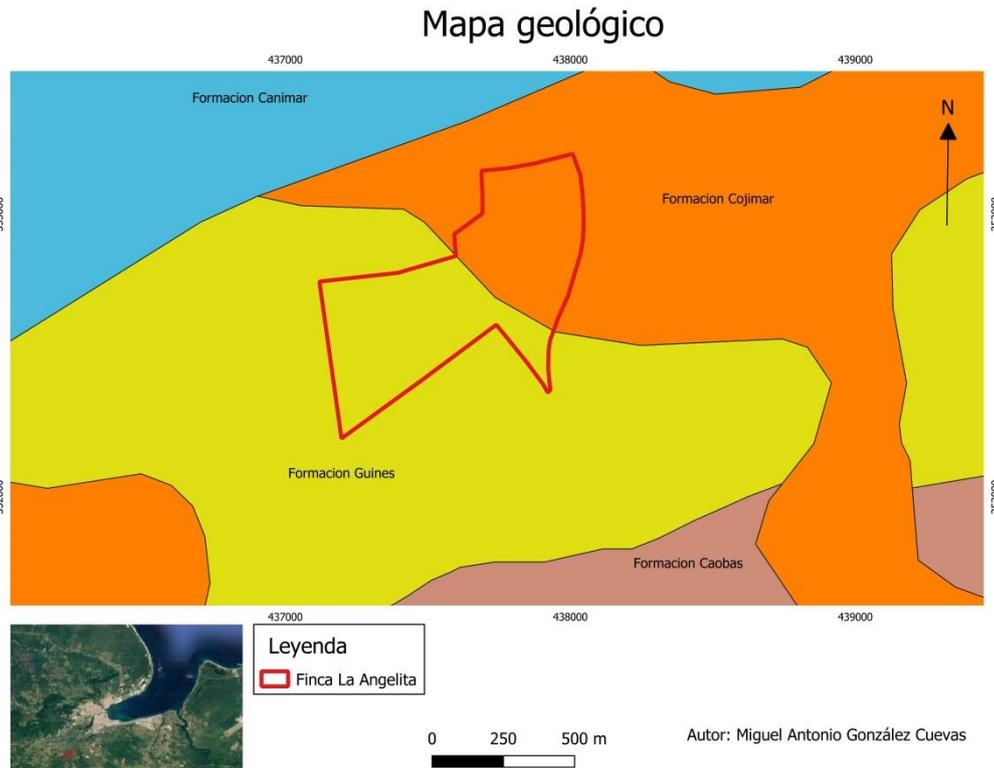


Figura 5. Gráfico comparativo de Precipitaciones Medias, del municipio de Unión de Reyes.

El gráfico de precipitaciones (figura 5), evidencia a los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre son los de mayores lluvias en el territorio, durante el período lluvioso en los meses de junio, julio y septiembre se puede apreciar una disminución en comparación a la media histórica y un aumento en los meses de mayo y agosto. Además, se puede identificar el mes de diciembre como el de menores precipitaciones en ambos períodos.

### 4.3 Distribución de la Geología presente en la finca “La Angelita”



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

Figura 6. Distribución Geológica según mapa 1: 25000 en la finca “La Angelita”.

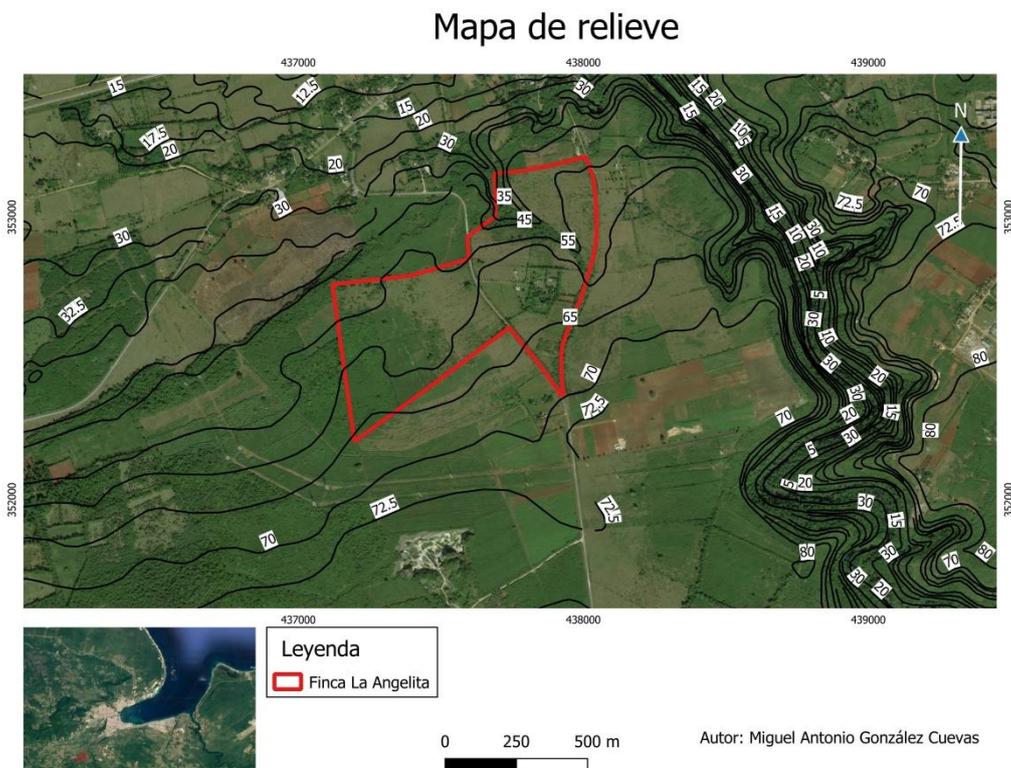
Según Franco (1992), la formación Cojimar (cj) fue caracterizada como Hipoestratotipo 2, en un perfil situado en la margen Sur del Río Yumurí, en la ciudad de Matanzas, desde las cercanías de la Loma del Estero hasta su contacto con la formación Güines, a unos 200 m al NW de un cañón transversal, donde existía una tenería. De acuerdo a su distribución geográfica se desarrolla en las provincias de Ciudad de La Habana, La Habana, Matanzas y Pinar del Río. Caracterizándose su litología por presentar margas calcáreas, arcillosas, arenáceas y a veces nodulares, cretas, calizas biodetríticas arcillosas, calcarenitas de matriz margosa y arcillas. Colores crema, amarillento, blancuzco y grisáceo.

Según lo establecido por Franco *et al.* (1981), la formación Güines (gn) fue caracterizada como Hipoestratotipo 2, en un perfil de 30 m situado en la margen occidental del abra del Río Yumurí desde unos 200 m al NW de la

antigua tenería El Progreso donde descansa transicionalmente sobre la formación Cojímar, hasta un cañón transversal al abra donde se encontraba el edificio que aquella ocupaba, provincia de Matanzas. De acuerdo a su distribución geográfica se desarrolla en las provincias de Pinar del Río, La Habana, Ciudad de La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila. Caracterizándose su litología por presentar calizas biodetríticas de granos finos a medio, fosilíferas, calizas biohémicas, calizas dolomíticas, dolomitas, calizas y lentes ocasionales de margas calcáreas y calcarenitas. Coloración blanca, amarillenta, crema o gris.

Las anteriores formaciones geológicas constituidas por rocas y materiales de origen secundario, fundamentalmente constituidos por rocas calizas, han contribuido a la formación de suelos más desarrollados que los que en la finca se presentan, característicamente con procesos de Fersialitización y Ferralitización en la zona occidental del país.

#### 4.4 Caracterización altimétrica de la finca “La Angelita”



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

Figura 7. Líneas de relieve según mapa 1: 25000 en la finca “La Angelita”.

La finca presenta un relieve irregular, (figura 7) con algunas áreas llanas y otras en las que se puede apreciar pendientes más elevadas, como se evidencia en las zonas ubicadas al NW donde se encuentra la cuenca en la cual yace enclavado un bosque en galería. Esta última área por la irregularidad de su relieve se le debe prestar mayor atención en su explotación desde el punto de vista de su conservación, debido a los altos porcentos de sus pendientes, siendo la zona de mayor susceptibilidad a la erosión en la finca.

#### 4.5 Valoración de los índices de la agrobiodiversidad.

La implementación del software Drivers permitió caracterizar por vez primera la biodiversidad en el ecosistema “La Angelita”. En la tabla 3 se presentan los resultados alcanzados.

**Tabla 3. Índices de agrobiodiversidad de la finca familiar “La Angelita”**

Índices	“La Angelita”
Riqueza específica(S)	44
No. de individuos	3 182
Equitatividad (E)	0,40
Diversidad de Margalef ( $D_{(MG)}$ )	3,33
Diversidad de Shannon (H)	1,50
Diversidad de Simpson (Dsp)	0,38

En la finca familiar “La Angelita” se evidenció una riqueza de 44 especies vegetales y animales en total, lo cual permite tener una idea de la biodiversidad agrícola y acompañante.

