



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
“Indio Hatuey”

Tesis presentada en opción del título académico de Máster en
Pastos y Forrajes

Transformación de la finca ganadera “La Palma” a una
finca diversificada con bases agroecológicas.

Tutor:

Ing. Néstor Francisco Núñez García

Tutora:

Ing. Yuseika Olivera Castro

Dra. C. Ing. Wendy Ramírez Suárez, M. Sc.

Perico, Matanzas

2021

PENSAMIENTO

Los agricultores aprendieron con la propia vida, que mientras más parecida fueran sus fincas a lo que fue el entorno natural de la localidad, menos problemas tendrían que afrontar y menos recursos necesitarían para producir.

DEDICATORIA

A mi madre, que desde mis primeros pasos me guio por el camino del sacrificio, la dedicación y el respeto.

A mis tutoras, a las que admiro y respeto por su entrega, responsabilidad, compromiso y profesionalidad.

A mi familia, que me ha apoyado y animado a continuar mi desarrollo profesional.

A mis compañeros de trabajo, amigos y vecinos, que me dieron el ánimo de continuar.

A Panchi, por todo su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración y culminación de una tesis de maestría, además del sacrificio y del esfuerzo personal, indudablemente lleva implícito el apoyo y la cooperación de personas y de instituciones a las cuales deseo extender mis más sinceros agradecimientos en especial a mis tutoras, con las que he contado en todo momento, así como a los demás profesores que han ayudado en mi formación.

Mencionar a alguien que hoy no se encuentra entre nosotros, El profesor Panchito, al que le debo el impulso para realizarme como profesional, donde quiera que estés gracias. A la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey por apoyarme y darme la facilidad que pocos en el mundo tienen esa oportunidad.

A todos Muchas Gracias

LISTADO DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y ACRÓNIMOS.

%-Por ciento

Σ -Sumatoria

A B C-Horizontes del perfil de suelo

ANAP-Asociación Nacional de Agricultores Pequeños

CCS-Cooperativa de Créditos y Servicios

cm-Centímetro

cmol-Centimol

CO₂-Dióxido de Carbono

CPA-Cooperativa de Producción Agropecuaria

DRP-Diagnóstico Rápido Participativo

EM-Microorganismos Eficientes

FAO-Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GJ/ha/año-Giga joule por hectáreas por año

H'¹-Índice de Shannon

ha-hectáreas

IM-Índice de Margalef

kg/ha/año-Kilogramo por hectáreas por año

kg-Kilogramo

L vaca⁻¹-Litros por vaca

In-Número de individuos de la especie

M ha-Miles de hectáreas

MINAG-Ministerio de la Agricultura

mm-Milímetro

N-Número total de individuos de todas las especies, incluye animales, cultivos, frutales y forestales

NSDPE-Nuevo Sistema de Dirección y Planificación de la Economía

°C-Grado Centígrado

ONEI-Oficina Nacional de Estadística e Información

PCC-Partido Comunista de Cuba

pH-Concentración de iones de hidrógeno

p_i -Abundancia proporcional de la especie

SDIA-Sistemas Diversificados, integrados y autosuficientes

S-Número total de especies

t - tonelada

UBPC-Unidad Básica de Producción Cooperativa

UGM/ha-Unidad de Ganado Mayor por hectárea

USD-Dólar Estadounidense

Vo.-Vacas en ordeño

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Pág.
Tabla 1. Formas productivas en el sector agrícola.	10
Tabla 2. Calidad de los suelos de Cuba.	10
Tabla 3. Comportamiento de las variables climatológicas promedio anual durante la etapa de estudio en la finca “La Palma”.	24
Tabla 4. Indicadores de biodiversidad evaluados.	28
Tabla 5. Escala utilizada para clasificar la complejidad de cada indicador y componente de la biodiversidad, así como de la finca.	30
Tabla 6. Indicadores de productividad evaluados.	31
Tabla 7. Distribución del área de la finca(ha) por su uso.	32
Tabla 8. Cantidad de animales presentes en la finca “La Palma” y su función	34
Tabla 9. Especies de Árboles más representativas del agroecosistema y su uso.	35
Tabla 10. Cantidad de especies de árboles maderables.	37
Tabla 11. Comportamiento de los índices de biodiversidad en la finca.	39
Tabla 12 Área de alimento animal.	42
Tabla 13. Obtención de productos orgánicos en la finca.	47
Tabla 14. Comportamiento de los componentes de la biodiversidad de la finca “La Palma”.	51
Tabla15. Animales por categoría bovina y rendimiento productivo por año.	54
Tabla 16. Cantidad y producción de cerdos en la finca.	55
Tabla 17. Tabla de Autoconsumo y rendimiento de los cultivos.	57
Tabla18. Área del cultivo Semiprotegido y rendimiento(t/ha) de los cultivos.	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Pág.
Figura 1. Esquema de reciclaje de nutrientes.	17
Figura 2. Ubicación de la Finca “La Palma”.	25

RESUMEN

Partiendo de las experiencias en transición de sistema productivo convencional a un sistema productivo diversificado a través de la implementación de prácticas agroecológicas, de las fincas de los pequeños productores, se escogió la finca "La Palma" de la UBPC "Ramón Rodríguez Milian", de la localidad El Roque, municipio de Perico, con el objetivo general de incrementar la diversificación de especies de plantas, animales y prácticas agroecológicas como contribución a la transición agroecológica y al aumento de las producciones agropecuarias. La finca cuenta con un área de 26,84 hectáreas, en sus inicios dedicadas a la explotación ganadera. Durante los tres años evaluados, el índice de diversidad de la producción (Shannon) se incrementó de 1,18 en sus inicios a 2,87 en el tercer año, mientras que en el mismo período la introducción de nuevas especies de cultivos menores, árboles y animales permitieron un ligero aumento de la riqueza de especies de 2,22 a 2,82 (Margalef). La incorporación de buenas prácticas como son, la utilización de cercas vivas, el uso de productos orgánicos, el incremento de áreas de producción de alimento (autoconsumo y semipr

otegido) humano y animal, favorecieron la transición de la finca. Además, a través de los años se incrementó el número de especies tanto de animales como de plantas (maderables y frutales). Por ello, tanto la producción agrícola como la pecuaria se incrementaron; los rendimientos agrícolas aumentaron con respecto al producido en el sistema en el inicio de la transformación. Se demostró la validez de la metodología utilizada para la evaluación y manejo de sistemas agroproductivos y se confirmó que los procesos de diversificación agrícola garantizan la preservación del medio ambiente y garantiza la producción sostenible y suficiente de alimentos. Los resultados demostraron que los sistemas diversificados e integrados poseen un potencial para lograr niveles aceptables de productividad con el uso de los recursos propios de la finca, lo que contribuyó a la soberanía alimentaria y a un incremento productivo de la misma y se recomienda su socialización e introducción.

Palabras claves: Transición, convencional, diversificado, prácticas agroecológicas,

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍTEM	PÁG.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1.1. La transformación de la agricultura cubana	5
1.2. Importancia económica de la agricultura en Cuba	8
1.3. Evolución y formas de tenencia de la tierra en la agricultura cubana. Etapa 2008–2017	10
1.4. La agricultura sostenible y su aplicación en el agroecosistema	11
1.5. El enfoque de la agroecología en la agricultura	13
1.6. Sistemas integrados ganadería-agricultura, con bases agroecológicas	14
1.7. Relación suelo-planta-animal-ecosistema	17
1.8. Impacto ambiental de los sistemas agroecológicos	18
1.9. Indicadores de biodiversidad y productividad	20
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	23
2.1. Caracterización del municipio Perico	23
2.2. Metodología para la selección de la finca	23
2.3. Localización de la finca	24
2.4. Características de clima y suelo	24
2.5. Metodología general de análisis. Procedimiento experimental	26
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	84

INTRODUCCIÓN

Los procesos productivos y las formas sociales de organización, en gran parte, son responsables del deterioro de los recursos naturales, junto con las alteraciones climáticas, la desertificación de los suelos, la pérdida de la biodiversidad, la desaparición de los bosques y el desarrollo de la industria altamente contaminante. La gran mayoría de las naciones del mundo reconocen los problemas mencionados con anterioridad; por ello, la emergencia en la búsqueda de soluciones (Rodríguez-García, 2019).

Para la mayoría de las poblaciones pobres la agricultura es la clave de su supervivencia, por lo que el desarrollo constituye uno de los requisitos esenciales para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio. La agricultura convencional, surgida con la Revolución Verde, concentró grandes extensiones de tierra en manos de pocos propietarios, especialmente empresas transnacionales, lo que implicó la transformación de la agricultura en una industria lucrativa a través del comercio de insumos químicos, maquinarias, variedades mejoradas genéticamente y paquetes tecnológicos. Sus efectos iniciales fueron positivos, pero pronto manifestó fragilidad, vulnerabilidad y riesgos para el ambiente, la salud humana y los agroecosistemas. En este contexto surge el movimiento agroecológico en Latinoamérica, y Cuba se convierte en uno de sus máximos exponentes (Funes y Vázquez, 2016; Funes, 2017).

La agroecología, que tiene sus raíces en las ciencias agrícolas, el movimiento de protección del medio ambiente, la ecología, el análisis de agroecosistemas tradicionales, la diversificación de fincas, su transformación y el desarrollo rural, han integrado estas nuevas ideas y métodos de hacer agricultura, dándole una base científica con un objetivo común: la sostenibilidad de los agroecosistemas (Ramírez-Iglesias y Cuenca-Klever, 2020).

La agroecología enfatiza la interrelación de todos los componentes del agroecosistema y la dinámica compleja de los procesos ecológicos; es un enfoque alternativo que va más allá del uso de insumos para el desarrollo integrado de los agroecosistemas con mínima dependencia externa, en particular de insumos agrícolas (Nicholls *et al.*, 2015); donde el incremento de la agrobiodiversidad desempeña un papel determinante en el funcionamiento de la finca.

El estado agroecológico de un sistema productivo no ocurre 'naturalmente', no se alcanza, simplemente eliminando insumos y subsidios. Debe ser diseñado y administrado intencionalmente (Vandermeer *et al.*, 2010). Para llegar al estado del sistema agroecológico es necesario realizar una transición activa desde cualquiera de los otros estados del ecosistema, por lo que es necesario invertir en conocimiento, tiempo y recursos y, a menudo, también aumentar la exposición a los riesgos durante la fase de transición (Tiftonell, 2014).