Según Moreno (2001) y Benavides (2011) la riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

El número de individuos identificados (3 182) no fue alto y en cuanto a la distribución en el agroecosistema de individuos por especies se encuentra aceptable ya que el indicador Equitatividad (E) obtenido es de 0,40: resultando este valor superior al obtenido por Baños (2017) en una finca ganadera con

mayor número de especies e individuos, pero con menor valor de Equitatividad (0,22). 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.

La diversidad de Margalef ( $D_{(MG)}$ ) 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. El valor de este indicador obtenido en la finca es de 3,33 cabe destacar que es favorable, ya que Baños (2017) indica que al encontrarse por encima de tres habla bien de la biodiversidad productiva presente, aspectos de gran importancia cuando se quiere avanzar por el camino de la sostenibilidad agroecológica para la transición hacia una agricultura sostenible.

El índice obtenido de diversidad de Shannon-Winner (H) en el estudio es de 1,50; valor que, considerando que su rango normal está entre dos y tres, es bajo. Cabe señalar que los valores inferiores a dos son considerados de baja diversidad como se planteó anteriormente y los superiores a tres de una alta diversidad de especies (Rodríguez *et al.*, 2017).

El Índice de Diversidad de Simpson ( $D_{sp}$ ) alcanza el valor de 0,38; lo cual describe la abundancia proporcional como relativamente bajo, mostrando entonces una aceptable diversidad pues a medida que dicho índice disminuye, más rica resulta ser esta (Rodríguez *et al.*, 2017).

De forma general se considera que la finca en estudio necesita aumentar de forma armónica el número de especies e individuos para contribuir así al incremento de la biodiversidad productiva.

#### 4.6 Eficiencia energética y productiva.

Tabla 4. Resultados de la eficiencia energética y productiva de la finca.

Indicadores	Finca “La Angelita”
Área de las fincas (ha)	44,99
Producción total (t/ha)	31,21
Energía insumida (MJ/ha)	664,88
Energía producida (MJ/ha)	1 091,34
Costo energético de la proteína (MJ/kg)	9,49
Proteína producida (kg/ha)	69,99
Personas que alimenta en Energía (personas/ha)	0,25
Personas que alimenta: en Proteínas (personas/ha)	2,74
Eficiencia energética (MJ salida/MJ entrada)	1,6
Índice de Renovabilidad (%)	23,15

En el año 2018 se consumió 664,88 MJ/ha con la que se obtuvo una producción total de 31,21 t.ha<sup>-1</sup> y se produjo 1 091,34 MJ/ha de energía, con una eficiencia energética de 1,6 MJ/ha, lo cual significa que aunque es un resultado positivo, la eficiencia obtenida manifiesta que el agroecosistema es poco rentable y todavía dependiente de insumos externos ya que no se aprovechan los potenciales de la agrobiodiversidad a diferencia de lo planteado por Rodríguez *et al.* (2017), al indicar que el manejo sostenible de los recursos propios en las fincas, contribuye a lograr un balance energético positivo y favorece el incremento de la eficiencia energética del agroecosistema.

Un indicador para medir la soberanía alimentaria de los agroecosistemas según Altieri y Nicholls (2009), es el agroecosistema que logra sobrepasar el umbral agroecológico, alimentando así en proteínas y energía a un número mayor de cinco personas por ha/año, aspecto que al compararlo con los resultados obtenidos en la finca nos muestra que no se logra la soberanía alimentaria, ya que con la producción de proteína solo se consigue alimentar 2,7 personas/ha, lo cual precisa poner en práctica nuevas estrategias de integración y prácticas agroecológicas para lograr elevar el número de personas alimentadas por la producción proteica.

Con relación al número de personas que logra alimentar la producción de energía, resalta que se obtiene un pobre resultado de este indicador, que es de 0,3 personas/ha, lo cual indica la gran necesidad de incrementar las producciones vegetal y animal, para garantizar la contribución del predio a la seguridad alimentaria de la familia y el territorio.

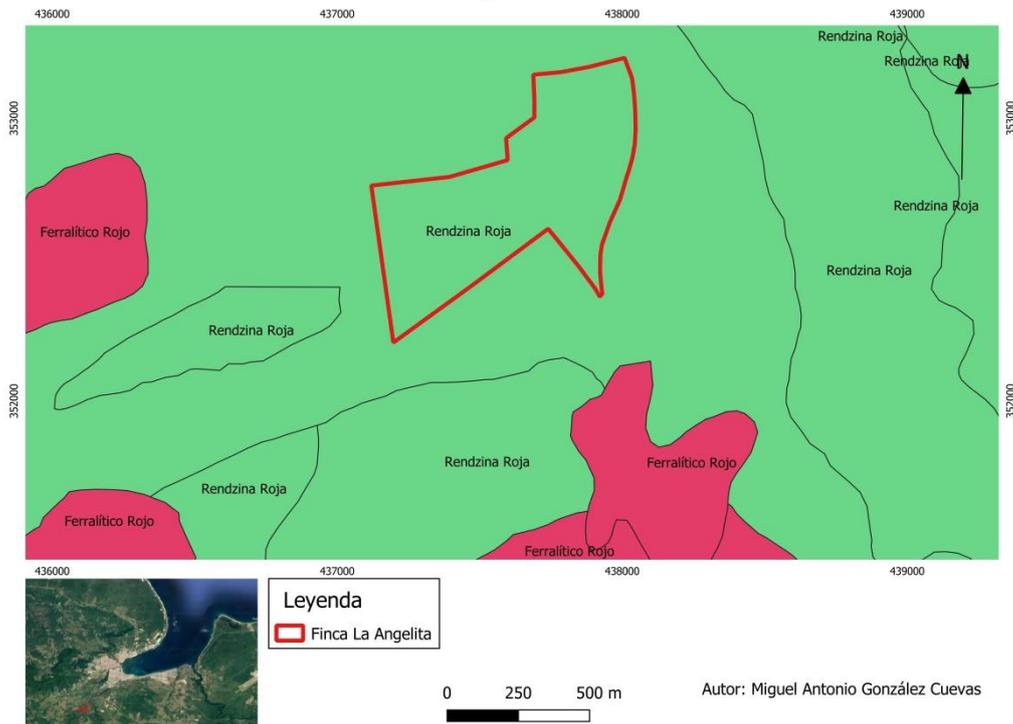
El Índice de Renovabilidad (IR) alcanza un valor de 23,15%, el cual nos indica que los niveles de producción de energía renovable son bajos, de acuerdo con Vizcon (2014) al referirse a la importancia de la implementación del uso de fuentes renovables de energía en el agroecosistema con relación a la energía no renovable que se consume, aspecto que debe ser considerado por el productor para mejorar la eficiencia energética.

En este sentido se resalta la importancia de la implementación de las prácticas agroecológicas en el sistema productivo si comparamos los resultados de la finca integrada, pero fundamentalmente pecuaria “Placido González”, evaluada por Baños (2017) donde se alcanzan valores de 7 y 24 personas/ha que alimenta en energía y proteínas, con un Índice de Renovabilidad de 51%, resultados que muestra las posibilidades de mejorar estos indicadores en la finca en estudio.

#### **4.7 Clasificación de los suelos.**

La clasificación del suelo de la finca se obtuvo 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 (1984), del Ministerio de la Agricultura, obtenida de Geo-Cuba, la cual se expone a continuación:

## Mapa de suelos



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

Figura 8. Distribución de los suelos según mapa 1: 25000 en la finca "La Angelita".

En la finca "La Angelita" se puede observar la presencia de una Rendzina Roja (figura 8) que cubre toda el área de la misma, también se logra apreciar en las zonas aledañas la presencia de suelos Ferralíticos Rojos, así como otras zonas de Rendzina Roja, las cuales difieren fundamentalmente en su especie y variedad, la clave del suelo de la finca de acuerdo al mapa es:

$$XIII A 7_4 \frac{P^3 h^3 L^4}{C X^4 W^3} 30 t_5$$

La misma se describe como: Rendzina Roja, típico, sobre caliza suave, carbonatado, medianamente profundo (20 a 50 cm), medianamente humificado (2,0 a 4,0%), carbonatado (efervece desde la superficie), arcilla, poca gravillosidad (2 a 15%), pedregoso (0,2 a 3%), con 30 cm de profundidad efectiva, ondulado (4,1 a 8,0%).

El suelo del tipo genético Rendzina Roja fue clasificado dentro del Agrupamiento Húmicos-calcimórficos, con perfil ACD, con horizonte C poco desarrollado, se forman sobre calizas semiduras o blandas, ricas en hierro, que permiten la manifestación del color rojizo en el perfil, actualmente según Hernández *et al.* (2015), pertenece al agrupamiento de los Húmicos Sialíticos y se supone que constituye el estado inicial de formación de los suelos Ferralíticos Rojos. Se encuentran en relieve llanos de terrazas más jóvenes que surgen en el cuaternario reciente, aunque las calizas se formaron en el Mioceno. Son de perfil poco profundo.

#### **4.8 Evaluación de indicadores de la calidad del suelo.**

La figura 9 muestra el gráfico obtenido del estudio de la calidad del suelo en el campo número 8 dedicado actualmente a cultivos en rotación, cuya tabla integradora de resultados de las evaluaciones realizadas aparece en anexo (4), en la misma se puede apreciar que el campo de cultivo evaluado en la finca “La Angelita” muestra un nivel de calidad aceptable, con un valor medio de 6,5 donde diez de los indicadores de evaluación estuvieron por encima de la media (valor 5), dos en la media y solamente dos por debajo del nivel medio de la metodología, estos son: la profundidad del suelo y el contenido de materia orgánica, los cuales constituyen factores limitantes de su productividad.

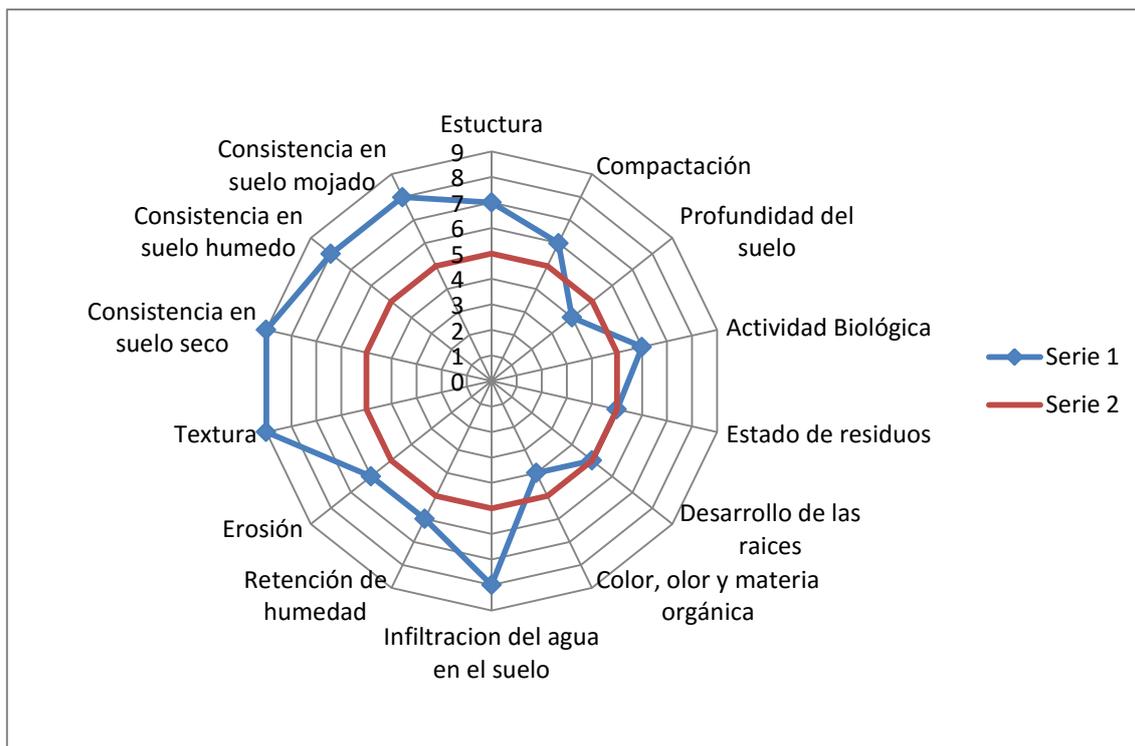


Figura 9. Indicadores de la calidad del suelo finca “La Angelita”.

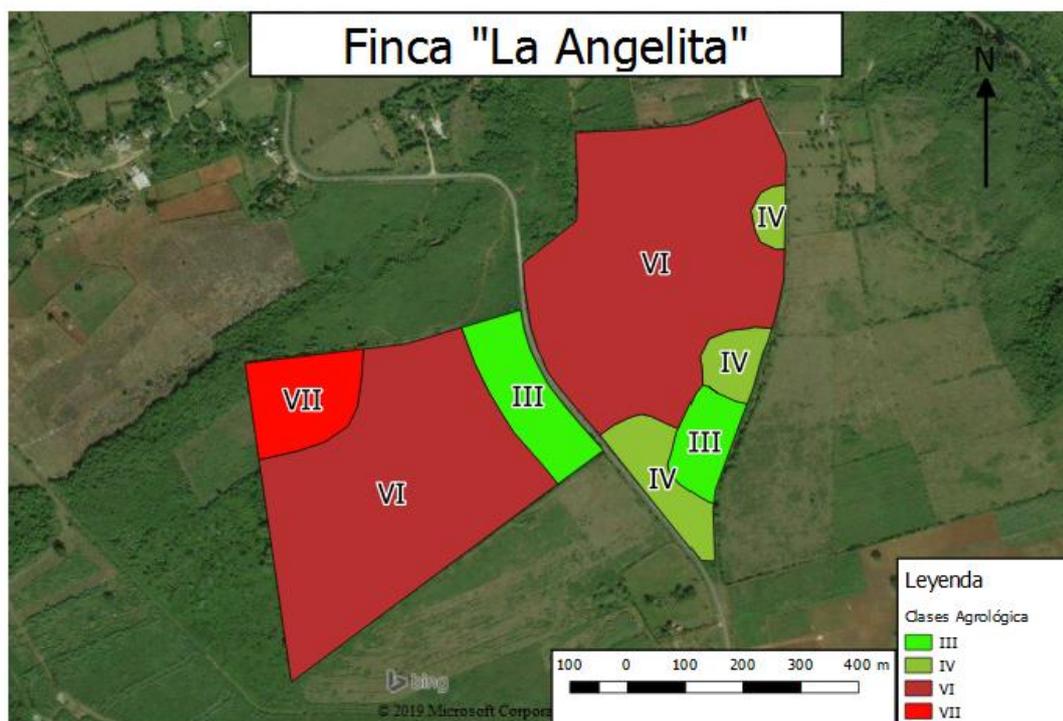
#### 4.9 Distribución de las Clases Agrológicas, uso y manejo del suelo.

En el levantamiento agrológico de la finca “La Angelita” se destaca la presencia de 4,5 ha (10,2% del área) de suelos con categoría III (tabla 4), aptas para su uso 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. A su vez existe un área de 3,6 ha (8,1% área), de suelos con categoría IV, los cuales tienen posibilidades de uso agrícola de cultivos en rotación restringido, pero son suelos apropiados fundamentalmente para cultivos permanentes, como frutales, pastizales y ganadería extensiva muy controlada, bajo sistemas silvopastoriles. También se evidencian 33,9 ha (75,3% del área) de suelos con categoría VI, bastante extensa, estos son suelos inadecuado para el cultivo y deben emplearse para soportar una vegetación permanente debiendo permanecer bajo bosques, bien sea natural o plantado. Además podemos apreciar unas 2,9 ha (6,4% del área) de suelos con categoría VII, los cuales se hallan sujetos a limitantes permanentes y severas como es la afloración de una gran cantidad de rocas (rocosidad), por lo que su uso se ve limitado

fundamentalmente a una vegetación silvestre que brinde protección ante la erosión.

**Tabla 4. Áreas ocupadas por las Clases Agrológicas en la finca familiar “La Angelita”**

Clase Agrológica	Área (ha)
III	4,57
IV	3,61
VI	33,91
VII	2,90
Total	44,99



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

Figura 10. Levantamiento agrológico de la finca familiar “La Angelita”.

### Suelos clase agrológica III

Ubicado en dos pequeñas parcelas, una que se encuentra más hacia el Sur-Este con un área de 1,58 ha, con una profundidad de 55 cm, estructura granular, un relieve ligeramente ondulado con 3% de pendiente, sin piedras,

con poca maleza en las tres cuartas partes y la cuarta parte está enmalezada con Marabú (*Dichrostachys cinerea*) fundamentalmente; reacciona al HCl, en años anteriores (2013 – 2014 - 2015) se utilizó para el fomento de forrajes, como fueron el King grass y la Caña de azúcar, en los años 2016 y 2017 ha sido dedicada al fomento de cítrico, actualmente con poco desarrollo.

La otra parcela está ubicada hacia el Sur-Oeste, colindante con la carretera, posee una extensión de 2,98 ha, con 57 cm de profundidad efectiva, presenta un relieve casi llano, con algunas piedras, algunos árboles forestales de sombra, cubierto de maleza al 30%, reacciona al HCl. Los últimos cinco años esta parcela estuvo dedicada al pastoreo.