En Cuba, la agroecología surgió y se impulsó por la crisis de la agricultura convencional desde principios de los años noventa, primero como una simple sustitución de insumos antes de integrar las prácticas agroecológicas y ganar otras dimensiones, en particular de seguridad y soberanía alimentaria, nutricional y de salud; se promovió por un grupo de investigadores y profesores y adoptada por los campesinos y el movimiento de la agricultura urbana (Vázquez *et al.*, 2017).

El movimiento agroecológico en todo el país y, de forma especial, en los municipios de la provincia de Matanzas desde la década del 90, se desarrolla principalmente por productores no estatales, a escala de fincas campesinas o pequeñas unidades de producción familiar, donde la biodiversidad, la integración y utilización de sus

componentes, entre otras medidas, garantizan la sostenibilidad de las producciones (Rodríguez-Izquierdo *et al.*, 2017).

En la actualidad, cuando esta corriente se fortalece, la diversificación y transformación de las fincas campesinas marcan el camino de transición hacia un modelo productivo sostenible, donde el diagnóstico agroecológico facilita la caracterización de numerosos ecosistemas y sistemas agropecuarios. Esta herramienta, en los últimos años, ha posibilitado la obtención de datos valiosos sobre los componentes fundamentales de los agroecosistemas y sus relaciones, lo que hace posible un mejor aprovechamiento de estos en la búsqueda de mayores resultados productivos (Funes-Monzote *et al.*, 2009; Utria *et al.*, 2016).

En este sentido 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).

Para que las transiciones agroecológicas se consideren transiciones sostenibles, deben favorecer las trayectorias de mayor resiliencia y adaptabilidad en los sistemas productivos y las comunidades rurales (Tiftonell *et al.*, 2020). Teniendo en cuenta todos los elementos antes expuestos y las experiencias con que cuenta el territorio sobre el tema se buscaron alternativas factibles y viables para lograr una transición de un sistema productivo convencional a un sistema productivo diversificado a través de la implementación de prácticas agroecológicas en la finca “La Palma” del poblado del Roque en el municipio de Perico.

Pero, ¿cómo se puede monitorear la biodiversidad y los cambios que esta provoca en el sistema para evaluar un proceso de transición agroecológica?

En este sentido esta investigación se plantea el siguiente **Problema Científico**:

¿Cómo contribuir a la transición y el aumento de la productividad de la finca “La Palma” a partir del manejo de la agrobiodiversidad y la adopción de prácticas agroecológicas?

Ante este problema se propone la siguiente **Hipótesis**.

Si se incrementa la agrobiodiversidad en la finca “La Palma” del poblado El Roque en el municipio de Perico, entonces se incrementarán los rendimientos productivos y permitirá la transición a una finca agroecológica.

Objetivo General

Incrementar la diversificación de especies de plantas, animales y prácticas agroecológicas como contribución a la transición agroecológica y al aumento de las producciones en la finca “La Palma”.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la finca “La Palma”.
2. Determinar la funcionalidad de la agrobiodiversidad durante el proceso de transición agroecológica en la finca “La Palma”.
3. Evaluar el grado de complejidad de la finca “La Palma”, a través de la caracterización de la biodiversidad.
4. Relacionar las transformaciones de la agrobiodiversidad durante el proceso de transición agroecológica con la productividad en la finca “La Palma”.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. La transformación de la agricultura cubana

La agricultura encierra para la economía cubana una importancia significativa y estratégica. Las razones fundamentales por las cuales resulta decisiva y estratégica, radican en que es el sector primario de la producción de alimentos con destino a la población y la rama ganadera, industria procesadora, y sustituto para la reducción de las importaciones de alimentos. Además, en su efecto multiplicador, encadenamiento productivo-valor y dinamizador directa e indirectamente, con los diversos sectores que conforma la estructura de la economía del país.

Cuba históricamente se ha dedicado a una agricultura agroexportadora de monocultivo y extracción indiscriminada de recursos naturales. Estos patrones de producción agrícola generaron alta dependencia de insumos importados, degradación de los suelos, la disminución de la biodiversidad y la reducción drástica de la cubierta forestal (González, 2018).

Por mucho tiempo la agricultura ha sido testigo de fenómenos medioambientales, conflictos por las conquistas de territorios, daños ocasionados por el mal uso y cuidado de los suelos y los efectos del calentamiento global, viéndose afectada no solo la actividad agraria sino también el bienestar humano (Nova, 2017).

Con el triunfo revolucionario se produjo un profundo proceso de transformaciones económicas, políticas y sociales que impactó directamente en el proceso agrario cubano. Desde entonces este proceso en nuestro país ha sido parte inseparable de la historia de la revolución y uno de sus componentes fundamentales.

El proceso agrario ha transitado por una serie de etapas en las cuales se demuestra los cambios que han sucedido a través de los años (Valdés Paz, 1997; Nova, 2006; González, 2018a; Arias-Guevara y Leyva-Remón, 2019).