**Uso y manejo recomendado:** Estos suelos son aptos para su uso de manera regular, siempre que se les aplique una rotación de cultivos densos de ciclo largo, que cubran el suelo, se adapten al carbonato presente y no requieran de muchas labores. También puede ser eficiente su uso en frutales, forrajes y floricultura.

En la primera zona puede mantenerse el uso en frutales, y fundamentalmente con especies que se adapten y que vayan sustituyendo los naranjos (*citrus sinensis L*) actuales, puede incorporarse para el desarrollo de forrajes o cultivos en rotación densos, de ciclo largo, si así se requiere, pero con un laboreo mínimo, poco profundo, sin inversión del prisma para no subir los carbonatos y degradar el suelo.

Según la metodología propuesta por Funes-Monzote (2009), en el fomento de nuevos frutales se deben utilizar las calles con policultivos de plantas de cobertura y granos, a fin de aprovechar y proteger el terreno, y promover una mayor producción del área.

Como prioridad a todo lo anterior recomendado, debe ser realizado el desmalezado del campo donde predominan actualmente malezas de porte bajo, fáciles de controlar, que limitan en estos momentos la capacidad productiva del área. (Martín, 2003).

Se pudo observar en la plantación de naranjo el ataque de una plaga de caracoles que resulta necesario controlarla con un manejo agroecológico, según Matamoros (2015), el cual plantea como fundamental en su control

natural el empleo de prácticas como son: el saneamiento preventivo, métodos físicos de recogida y trampas húmedas con sacos de yute y controladores biológicos como el caracol oleoso (*Oleocina spp.*) existente en Cuba.

La segunda zona es fundamentalmente un área para pastoreo, ya que potencialmente cuenta con sombra y un porcentaje bajo de malezas aisladas, que una vez eliminadas permitirá una explotación más eficiente del pasto natural, debiéndose realizar un adecuado acuartonamiento, al menos en dos cuartones y completar el contorno con cercas vivas para mejorar el nivel de biodiversidad y sombra.

De ser necesario para el productor esta área puede utilizarse en la producción de forrajes para el ganado o limitadamente para cultivos en rotación densos de ciclo largo como el área anterior, para lo cual no deben eliminarse los árboles existentes, solo ubicar los mismos en las zonas más descubiertas, manteniendo la protección del entorno.

#### **Suelos clase agrológica IV**

Se localiza en tres zonas al este de la finca, una primera área de pastos naturales que está ubicada hacia el norte y abarca un área de 0,525 ha, con unos 32 cm de profundidad, estructura suelta en seco, relieve casi llano menor del 3% de pendiente, cubierto de marabú al 70%, por lo que se considera con un alto nivel de maleza, reacciona al HCl; en los últimos cinco años ha estado dedicado al fomento de pastos.

La segunda parcela se encuentra laborada y está ubicada un poco más al Sur con respecto a la primera y ocupa un área de 1,12 ha, con una profundidad de 34 cm, relieve casi llano, menor del 3% de pendiente, contiene una franja pedregosa de 30 m de ancho como máximo en la zona superior del campo, con piedras de tamaño pequeño y el resto moderadamente pedregoso a muy poco pedregoso a medida que se acerca al lindero inferior, su uso en los últimos cinco años ha sido el pastoreo de ganado mayor.

La tercera parcela está ubicada al Sur, tiene un área de 1,96 ha, con una profundidad de 30 cm, con un relieve moderadamente ondulado con pendiente entre 4-6%, calcáreo, esta utilizado como potrero, con presencia de malezas de porte bajo que cubre el 10% del área, muy poca piedra suelta de tamaño

mediano, los últimos cinco años ha estado dedicada al igual que las anteriores para pastoreo.

### **Uso y manejo recomendado:**

Las áreas superiores e inferiores de esta clase deben mantenerse con pasto natural, aplicando el desmalezado para aumentar el área efectiva, fundamentalmente en la superior por ser menos extensa, ubicada en una zona lejana de las instalaciones y rodeada por suelos de clase VI. El área inferior una vez desmalezada puede utilizarse para el establecimiento de un sistema silvopastoril que eleve el nivel de proteínas en la dieta animal, donde el laboreo que se realice en el establecimiento de las especies debe ser mínimo, poco profundo y sin inversión del prisma.

La zona intermedia, actualmente laborada, puede utilizarse en cultivos de rotación, como área de autoconsumo, introduciendo el uso de policultivos como lo recomienda Duran y Acosta (2018), para lograr un mayor uso de la tierra y elevar la producción del área, elevando la agrobiodiversidad, también se recomienda evitar la inversión del prisma, para no subir carbonatos y un laboreo mínimo poco profundo, ya que la profundidad es la principal limitante, por lo cual el laboreo con tracción animal resultará más beneficioso que el mecanizado, que actualmente se emplea, considerando además que la parcela cultivada es pequeña.

Teniendo en consideración que en la zona más alta de esta parcela existe una franja de terreno más pedregosa y poco profunda, que limita su capacidad productiva, se recomienda reducir las labores en la misma con el uso de plantas forrajeras que garanticen la alimentación animal o en la floricultura con el propósito de diversificar el sistema de producción según aconseja Silva y Ramírez (2016) para fincas de la provincia de Mayabeque, sin necesidad de cercado intermedio, manteniendo la parte inferior y más extensa en la producción de cultivos en rotación, con los cuidados que se requieren, como se explicó anteriormente.

### **Suelos clase agrológica VI**

Están ubicados en dos grandes parcelas, una está ubicada hacia el norte, con un área de 17,62 ha y suelo con una profundidad de 20 cm, con variación en

los relieve, es decir que las zonas ubicadas más hacia el Norte presentan un relieve ondulado con una pendiente del 15 al 20% en algunas zonas, además de la presencia de algunas piedras de tamaño mediano, maleza al 5% y reacciona al HCl; ha sido utilizada los últimos cinco años para el pastoreo

Las zonas más cerca de la carretera presentan un relieve casi llano, con algunos árboles de sombra, frutales y maderables, maleza al 5% pero no tanto de marabú, sino de malezas bajas y aumenta al 20% a medida que se acerca a la carretera, poca pedregosidad, con mayor concentración de piedras hacia la carretera. Áreas utilizadas como potrero, los últimos cinco años ha sido dedicada para el fomento de frutales como, el mango, la guayaba, chirimoya, aguacate, algunas plantas de marañones y de ciruela.

La otra parcela está ubicada hacia el Sur al cruzar la carretera, tiene una extensión de 16,28 ha, con algunas piedras, relieve casi llano, presencia de maleza al 60%, a una distancia de 40 m de una afloración rocosa y reacciona al HCl, esta parcela siempre ha estado utilizada en pastos naturales.

Debido al alto grado de enmalezamiento de ambas zonas de clase VI, las mismas no pudieron estudiarse en toda su magnitud, por lo que una vez desmalezada su superficie, pudieran aparecer dentro de las mismas, áreas con mejor capacidad productiva que llevarían un uso y manejo diferenciado más importante.

#### **Uso y manejo recomendado:**

Estos suelos son inadecuados para el cultivo en rotación debido a la poca profundidad efectiva y la presencia de piedras de manera general que impide el laboreo, por lo que deben seguir empleándose en vegetación permanente, preferentemente en potreros de pastos naturales, debiéndose introducir árboles forestales o frutales que proporcionen buena sombra y que se adapten a los suelos calcáreos. Muy importante resulta para su explotación eliminar el alto grado de enmalezamiento existente en ambas zonas, debiéndose priorizar la zona Oeste de la finca con relación a la Nor-Este por tener un relieve más uniforme y llano.

Evitar quemar o cualquier otra acción que deje el suelo descubierto, como lo recomienda Duran y Acosta (2018), controlando la carga animal, para de esta manera evitar los suelos desnudos e impedir la erosión.

### **Suelos clase agrológica VII**

Está ubicado en una pequeña parcela hacia el Sur con un área de 2,90 ha, este suelo presenta muy poca profundidad efectiva, con un alto nivel de rocosidad, relieve ligeramente ondulado, alto nivel de maleza (90%), presencia de vegetación silvestre. En cuanto a su uso siempre lo han dejado con esa vegetación silvestre que hoy se puede apreciar.

#### **Uso y manejo recomendado:**

El principal uso y manejo que se recomienda para este suelo es su protección, ya que solo son aptos para 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 manejado con especies de interés.

## **5. Propuesta de acciones para mejorar la producción sostenible de alimentos y energía.**

La conservación de la biodiversidad es actualmente una prioridad mundial, ya que cumple un rol importante en la estructura y función de los ecosistemas y en los agroecosistemas en particular, afirman Sarandón y Flores (2014), al resaltar que desde el enfoque agroecológico se plantea la biodiversidad como una herramienta para favorecer los procesos ecológicos. De esta manera, las estrategias de diversificación agroecológica proponen el incremento de la biodiversidad funcional a través del rediseño de los sistemas productivos, transformando su estructura y optimizando los procesos claves. Esto requiere, un modelo de agricultura conceptualmente diferente. En este sentido, los estilos de agricultura familiar sobre base agroecológica con una alta diversidad in situ, pueden contribuir al desarrollo de sistemas de producción sustentables.