- 1959-1963. Periodo de las dos primeras reformas agrarias y de la constitución de un sector agrario estatal.
- 1963-1970. Periodo de adecuación de la agricultura a las nuevas condiciones socialistas y de expansión acelerada de la agricultura cañera y previa a la zafra de los 10 millones de producción de toneladas de azúcar.
- 1970-1975. Periodo de recuperación de los impactos de la zafra del 70 y extensión del modelo tecnológico de producción intensiva.
- 1975-1985. Periodo de adecuación de la agricultura al nuevo sistema de dirección y planificación de la economía (NSDPE).
- 1985-1993. Periodo de adecuación de la agricultura a la campaña de rectificación de errores y tendencias negativas.
- 1993-2008. Periodo de recuperación de la crisis de la década de 1990 y de una tercera reforma agraria.
- 2008-actualidad. Periodo en curso de una cuarta reforma agraria y de la municipalización de la agricultura.

La ciencia y la tecnología fue un proceso agrario inclusivo a todas las entidades de la agricultura, acompañado paralelamente de los servicios técnicos de la agricultura y las investigaciones básicas y aplicadas, creándose grandes instituciones de prestación de servicios técnicos-institutos, centros nacionales, laboratorios y otros presupuestados y dotados de redes territoriales, que sustituyeron al sistema tradicional de la década del 60.

La implementación de este modelo tecnológico de insumos al sector elevó su

componente importado. Este modelo tecnológico rigió directivamente al sector estatal y extensionalmente al sector campesino hasta finales de este siglo, cuando la crisis económica derrumbó el modelo intensivista y fue sustituido por un modelo emergente, de carácter híbrido, integrado por elementos del modelo intensivo y otros agroecológicos (Arias-Guevara y Leyva-Remón, 2019). Este modelo emergente se ha visto favorecido por la crisis de los abastecimientos técnicos-productivos, pues al disminuir las importaciones de insumos fue necesario recurrir a soluciones agroecológicas.

Todo ello vislumbro la necesidad de un modelo que garantice la sustentabilidad económica y ecológica de la agricultura cubana con el empleo de prácticas agroecológicas (Sabourin *et al.*, 2017).

En la actualidad el modelo agroecológico cuenta a su favor con el modelo de la tradición campesina, como el más sustentable dentro de las formas de producción existentes.

El gobierno cubano ha manifestado la voluntad de dar respuesta a las problemáticas ecológicas del país y seguir desarrollando el sector agropecuario bajo los preceptos de la sustentabilidad, la seguridad alimentaria y el respeto a la biodiversidad (Machín, 2017).

Muestra de ello lo constituyen algunos de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y La Revolución para el período 2016-2021, aprobados en el Séptimo Congreso del Partido (PCC, 2017). Entre ellos se encuentran los siguientes:

- 156. Desarrollar una agricultura sostenible empleando una gestión integrada de ciencia, tecnología y medio ambiente, aprovechando y fortaleciendo las capacidades disponibles en el país, además que reconozca las diversas escalas productivas.
- 157. Priorizar la conservación, protección y mejoramiento de los recursos naturales, entre ellos, el suelo, el agua y los recursos zoo y fitogenéticos.

Recuperar la producción de semillas de calidad, la genética animal y vegetal; así como el empleo de productos biológicos nacionales.

- 158. Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente, evaluar impactos económicos y sociales de eventos extremos, y adecuar la política ambiental a las proyecciones del entorno económico y social. Ejecutar programas para la conservación, rehabilitación y uso racional de recursos naturales. Fomentar los procesos de educación ambiental, considerando todos los actores de la sociedad.
- 159. Asegurar un efectivo y sistemático control estatal sobre la tenencia y el uso de la tierra, que contribuya a su explotación eficiente y al incremento sostenido de las producciones. Continuar la entrega de tierras en usufructo y la reducción de las áreas ociosas.

1.2. Importancia económica de la agricultura en Cuba

Una de las consideraciones importantes de la agricultura en Cuba es que es la rama principal, por su aporte en la producción de alimentos y materias primas para las industrias dependientes y derivadas. La alimentación es condición de vida indispensable para el ser humano y los animales; la agricultura aporta la mayor parte de los alimentos que diariamente consume la población; genera y encierra una alta potencialidad en la creación de ingresos por la vía de los fondos exportables; emplea directamente cerca de la quinta parte de la población económicamente activa. De lo anterior se puede deducir que la economía familiar de unos cuatro millones de cubanos depende directamente del desempeño de la actividad de la agricultura (Sorzano, 2018).

Puede contribuir sustancialmente a la sustitución de importaciones de alimentos y reducir de forma significativa la actual dependencia alimentaria externa (anualmente se importan cerca de 2 mil millones de USD en alimentos).

La agricultura, es un sector generador de energía renovable y no contaminante a lo largo del sistema agroindustrial cañero, dando lugar a un balance favorable entre la emisión y absorción de CO₂; ello es favorable para la conservación del medio ambiente. La agricultura en conjunto con la actividad pecuaria, también genera energía eléctrica, biocombustible y biogás, a partir de fuentes renovables, dando lugar a importantes ventajas económicas, sociales, territoriales y ambientales.

Este sector reúne una vasta experiencia y nivel de conocimientos tanto prácticos como científico-técnicos, acumulado y trasladado de generación en generación. Estos resultados se han potenciado en los últimos 50 años. También ha desarrollado experiencias sobre las formas de producción cooperativa, que sin duda constituye una fuente de conocimiento más y punto de referencia importante para las formas cooperativas que existen en la estructura económica del país (Sorzano, 2018).