Yong *et al.* (2016) plantean que entre los objetivos para alcanzar un desarrollo agrario sostenible 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, lo cual se logra potenciando el desarrollo de buenas prácticas agroecológicas.

Analizaremos a continuación las prácticas agroecológicas que se realizan en la finca, según la metodología propuesta por la ANAP (2003) y las principales recomendaciones para introducir buenas prácticas agroecológicas.

Para el presente estudio se utilizó la metodología desarrollada por ANAP (2003), los resultados alcanzados se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4. Prácticas agroecológicas desarrolladas en la finca.**

<b>Prácticas agroecológicas</b>	<b>“La Angelita”</b>
Diversificación de especies vegetales	X
Uso de cercas vivas	X
Cría de animales mayores	X
Cría de animales menores	X
Producción de biogás	X
Uso de molino de viento	X

La finca “La Angelita” posee una producción muy poco diversificada, en la actualidad se prepara para habilitar un pequeño campo con el desarrollo de cultivos en rotación, aspecto importante para mejorar la agrobiodiversidad, por otra parte, las áreas de pastoreo y frutales se encuentran limitadas por un nivel de enmalezamiento alto por marabú (*Dichorystachys cinérea* L. Wiight), que necesita ser eliminado y controlado, para elevar la eficiencia en el uso de la tierra y la producción. En este sentido Martín (2003) reporta que al realizar una remoción mecánica de la cobertura arbustiva de aroma (*Acacia farnesiana* L. Willd) y marabú, seguido de una sucesión de cultivos con las especies mucuna prieta (*Stizolobiumaterrimum*) 75%, mucuna blanca (*Stizolobiunníveum*) 25, y

un policultivo de soya (*Glixine max*) y maíz (*Zea mays*) destinado a la cosecha de granos, se obtuvo como beneficios una producción total 1,90 t de grano / ha (0,51 t de mucuna, 0,78 t de soya y 0,6 t de maíz), así como el control del rebrote de la aroma y el marabú.

Existe instalado un sistema de producción de biogás que en su momento funcionó y actualmente está fuera de servicio y requiere de su activación, pudiendo ser asociado a la introducción de la producción porcina como base del manejo sanitario de sus residuos, potenciando la producción de energía y productos orgánicos para la fertilización de los cultivos.

Siendo una finca ganadera no posee bueyes adiestrados para la tracción animal, lo cual es fundamental para utilizarlos en la preparación de los suelos.

Las prácticas agronómicas actuales son insuficientes para alcanzar un desarrollo sostenible de la finca sobre bases agroecológicas, por lo que se proponen introducir y desarrollar por el momento algunas acciones importantes y buenas prácticas agroecológicas, basadas en los principios de propuestas realizadas por Altieri y Funes-Monzote (2012) y Yong *et al.* (2016) y otras propias para el agroecosistema estudiado, las cuales son:

- Desarrollar la asociación y rotación de cultivos.
- Emplear la tracción animal.
- Incrementar el personal para trabajo de campo.
- Eliminación y control del exceso de malezas.
- Utilizar los abonos orgánicos y productos biofertilizantes.
- Producir biogás y la aplicación de efluentes a los cultivos.
- Intercambiar con otros productores experiencias exitosas de producción agroecológica y recibir capacitación agraria.
- Potenciar el uso de prácticas y productos biológicos fitosanitarios.
- Mejorar el uso y manejo productivo de los suelos y el agua.
- Incrementar la agrobiodiversidad, proporcionando un manejo más integral del agroecosistema.
- Participar en la elaboración de proyectos de desarrollo agrario local y en proyectos ya aprobados como ECO-VALOR, BIOMAS-CUBA; BASAL, Polígonos de suelos y otros.

## 6. Conclusiones

1. En el año 2018 la finca obtuvo una producción total de 31,21 t.ha<sup>-1</sup> y a pesar de las limitaciones productivas actuales alcanzó una ganancia de 18 942 CUP, lo cual la define como un agroecosistema rentable.
2. En el análisis de la agrobiodiversidad resultaron identificadas 44 especies productivas, entre animales y plantas, identificando un total de 3 182 individuos, obteniendo un Índice de Equitatividad (E) de 0,40 y valores de 3,33; 1,50 y 0,38 para los Índices de diversidad de Margalef, de Shannon y Simpson (Dsp), respectivamente, valores que indican la necesidad de incrementar la riqueza de especies productivas en la finca.
3. En el caso de los indicadores de energía, la eficiencia energética de la finca es de 1,6 MJ/ha, lo cual manifiesta que el agroecosistema es muy poco rentable, alimentando solo a 0,3 y 2,7 personas/ha en energía y proteína, respectivamente, lo cual indica la necesidad de incrementar la agrobiodiversidad y producción, para elevar la soberanía alimentaria de la familia y la localidad. El Índice de Renovabilidad (IR) alcanzó el 23,15%, lo que indica que la finca es sostenible, aunque de forma limitada en la producción de energía.
4. Los suelos de mayor capacidad productiva de la finca ocupan un área de 4,57 ha (10% del área total) de suelo con categoría III, aptas para cultivos en rotación, con laboreo no muy intenso y sobre todo cultivos densos que mantengan el suelo cubierto, seguido por 3,61 ha (8% del total) con categoría IV apropiada para cultivos en rotación ocasionales densos de ciclo largo, forrajes y pastoreo. La mayor área la ocupan los suelos de clase VI con 33,91 ha (75% del total), la cual es inapropiada para las rotaciones de cultivos y se recomienda para el pastoreo y frutales. Con categoría VII unas 2,9 ha (6% del total) son aptas para forestales fundamentalmente.
5. Actualmente en la finca se desarrollan solo seis prácticas agroecológicas en el sistema productivo, las cuales son insuficientes, necesitándose implementar otras, para elevar los niveles de resiliencia ante eventos meteorológicos y la producción sostenible de alimentos y energía.

## **7. Recomendaciones**

1. Promover el desarrollo de las prácticas agroecológicas propuestas y el incremento de especies productivas que eleven la agrobiodiversidad y la soberanía alimentaria de la finca.
2. Implementar las recomendaciones sobre uso y manejo sostenible del suelo en cada una de las Clases Agrológicas existentes en la finca.

## 8. Referencia Bibliográfica

1. Acevedo, P. y Strong, T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Series Publications of the Smithsonian Institution. 98(98): 1-1192
2. Altieri, M. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 74(1-3): 19-31
3. Altieri, M. A. 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 93(1-3): 1-24.
4. Altieri, M. y Funes-Monzote, F. 2012. The paradox of Cuban agriculture. *Monthl y Review*. 63(8): 23 -32.
5. Altieri, M. y Nicholls, C. 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.
6. Altieri, M. y Nicholls, C. 2103. Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*. 8(1): 7-20.
7. Álvarez, J. 2015. Las Clases Agrológicas de los Suelos. Cuba, Matanzas. Asignatura Ciencias del Suelo. 4 p. (monografía).
8. Álvarez, J.; Díaz, C.; y Fragela, M.; 2016. Instrumento de Evaluación de la calidad del suelo en condiciones de campo. Matanzas (originales encuadernados con portada impresa). 10 h.
9. Amaro, E. J.; Márquez, E. y Llanes, J. M. 2019. Diagnóstico inicial de la evolución de un suelo degradado. *Avances*. 21(1): 129-138.
10. ANAP. 2003. Metodología campesino a campesino. Prácticas agroecológicas. Asociación de Agricultores Pequeños de Cuba.
11. Andrade, F. 2016. Los desafíos de la agricultura. INTA Balcarce Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mardel Plata, Argentina. 136 p.
12. Baños, R. M. 2017. Indicadores de biodiversidad, de eficiencia energética y suelo para la producción sostenible en dos fincas campesinas. Matanzas. Tesis en opción al Título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas.

13. Barbault, R. 2008. El elefante en la cacharrería, Editorial La etoli, Pamplona, España. 256 p.
14. 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. Universidad de Matanzas“Camilo Cienfuegos”.
15. Blanco, D.; Suárez, J. y Funes, F. 2012. Contribución a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles en Cuba. Matanzas. Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”.
16. 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): 284-290.
17. Boulal, H. y Gómez, H. 2010. Dynamics of soil organic carbon in an innovative irrigated permanent bed system on slopin gland in southern Spain. Agriculture, Ecosystems and Environment 139(1): 284-292.
18. Boulal, H.; Gómez, H.; Gómez, J. A. y Mateos, L. 2011. Effect of soil management and traffic on soil erosion in irrigates dannual crops. Soil and Tillage Research 115:62-70.
19. Brack, A. 2005. Diversidad biológica y mercados [en línea]. Disponible en: <[http://www.sepia.org.pe/apc-aa/img\\_upload/](http://www.sepia.org.pe/apc-aa/img_upload/)>. [Consulta: febrero, 11 2019].
20. Carmona, J. 2015. Agricultura de conservación en cultivos extensivos del valle del guadal quivir: caracterización de sistemas a escala de parcela comercial y análisis de estrategias de mejora. Córdoba. Tesis en opción al grado científico de Doctor. Universidad de Córdoba.
21. Cartes, G. 2013. Degradación de los suelos agrícolas y el SIRSD-S Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Ministerio de Agricultura. Chile. p. 1-6.
22. Casimiro, L. y Casimiro, J. A. 2017. Agricultura familiar a pequeña escala en la economía cubana. Temas (89-90): 59-66.