Según el informe de la ONEI (2017), el sector agrícola se sustenta en 6 formas productivas empresariales: UBPC, CPA, CCS, privado, usufructuario (83,0 % vinculado fundamentalmente a las CCS) y estatal (tabla 1). Las más importantes son las CCS y el privado, los cuales producen el 78,0 % de la producción total de alimentos de origen vegetal (no incluye caña de azúcar), con el 18,0 % de la tierra. También producen entre el 65,0–66,0 % de la leche de vaca, 75,0 % del frijol, 63,0 % del arroz, 85,0 % del maíz, 84,0 % de la carne ovino-caprino, 64,0 % de la carne de ave y el 32,0 % de la carne de cerdo.

Tabla 1. Formas productivas en el sector agrícola.

Formas productivas	%
Estatal	20,0
CPA	9,0
UBPC	25,0
CCS	15,0
Usufructuario	29,0
Privado	2,0
Total	100,0

Tomado de ONEI (2017)

Es necesario señalar la importancia que encierra el suelo, como medio de producción fundamental de la agricultura. Según las estadísticas del Instituto de Suelo (ONEI, 2018), en la tabla 2 se muestra la calidad de los suelos en la agricultura cubana. Como se observa solo el 33,2 % clasifica como muy productivo y productivo, lo cual demanda una adecuada conservación y mejora de los mismos.

Tabla 2. Calidad de los suelos de Cuba.

Calidad de los suelos	%
Muy productivo	16,5
Productivo	16,7
Poco productivo	46,1
Medianamente productivo	20,7
Total	100,0

Fuente: ONEI (2018)

1.3. Evolución y formas de tenencia de la tierra en la agricultura cubana. Etapa 2008–2017

Desde el 2007 hasta el presente se han implementado una serie de medidas encaminadas a la búsqueda de soluciones y a la reactivación del sector de la agricultura, que conduzca al incremento de la producción, sustitución de importaciones de alimentos, ampliación y desarrollo de fuentes de energía renovable y a la generación de excedentes para incrementar las exportaciones de bienes. Ello trajo consigo la implementación de

más de 22 medidas entre leyes, decretos-leyes y resoluciones, con vista a reactivar la producción agropecuaria (Nova, 2015).

La medida más importante ha sido la entrega de tierras agrícolas ociosas (sin cultivar) bajo condiciones de usufructo a personas naturales y jurídicas. A partir de 2008 la tenencia de la tierra en Cuba registró y continúa registrando importantes transformaciones. Según datos del MINAG (2017), de los 10 millones 988,4 ha de superficie total, unas 6 300 175,57 ha son áreas agrícolas. Estas se encuentran ocupadas por:

- Cultivos temporales: 1 151 131,3 ha
- Cultivos permanentes: 1 454 230,64 ha de los cuales, 972,5 Mha son de caña de azúcar y 59,7 Mha están con marabú
- Ganadería: 3 694 480,0 ha
- Forestas: 3 339 359,4 ha

El proceso de entrega de tierras ociosas, hasta inicio del 2018, había posibilitado distribuir 1 451 347,0 ha, y se estima un potencial de tierras ociosas disponibles de unas 9 000 ha, con posibilidades a distribuir 4 000 ha más.

1.4. La agricultura sostenible y su aplicación en el agroecosistema

La ley 81 del Medio Ambiente de Cuba, recoge como concepto de agricultura sostenible: Sistemas de producción agropecuaria que permite obtener producciones estables de forma económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente.

Esta nueva concepción apuesta por la seguridad alimentaria, la erradicación de la pobreza, además, de la protección y conservación de los recursos naturales.

La agricultura agroecológica favorece el máximo aprovechamiento de los recursos locales y la sinergia de los procesos a nivel del agroecosistema. Es una agricultura contextualizada, que propicia la innovación local y el diálogo entre agricultores. Su estrategia es el manejo del sistema de producción o la finca, mediante prácticas que favorezcan su complejidad (agroforestería, silvopastoriles, policultivos). Adopta el control biológico y la nutrición orgánica de manera óptima (Vázquez, 2008).

Para implementar esta agricultura, que necesita lograr un equilibrio ambiental, surge por esta razón el movimiento de Agricultura Sostenible, que propone estrategias dirigidas a resolver los problemas que afectan la agricultura a nivel mundial. El término sostenible implica una dimensión temporal y la capacidad de un sistema agrícola de permanecer y durar de forma indefinida (Lores Pérez, 2009).

En Cuba la diversificación agrícola fue reconocida como un camino alternativo desde inicios de los años noventa, tras el colapso del sector. Los productores que ocupaban una proporción relativamente pequeña del área agrícola disponible, lograron sustanciales aumentos en la productividad de la tierra y de la mano de obra mediante modelos integrados ganadería-agricultura.

Son diversas las alternativas prácticas que se pueden establecer en agroecosistemas integrados de cultivo y ganado. Por lo general estas prácticas se corresponden con:

- Fomentar y manejar la diversidad vegetal (asociación de gramíneas y leguminosas, como componentes fundamentales de los pastizales forrajeros).
- Equilibrar y estabilizar el agroecosistema.
- Mantener e incrementar la fertilidad con óptimo uso de la tierra en rotaciones debidamente lotificadas, producción de fitomasa no comprometida con la

alimentación de los animales, pastoreo rotacional, pastoreo en los rastrojos en vez de recogerlos).

Funes-Monzote (2009) comparó la situación cubana y la de otros países, donde la de Cuba es relativamente favorable para el desarrollo de modelos agroecológicos, debido a la abundancia de tierras, la baja densidad poblacional, la experiencia adquirida en una agricultura de bajos insumos externos, las tecnologías desarrolladas durante los últimos quince años, los altos niveles de educación y salud de la población, así como la organización social.

1.5. El enfoque de la agroecología en la agricultura

Los sistemas agroecológicos tienen como objetivo esencial integrar sus componentes de manera tal que aumente la eficiencia biológica general y mantenga la capacidad productiva (Lores Pérez, 2009). Las rotaciones de cultivos, policultivos, intercalamiento de cultivos, integración ganadería-agricultura son estrategias para restaurar la diversidad agrícola en tiempo y espacio y lograr una mejor optimización de los nutrientes y la materia orgánica, conservar el agua y el suelo, cerrar el flujo de energía y balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales (Funes, 2017).

Según este autor, estos sistemas agrícolas se caracterizan cada vez más por la agrobiodiversidad y la heterogeneidad y tienden a ser manejados descentralizadamente por agricultores con expectativas y tradiciones diferentes. Durante casi dos décadas los productores y los investigadores han sido protagonistas de la introducción y aplicación exitosa en Cuba de los sistemas de bajos insumos externos

Funes-Monzote (2006), estima que las ventajas para la adopción de los sistemas agroecológicos y de la agricultura integrada de los trópicos son:

- Alto potencial para la producción de biomasa a través de la energía solar.

- Alta diversidad de los ecosistemas tropicales.
- Posibilidad de cultivar durante todo el año.
- Plantas altamente productoras de energía y proteína como la caña y la yuca.

Ventajas de la agricultura integrada:

- Recupera los desperdicios.
- Reduce la necesidad de los fertilizantes comerciales.
- Mejora la estabilidad de las fincas.
- Aumenta la producción total de alimentos.

Entendiendo estas relaciones y procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manejados para mejorar la producción de forma más sustentable, con menores impactos negativos ambientales y sociales y un menor uso de insumos externos.

Los sistemas integrados han sido asociados a objetivos como la autosuficiencia alimentaria, el uso óptimo de la tierra, la multifuncionalidad, la optimización de los flujos de nutrientes y energía y la agrobiodiversidad (Pimentel *et al.*, 2005).

1.6. Sistemas integrados ganadería-agricultura, con bases agroecológicas

La actividad agropecuaria que desarrollan los pequeños y medianos productores en América Latina resulta uno de los más claros ejemplos de cómo afecta la intervención antropogénica al ambiente circundante. Esta actividad que beneficia al ser humano en la obtención de recursos alimenticios principalmente, si no es llevado a cabo con la debida conciencia de conservación, puede provocar un impacto ambiental extremadamente negativo (Carini, 2019.)

Por lo que, es necesario considerar nuevas estrategias sobre los sistemas de producción agropecuarios, basados en el papel que históricamente han jugado los animales en el desarrollo de los agroecosistemas y el propio desarrollo del sujeto humano.

Dentro de éstas se encuentran los sistemas integrados de producción que se desarrollan en armonía con las posibilidades productivas de cada región, agroecosistemas, fincas, ecosistemas naturales, entre otros; maximizan la utilización de recursos alimentarios no utilizables por el hombre, donde los animales se acoplan al ambiente realizando importantes funciones ecosistémicas, y donde el hombre establece un manejo armonioso de ellos (Sepúlveda-Varas *et al.*, 2019).

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

Los sistemas integrados con base agroecológica pueden aportar valiosos elementos al diseño de estrategias tecnológicas y energéticas vinculadas a la soberanía alimentaria y energética de Cuba en los que aún queda mucho por investigar e implementar (Funes-Monzote, 2009). Hasta el momento, los resultados tienen un enfoque más tecnológico que ecológico; sin embargo, hay evidencias de que a partir de una efectiva integración se incrementa la productividad a nivel de sistema, cuando se hace un uso más racional de los recursos naturales y las tecnologías disponibles (Funes-Monzote *et al.*, 2012).

Bajo una concepción integradora, los sistemas agroecológicos combinan los aportes del conocimiento especializado con la producción agrícola y pecuaria en un nuevo nivel de complejidad que está determinado por la agrobiodiversidad, bajo un programa de manejo más holístico. La agroecología, como “ciencia para la agricultura sostenible”, ofrece los principios ecológicos que permiten estudiar, diseñar y manejar los agroecosistemas,

combinando la producción y la conservación de los recursos naturales (Altieri, 1997). Además, propone una acción participativa e inclusiva, culturalmente sensible, socialmente justa y económicamente viable.