23. Casimiro, L.; Pacheco, S. M. y López, R. 2015. La agroecología, ciencia para el desarrollo rural sustentable. Estudio de caso. *Infociencia*.19(2): 117-128.
24. Cetzal, W.; Casanova, F.; Chay, A. y Martínez, M. 2019. Agroecosistemas tropicales: conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná. Instituto Tecnológico de la Zona Maya, México. 533 p
25. Cleves, J. 2018. Resiliencia de agroecosistemas citrícolas a la variabilidad climática en el Departamento del Meta. Colombia. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Agroecología. Universidad Nacional de Colombia.
26. Cruz, M. C. y Cabrera, C. 2015. Permacultura. Familia y sustentabilidad. Editorial FANJ. La Habana, Cuba.
27. De la Rosa, D. 2008. Evaluación agro-ecológica de suelos para un desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundi-Prensa. España. 404 p.
28. Durán, J. L. y Acosta, R. 2018. Suelos, degradación, recuperación y manejo en el trópico. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. 163 p.
29. Errouissi, F.; Moussa, S.; Hammouda, M. y Nouira, S. 2011. Soil invertebrates in durum wheat (*Triticum durum* L.) cropping system under Mediterranean semiarid conditions: A comparison between conventional and no-tillage management. *Soil and Tillage Research*. 112:122-132.
30. FAO 2013. Basic Principles of Conservation Agriculture. (Food and Agriculture Organization).
31. FAO. 2015a. Año Internacional de los Suelos [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-2015>. [Consulta: marzo, 18 2019].
32. FAO. 2017. La alimentación y la agricultura. Acciones para impulsar el programa de la Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 40 p.
33. Foley, J. A.; Ramankutty, N.; Brauman, K.; Cassidy, E.; Gerber, J.; Johnston, M.; Mueller, N.; O'Connell, C.; Ray, D.; West, P.; Balzer, C.; Bennett, C.; Carpenter, E.; Hill, S.; Monfreda, C.; Polasky, S;

- Rockstrom, J.; Sheehan, J.; Siebert, S.; Tilman D. y Zaks. D. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature*. 478(7369): 337-342.
34. Franco, G. L.; Radocz, G. Y. y Nagy, E. 1981. Contribution to the study of fossil coral facies development in Eastern Cuba. *Acta Geol. Scient. Hungaricae*. 24(2-4): 257-264.
35. Franco, L. 1992. *Léxico estratigráfico de Cuba*. Editorial Centro de Nacional de Información Geológica. La Habana, Cuba. 655 p.
36. Franjas, D. 1993. DIVERS. Programa computarizado para el cálculo de los indicadores de biodiversidad.
37. Funes-Monzote, F. 2009. *Eficiencia energética en sistemas agropecuarios. Elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado*. Biblioteca ACTAF. La Habana, Cuba. 38 p.
38. Funes-Monzote, F. 2017. Integración agroecológica y soberanía energética. *Agroecología*. 12(1): 57-66.
39. 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 eds. *La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural*. Cuba: BIOMAS, EEPF Indio Hatuey, COSUDE. p.173-187
40. Gargoloff, N.; Sarandón, S. y Albaladejo, C. 2011. La entrevista paisajística: un método para situar las prácticas y saberes de los agricultores. *Cuadernos de Agroecología*. 6(2): 1-4.
41. Gliessman, R. 2001. Agroecosystem sustainability: developing practical strategies. Book series adv. In *Agroecology*. CRC Press, Boca Raton; FL.
42. Henao, A.; Altieri, M.A. y Nicholls, C. I. 2007. Herramienta didáctica para la planificación de fincas resilientes. SOCLA-REDAGRES. Instituto Humboldt. 64 p.
43. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y Castro, N. 2015. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Ministerio de Educación Superior. La Habana, Cuba. 93 p.

44. Hernández, M. 2010. Servicios de los ecosistemas, oportunidades y riesgos de negocio. *Boletín Éxito Empresarial*. 126: 1-3
45. Hoekstra, A. y Mekonnen, M. 2012. The water footprint of humanity. *PNAS*. 109(9): 3232-3237.
46. Iermanó, M.; Sarandón, S.; Tamagno, L. y Maggio, A., 2015. Evaluación de la agrobiodiversidad funcional como indicador del potencial de regulación biótica en agroecosistemas del sudeste bonaerense. *Fac. Agron.* 114(Núm. Esp.1): 1-14.
47. INES, 2014. Inventario Nacional de Erosión de Suelos [en línea]. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventariocartografia/inventario-nacional-erosion-suelos/default.aspx>. [Consulta: abril, 8 2019].
48. Isabell, F.; Craven, D.; Connolly, J. y Loreau, M. 2015. Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*. 526(7574): 574-577.
49. Jehan, S. y Umana, A. 2003. The Environment-poverty nexus [en línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/265348216\\_The\\_Environment-poverty\\_Nexus](https://www.researchgate.net/publication/265348216_The_Environment-poverty_Nexus) [Consulta: enero, 20 2019].
50. Jones, A.; Panagos, P.; Barcelo, S.; Bouraoui, F.; Bosco, C.; Dewitt, O.; Gardi, C.; Erhard, M.; Hervás, J.; Hiederer, R.; Jeffery, S.; Lükewille, A.; Marmo, L.; Montanarella, L.; Olazábal, C.; Petersen, J. E.; Penizek, V.; Strassburger, T.; Tóth, G.; Van Den, M.; Van Liedekerke, M.; Verheijen, F.; Viestova, E.; Yigini, Y. 2012. The State of Soil in Europe. A contribution of the Joint Research Centre (JRC) to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report-SOER 2010 [en línea]. Disponible en: <http://ies.jrc.ec.europa.eu>. [Consulta: enero, 20 2019].
51. Landero, B.; Obando, S.; Salmerón, F.; Valverde, V. y Vivas, E. 2016. Agricultura sostenible para enfrentar los efectos del cambio climático en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 99 p.
52. León, T. y Altieri, M. 2010. Enseñanza, investigación y extensión en agroecología: la creación de un programa latinoamericano de

- agroecología. En: Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones (León T, Altieri MA, eds). p 11- 52.
53. León, T.; Rodríguez, T. y Córdoba, C. 2014. La estructura agroecológica principal de la finca (eap): un nuevo concepto útil en agroecología. *Agroecología*. 9(1-2): 55-66.
54. Leonardi, C.; Adlercreutz, E.; Andrade, F.; Aparicio, V.; Bedmar, F.; Camadro, E.; Carmona, D.; Elverdin, J.; Guido, S.; Huarte, D.; Krüger, H.; Maceira, N.; Machado, J.; Manzoni, M.; Studdert, G.; Szczesny, A.; Tito, G.; Viglianchino, L. y Villagra, C. 2015. Coloquio sobre sustentabilidad. Hacia una agricultura sustentable situada en el territorio [en línea]. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/coloquio-sobre-sustentabilidad>. [Consulta: enero, 20 2019].
55. Leyva A. y Lores A. 2012. Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad. *Agroecología* 7(1): 109-115.
56. Lin, B. B. 2011. Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change. *Bio Science* 61(3): 183–193.
57. López, F. 2012. Agricultura y Medio Ambiente. Equilibrio territorial. Servicio técnico de agroindustrias e infraestructura rural. Tenerife, España. 43 p.
58. López, R. J.; Fontán, J. M.; López, F. J.; López, L. 2010. Carbon Sequestration by Tillage, Rotation, and Nitrogen Fertilization in a Mediterranean Vertisol. *Agronomy Journal*. 102(1): 310-318.
59. López, R.; Madejón, E.; Murillo, J. M. y Moreno, F. 2011. Soil quality alteration by mould board ploughing in a commercial farm devoted to no-tillage under Mediterranean conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 140:182–190.
60. Louwagie, G.; Gay, S. H.; Sammeth, F. y Ratering, T. 2011. The potential of European Union policies to address soil degradation in agriculture. *Land Degradation and Development*. 22: 5-17.
61. Machín, B.; Roque, A. M.; Ávila, D. R. y Rosset, P. M. 2010. Revolución Agroecológica: El Movimiento de Campesino a Campesino de la ANAP en Cuba. La Habana, Cuba. 80 p.