Las líneas estratégicas más diseminadas en Cuba para integrar los conceptos de manejo especializado en agroecosistemas holísticos son: la diversificación genética y tecnológica, la integración ganadería-agricultura, y la autosuficiencia alimentaria de animales y seres humanos. Estas tres concepciones, combinadas en los sistemas DIA (diversificados, integrados y autosuficientes), guían la adaptación de los sistemas de producción a nivel local y en situaciones cambiantes, que son más resilientes y sostenibles (Funes-Monzote, 2017).

La concepción de sistemas DIA ha sido desarrollada y probada durante un período de 10 años a diferentes escalas y niveles de análisis en el país (Funes-Monzote, 2009). Cada uno de los componentes de los sistemas DIA tiene características específicas, pero todos poseen varios principios básicos en común:

- -Incrementar la biodiversidad del sistema.
- -Hacer énfasis en la conservación y manejo de la fertilidad del suelo.
- -Usar al máximo la energía renovable y optimizar los procesos de reciclaje de la energía.
- -Aumentar la eficiencia en el uso de los recursos naturales locales.
- -Mantener altos niveles de resiliencia

También se plantea que la agrodiversidad (Gorfinkiel, 2006), es cuando los productores utilizan la diversidad natural del medio ambiente para la producción, incluyendo no solo su opción de cultivo, sino también el manejo del suelo, el agua y la biota en su conjunto.

De hecho, el nivel de regulación interna de los agroecosistemas depende mucho del

grado de diversidad de plantas y animales y, además, esa agrobiodiversidad es el resultado de la interacción entre el ambiente, los recursos genéticos y el manejo, lo que modifica su funcionamiento y permite mayor adaptabilidad a situaciones extremas.

Se ha demostrado (Funes-Monzote, 2009), que el uso más intensivo de los recursos naturales disponibles a nivel de finca, mediante sistemas integrados, contribuye a la autosuficiencia alimentaria, la obtención eficiente de productos comercializables y al incremento de los ingresos familiares, sin degradar la base de recursos que los sostiene con un impacto potencial grande. Por lo que la meta fundamental de cualquier sistema de producción sostenible es alcanzar la autosuficiencia al menor costo posible, con la mayor eficiencia energética, mínimo impacto ambiental y la máxima satisfacción de las necesidades humanas.

1.7. Relación suelo-planta-animal-ecosistema

Una alternativa prometedora para el uso sostenible de los nutrientes del suelo, del agua, de la energía y de otros recursos naturales son los sistemas integrados agricultura-ganadería (Miranda *et al.*, 2017). Estos sistemas diversificados e integrados (figura 1) hacen mayor énfasis en la óptima utilización de los recursos locales disponibles (Feuchter y del Noroeste, 2018).



Figura 1. Esquema de reciclaje de nutrientes.

Estas interacciones entre los organismos que lo componen inciden en la interacción suelo-planta-microorganismos-ambiente y repercuten, de forma directa, en el crecimiento y en el desarrollo de las especies vegetales. Son capaces de generar una amplia variedad de metabolitos secundarios, que pueden tener una influencia positiva sobre: el crecimiento y desarrollo de las plantas; mejoran la disponibilidad de minerales y nutrientes en el suelo; mejoran la capacidad de fijación de nitrógeno; mejoran la sanidad vegetal, a través del control biológico de fitopatógenos; inducen en las plantas la resistencia sistémica a las enfermedades; facilitan el establecimiento de plantas; entre otras (Alonso, 2016).

Cuando no se logra interrelacionar e integrar los eslabones se pueden apreciar daños que puede tomar años para recuperarse (Zambrano, 2013).

1.8. Impacto ambiental de los sistemas agroecológicos

En 1994 se instituyó el Programa Nacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo y dos años después fue aprobada la Estrategia Ambiental Nacional (Urquiza y Gutiérrez, 2003).

En 1997, la Ley de Medio Ambiente se convirtió en política de Estado (Gaceta Oficial, 1997). Ello en busca del consenso necesario para dar un buen cuidado al medio ambiente y la resiliencia al cambio climático (Cleves-Leguízamo *et al.*, 2017).

No hay duda que la variabilidad y el cambio climático se han acentuado en estos últimos años, y afecta tanto a agricultores familiares, pueblos originarios, agricultores tradicionales, y sistemas productivos convencionales. La creciente agudización del cambio climático hace urgente encontrar o desarrollar técnicas y tecnologías para minimizar los efectos negativos en los sistemas productivos, lo que incluye abordar medidas de adaptación y, en muchos casos, plantear la necesidad de rever y readecuar las prácticas y sistemas productivos. En este contexto, los sistemas agroecológicos se

presentan como un modelo interesante de adaptación a dicha problemática, que podría ser llevado a otros sistemas productivos (Belloni, 2017).

Ante esta situación la Agricultura Urbana ayuda a mitigar los impactos al medio ambiente y las amenazas a la seguridad alimentaria (Tubiello, 2015).

Estimaciones sistemáticas de la prevalencia de la agricultura urbana son notables y en crecimiento (Táutica-Merchán, 2019); por tanto, contribuye con cantidad y variedad de productos agrícolas que son consumidos en Asia y América (Garciamarí-Hernández, 2018).