62. Madejón, E.; Murillo, J. M.; Moreno, F.; López, M. V.; Arrúe, J. L.; Álvaro-Fuentes, J. y Cantero, C. 2009. Effect of long-term conservation tillage on soil biochemical properties in Mediterranean Spanish areas. *Soil and Tillage Research*. 105(1): 55–62.
63. Martín, G. 2003. Establecimiento de fincas con manejo agroecológico de la producción en el sector campesino. Informe final de Proyecto PNCT: Seguridad Alimentaria Código 0403. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
64. Martínez, F.; García, C.; Gómez, L.; Aguilar, Y.; Martínez, R.; Castellanos, N. y Riverol, M. 2017. Manejo sostenible de suelos en la agricultura cubana. *Agroecología*. 12(1): 25-38.
65. Matamoros M. 2015. Manejo agroecológico de moluscos. International Workshop of Economy Malacology In: 8th International Scientific Seminar on plant health.
66. Meadows, D. y Randers, J. 2012. Los límites del crecimiento. Tauros. Buenos Aires, Argentina. 424 p
67. Melero, S.; López, R. J.; López, L.; Muñoz, V.; Moreno, F. y Murillo, J. M. 2011b. Long-term effect of tillage, rotation and nitrogen fertiliser on soil quality in a Mediterranean Vertisol. *Soil and Tillage Research*. 114(2): 97–107.
68. Melero, S.; Panettieri, M.; Madejón, E.; Gómez, H.; Moreno, F. y Murillo, J. M. 2011a. Implementation of chiselling and mould board ploughing in soil after 8 years of no-till management in SW, Spain: Effect on soil quality. *Soil and Tillage Research*. 112(2): 107-113.
69. Molden, D. 2007. Water for food, Water for life: A comprehensive assessment of Water. Management in agriculture. *Natures Sciencies Sociates*. 16(3): 274-275.
70. Montiel, K. e Ibrahim, M. 2016. Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 29 p.
71. Moonen A. C. y Bárberi, P. 2008. Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 127(1-2): 7-21.

72. Morales, J. y Casado, I. G. 2011. Agroecología y agricultura ecológica: Aportes y sinergias para incrementar la sustentabilidad agraria. *Agroecología*. 6:55-62.
73. Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T– Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, España. 86 p.
74. Naciones Unidas. 2015. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. El papel de los pequeños agricultores en la producción y el comercio sostenibles de los productos básicos [en línea]. Disponible en: <http://www.un.org/en/zero hunger/challenge.shtml> [Consulta: abril, 11 2019].
75. Nicholls, C.; Ríos, L. y Altieri, M. 2013. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Medellín, Colombia. p. 9.
76. Nova, A. 2016. La agricultura en Cuba. En: Taller Nacional de Intercambio sobre agricultura sostenible. Varadero. (CD).
77. Oberhuber, T.; Lomas, P. L.; Duch, G. y González, M. 2010. El papel de la biodiversidad. Centro de Investigación para la Paz. Madrid. España. 36 p.
78. Ocampo, D. 2012. Agrobiodiversidad: conservación y uso como respuesta adaptativa al cambio climático. *Boletín Éxito empresarial* No 176. p. 1 - 3.
79. Ortega, G. 2009. Agroecología vs. Agricultura Convencional. Base Investigaciones Sociales Asunción. Paraguay. 24 p.
80. Panettieri, M.; Carmona, I.; Melero, S.; Madejón, E. y Gómez, H. 2013. Effect of permanent bed planting combined with controlled traffic on soil chemical and biochemical properties in irrigated semi-arid Mediterranean conditions. *CATENA* 107:103-109.
81. Pelosi, C.; Pey, B.; Hedde, M.; Caro, G.; Capowiez, Y.; Guernion, M.; Peigné, J.; Piron, D.; Bertrand, M. y Cluzeau, D. 2014. Reducing tillage in cultivated field sincreases earth worm functional diversity. *Applied Soil Ecology*. 83:79-87.
82. Pengue, A. 2005. Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. La transgénesis de un continente. Grupo de Ecología del

- Pasaje y Medio Ambiente. Universidad de Buenos Aires, Argentina. 221 p.
83. Prager, K.; Schuler, J.; Helming, K.; Zander, P.; Ratering, T. y Hagedorn. 2011. Soil degradation, farming practices, institutions and policy responses: An analytical framework. *Land Degradation and Development*. 22(1): 32-46.
  84. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2013. El papel de los pequeños agricultores en la producción y el comercio sostenibles de los productos básicos [en línea]. Disponible en: [http://www.ifad.org/climate/resources/smallholders\\_report.pdf](http://www.ifad.org/climate/resources/smallholders_report.pdf) [Consulta: junio, 14 2019].
  85. Riverol, M. y Aguilar, Y. 2015. Alternativas para reducir la degradación de los suelos en Cuba y el enfrentamiento al cambio climático. En *Sembrando en tierra viva. Manual de agroecología* (Martínez Oliva E, ed). p. 117-132.
  86. 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*. 40(3): 222-229.
  87. Roig, J. T. 1965. *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. Tomo I. La Habana: Editorial Nacional de Cuba. 44 p.
  88. Roig, J. T. 2012. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. *Plantas medicinales*. 17(4) 452 p.
  89. Sabourin, E.; Mercedes, M.; François Le Coq, J.; Vasquez, L. y Niederle, P. 2017. Políticas Públicas a favor de la Agroecología en América Latina y el Caribe. *Editoração Eletrônica: Rafael Marczal de Lima*. Porto Alegre, Brasil. 50 p.
  90. 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”.
  91. Sarandón, S. J. 2009. Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable: Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. En:

- Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. Siccard TL y MA Altieri, Eds. p. 105-130.
92. Sarandón, S. J. y Flores, C. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina. 29 p.
93. Segura, A.; Casanova, F.; Solorio, F. y Chay, A. J. 2012. Association of woody species in fodder banks: influence on litter production, decomposition and nitrogen release. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 15(1): 61-69.
94. Silva L. y Ramirez O. 2016. Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, provincia Mayabeque. *Luna Azul*. 44:120-152.
95. Soane, B. B.; Ball, B. C.; Arvidsson, J.; Basch, G.; Moreno, F. y Roger, J. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*. 118: 66–87.
96. Stupino, S.; Lermanó, M. J.; Gargoloff, N.A. y Bonicatto, M. M. 2014. La biodiversidad en los agroecosistemas. En: Sarandón S.J. & C.C. Flores (ed.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. p. 131-158.
97. Swift, M. J.; Amn, I. y Van Noordwijk, M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes-are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 104: 113-134.
98. UNEP/CDB/COP/5. 2000. The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su quinta reunión [en línea]. Disponible en:<http://www.cbd.int/decisions/cop/?m=cop-05>. [Consulta: mayo, 22 2019].
99. Verhulst, N.; Francois, I. y Govaerts, B. 2015. Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables? Editor: CIMMYT; Mas Agro. México. 24 p.
100. 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.

Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo.  
Universidad "Rafael Landívar".

101. Vizcón, R. 2014. Indicadores de uso de las fuentes renovables de energía en los sistemas de producción agropecuaria. En: Evento Cuba Solar. Cuba. (CD).
102. Vuelta, D. 2011. La agricultura de conservación. Algunas consideraciones sobre la problemática de su implementación en la región del Caribe. Ciencia en su PC. (4). 1-13.
103. 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.

## ANEXOS

### Anexo1.

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

Fecha: \_\_\_\_\_ Año que se evalúa: \_\_\_\_\_ Compilador: \_\_\_\_\_

##### 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 (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		Otros	

### 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 \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

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 (UM 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 Si\_\_ No\_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Cepo Sí\_\_ No\_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Baño Sí \_\_No\_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Estercolero Sí \_\_No\_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Almacenes Sí \_\_ No\_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Nave de maquinaria Sí\_\_ No\_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Cochiguera Sí\_\_ No\_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Galpón para aves Sí \_\_No\_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Caballeriza Sí\_\_ No\_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Lombricultura Sí\_\_ No \_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Biogás Sí\_\_ No \_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

Organopónico Sí\_\_ No\_\_ Condiciones B \_\_\_\_\_ R \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

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

Tractor Carreta \_\_\_\_\_ Yuntas de bueyes \_\_\_\_\_ Carretones \_\_\_\_\_ Pipa \_\_\_\_\_

Molino forrajero \_\_\_\_\_ Molino de granos \_\_\_\_\_ Arado \_\_\_\_\_ Surcador \_\_\_\_\_

Chapeadora \_\_\_\_\_ Ordeño mecánico \_\_\_\_\_ Fertirriego \_\_\_\_\_

Peladora de arroz \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

1.9 Estado de los cercados y mangas (marque X) B\_\_\_\_\_ R\_\_\_\_\_ M\_\_\_\_\_.

Perímetro total \_\_\_\_\_ Número de divisiones \_\_\_\_\_

Tipo de cercado:

Alambre púas: \_\_\_\_\_ Eléctrico: \_\_\_\_\_ Cerca viva: \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

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

	Hombres	Mujeres
Obrero		
Técnicos		
Administradores		

Horas promedio de trabajo diario \_\_\_\_\_ Horas hombre totales diario \_\_\_\_\_ Días de trabajo anual \_\_\_\_\_

2. Producción y diversidad vegetal

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

2.2 Frutales	No de individuos	Producción (t)	Destino de la producción				Ingreso
			Estatal	Agro	Autoconsumo / donación	Otra	
Naranja							
Coco							
Aguacate							
Guayaba							

Mango							
Tamarindo							
Otros							
Otros							

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
2.6. Postes vivos	

### 3. Producción y diversidad animal

#### 3.1 Animales

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

Cabra								
Otros								

### 3.2 Producción de leche

Tipo	Total prod. (l)	Industria	Cruce mientos	Consumo animal	Acopio Estatal	Mercado Agro	Autoconsumo / don.	Ingreso
Vaca								
Cabra								
Otros								

### 3.3 Producción de huevos

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

### 3.4 Rebaño bovino

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

Composición total del rebaño (UM número de animales):

Hembras: Vacas \_\_\_ Novillas \_\_\_ Añejas \_\_\_ Terneras (4-12 meses) \_\_\_ Terneras (0-4 meses) \_\_\_\_\_

Machos: Bueyes \_\_\_ Toros \_\_\_ Toretes \_\_\_ Añejos \_\_\_ Terneros (4-12 meses) \_\_\_ Terneros (0-4 meses) \_\_\_\_\_

Composición promedio anual del rebaño en producción (UM 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 Swiss\_\_\_\_\_ Jersey \_\_\_\_\_

Criollo\_\_\_\_\_ Cruces\_\_\_\_\_ Otros\_\_\_\_\_

Método de gestación utilizado (marque X):

Inseminación\_\_\_\_\_ Monta directa\_\_\_\_\_

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

Gestantes\_\_\_\_\_ Inseminadas\_\_\_\_\_ diagnosticada \_\_\_\_\_ Recentinas\_\_\_\_\_

Vacías\_\_\_\_\_

Edad promedio del rebaño (años) \_\_\_\_\_ Número promedio de partos del rebaño\_\_\_\_\_

Edad promedio de incorporación a la reproducción (años) \_\_\_\_\_

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

### 3.6 Porcinos

Cantidad total de cerdos\_\_\_\_\_Reproductoras\_\_\_\_\_Berracos

Ceba\_\_\_\_\_Pre-cebas \_\_\_\_\_ y crías\_\_\_\_\_

### 3.7 Fuerza de trabajo animal

<i>Especie</i>	<i>No de animales</i>	<i>Horas de trabajo diario</i>	<i>Días de trabajo anual</i>

## 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\_\_

#### 4.2 Producción de estiércol

Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad
Gallinaza			

#### 4.3 Otros abonos orgánicos

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

#### 4.4 Residuos de cosecha para la alimentación animal

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

## 5. Insumos productivos

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

Insumo	Tipo de producto	Cantidad	Uso	Costo	Origen (donde lo compra)
Pienso					
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					

## 6. Economía de la finca

Gastos		Ingresos	
Salarios		Productos agrícolas Estado	
Alimentación humana		Productos agrícolas Otras	
		Productos pecuarios Estado	
Alimentación animal		Productos pecuarios Otras	
Medicina			
Fertilizantes / plaguicidas		Otros productos	
Semillas		Créditos	
Combustibles		Actividades anexas	
Electricidad		Reinversiones	
Gas			
Otros insumos			
		Remesas, donaciones	
Servicios maquinaria		Proyectos	
Otros servicios			
Amortizaciones			
Inversiones			

Gastos totales \_\_\_\_\_ Ingresos totales \_\_\_\_\_

## 7. Indicadores sociales

### 7.1 Calificación de los trabajadores

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

### 7.2 Ingreso promedio de los trabajadores

	Hombres	Mujeres
Obreros		
Técnicos		
Administradores		

### 7.3 Motivación hacia el trabajo

Debido a: (marque X) :

- a) Condiciones de la vivienda      B\_\_\_\_\_ 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
Hombre	60	Técnico media	Agricultura
Mujer	50	Secundaria	Ama de casa

### 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 utilizados para medir eficiencia energética en la finca a través del el sistema computarizado Energía 3.01.

Parámetro	Descripción	Fórmula
Energía insumida (Megajoules/ha)	Cantidad de energía gastada por concepto de insumos utilizados, expresado en megajoules por una hectárea de terreno.	$EI = \frac{\text{gasto} \times \text{energía}}{\text{área}}$ <p>Donde:</p> <p>gasto: Gasto del insumo, en su unidad de medida.</p> <p>energía: Equivalente energético de la unidad del insumo, en megajoules.</p> <p>área: área de la finca, en hectáreas.</p>
Energía producida (Megajoules/ha)	Cantidad de energía producida por concepto de producciones agrícolas, expresado en megajoules por una hectárea de terreno.	$EP = \frac{\text{producción} \times \text{energía}}{\text{área}}$ <p>Donde:</p> <p>producción: Producción del producto, en su unidad de medida.</p> <p>energía: Equivalente energético de la unidad del insumo, en megajoules.</p> <p>área: área de la finca, en hectáreas.</p>

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

		producto. área: área de la finca, en hectáreas. reqprot: requerimiento en proteínas 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.	$CEP = \frac{enertortgas\ t}{prottotprod}$ <p>Donde.</p> <p>enertotgast: Cantidad total de energía gastada, en megajoules. prottotprod: 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 energgest	$BE = \frac{energprod}{energgest}$ <p>Donde.</p> <p>energprod: Cantidad total de energía producida, en megajoules. energgest: Cantidad total de energía gastada, en megajoules.</p>

### Anexo 3.

#### Métodos para calcular los índices de agro-biodiversidad

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

## Anexo 4

### Resultados obtenidos con el instrumento de evaluación de la calidad del suelo.

Nº	INDICADOR	VALOR DECAMPO					VALOR PROMEDIO	OBSERVACION
		M1	M2	M3	M4	M5		
1	ESTRUCTURA	6	6	7	7	7	7	
2	COMPACTACION	5	6	7	6	6	6	
3	PROFUNDIDAD DELSUELO	6	4	4	5	3	4	
4	ACTIVIDADBIOLOGICA	4	7	3	5	10	6	
5	ESTADO DERESIDUOS	5	5	5	5	5	5	
6	DESARROLLO DERAICES	5	6	3	5	7	5	
7	COLOR, OLOR Y MATERIAORGANICA	4	4	4	4	6	4	
8	INFILTRACION DEL AGUA EN ELSUELO	8	10	9	8	7	8	
9	RETENCIÓN DEHUMEDAD	7	5	6	6	6	6	
10	EROSION	5	4	7	7	9	6	
11	TEXTURA	9	10	9	8	9	9	
12	CONSISTENCIA EN SUELO SECO	10	9	8	9	9	9	
13	CONSISTENCIA EN SUELOHUMEDO	10	8	10	8	5	8	
14	CONSISTENCIA EN SUELOMOJADO	8	8	9	9	8	8	
	VALOR PROMEDIO(						6,5	

## Anexo 5.

### Flora de la finca “La Angelita”

Nombre común	Nombre científico
Aguacate	<i>Persea americana Mill</i>
Algarrobo	<i>Albicialebbbeck</i>
Almacigo	<i>Bursera simaruba L.</i>
Café	<i>Cofea arábica L.</i>
Ceiba	<i>Ceiba pentandra L.</i>
Chirimoya	<i>Annona CherimoliaMill.</i>
Ciruela	<i>Spondiaspurourea L</i>
Coco	<i>Cocos nucifera L</i>
Guanabana	<i>Annona muricata L</i>
Guayaba	<i>Psidium guajaba L</i>
Leucaena	<i>Lucaenaleucocephala</i>
Mamey	<i>Pouteriasapota(Jacq)</i>
Mamoncillo	<i>MelicoccabijugaLin.</i>
Mango	<i>Mangifera indica L.</i>
Marabú	<i>Dichrostachys cinerea</i>
Maracuyá	<i>Passifloraedulis</i>
Marañón	<i>Anacardiumoccidentale, Lin.</i>
Melocotón	<i>Prunas persica</i>
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis L</i>
Palma	<i>Caryotaurens L</i>
Plátano	<i>Musa paradissiaca L.</i>
Tamarindo	<i>Tamarindus indica L.</i>

## Anexo 6.

### Fauna de la finca “La Angelita”

Nombre común	Nombre científico
Ganado mayor	<i>Bosprimigeniustaurus L</i>
Pollos	<i>Pollardus spp.</i>

## Anexo 7. Fotos de la finca “La Angelita”