Los últimos años se ha visto con gran interés la producción de alimentos a partir de la utilización de los sistemas agroecológicos (Molina-Murillo *et al.*, 2017). Mediante estos sistemas se ha visto el incremento en alcance y extensión, con muchos beneficios documentados, donde se reportan volúmenes de producción de alimentos e ingresos que incluyen oportunidades de empleo a tiempo completo (Buerkert y Schlecht, 2019); además, ofrece una serie de beneficios sociales como: un mayor sentido del lugar, la seguridad alimentaria, la actividad física, la inclusión social, y la mejora de la salud y la nutrición (Duží *et al.*, 2017).

Con estos sistemas se reduce el uso de pesticidas químicos y fertilizantes sintéticos (derivados del petróleo), hay un aumento del uso de fertilizantes u abonos orgánicos como son el humus de lombriz entre otros biofertilizantes, los cuales son inocuos para el ser humano y el medio ambiente (Macas y Adrian, 2019).

También, aseguran en lo fundamental un adecuado control de plagas y enfermedades por el beneficio de la biodiversidad de plantas presentes en estos sistemas que pueden, además, ser plantas repelentes, así como barreras de plantas que constituyen reservorios de insectos benéficos (Yépez-Pantoja, 2019).

1.9. Indicadores de biodiversidad y productividad

Aunque hay diferentes visiones sobre los problemas generados en el medio ambiente, provocados principalmente por el hombre, estos varían de una región a otra y de un país a otro. Sin embargo, existen consensos importantes sobre los impactos más preocupantes, entre los que se destacan la deforestación de los bosques tropicales, la erosión y compactación de los suelos frágiles, las emisiones de gases nocivos para la atmósfera (efectos de invernadero y daño en la capa de ozono), contaminación de aguas, eutrofización de zonas costeras, cambios en la cobertura vegetal, disminución de la biodiversidad (plantas y animales), y el uso de recursos no renovables, tales como la energía fósil y fertilizantes (Gómez *et al.*, 2019).

Para dar seguimiento a la lenta recuperación de ese medio circundante se recomienda el empleo de indicadores, los cuales son monitoreados en el tiempo y darán una idea de cómo evoluciona la recuperación positiva de los agroecosistemas.

Los indicadores, constituyen una herramienta para agregar y simplificar información de naturaleza compleja, de una manera útil y ventajosa; deben servir como base para la elaboración de modelos económico-ecológicos y para el análisis de impacto ambiental, estos deben ser, según Pérez Consuegra (2007):

- Fáciles de medir y eficientes desde el punto de vista de los costos.
- Permitir repetir las mediciones a lo largo del tiempo.
- Ofrecer explicación significativa respecto a la sostenibilidad del sistema observado.
- Adaptarse al problema específico que se quiere analizar.
- Sensibles al cambio.

- Facilitar información básica para evaluar las distintas dimensiones de sostenibilidad.

La selección de los indicadores (Olivares, 2012) va a permitir evaluar la evolución de la agricultura y la ganadería, así como el impacto que puede conllevar la adopción de una tecnología. También, medir y cuantificar cómo varían estos indicadores en el tiempo para poder analizar cómo ha evolucionado la sostenibilidad en el ecosistema; entre estos se encuentra el Índice de biodiversidad e Índice de productividad.

El **índice de Shannon**, de **Shannon-Weaver** o de **Shannon-Wiener** se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica (Pla, 2006), derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice muestra la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Shannon y Weaver, 1949).

El **Índice de Margalef**, o **índice de biodiversidad de Margalef**, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada (Leyva Galán y Lores Pérez, 2012; Hernández-Chávez *et al.*, 2020).

El **indicador de productividad** es definido por Spedding (1988), como la capacidad que tienen los componentes del sistema (cultivos, animales y árboles) de capturar y convertir los recursos naturales disponibles (energía, agua, nutrientes y diversidad genética) en biomasa de plantas y animales. El valor final de este indicador es más elevado en los sistemas integrados que en los especializados.

De manera general, en las fincas agroecológicas donde se integran y diversifica las producciones agrícolas y pecuarias, se hace un mejor manejo de los recursos, se logra un mayor rendimiento en la producción de alimentos de origen animal y vegetal por unidad de área y aumenta la eficiencia del sistema. Los volúmenes de producción más altos se obtienen a partir del tercer o cuarto año de implementar el uso de prácticas agroecológicas en renglones pecuarios y agrícolas respectivamente; además de proteger, conservar y rescatar las especies de animales de la finca que contribuyen al equilibrio biológico del ecosistema (González y Rivero, 2004; Vera Pérez, 2011).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Caracterización del municipio Perico

Perico es uno de los 13 municipios de la provincia de Matanzas. Está organizado en 3 consejos populares y 32 asentamientos, de ellos 4 urbanos y 28 rurales. Tiene una extensión de 27 838 km² y una población de 31 191 habitantes según datos de la ONEI (2017). Los 3 consejos populares son Perico, tierra del patriota insigne del municipio Daniel León; Máximo Gómez, primera Villa Cucalambeana que vio nacer a la destacada “guajira literata” Dora Alonso y Central España Republicana, lugar en el que se desarrolló la industria azucarera.

El municipio tiene 24 419,67 ha dedicadas a la actividad agrícola que representa el 87,72 %. De la superficie agrícola total se cultivan de forma permanente 6 364,12 ha que representa el 26,06 % y de forma temporal 3439,69 ha para el 14,09 %. Se emplean para la ganadería 1 676,70 hectáreas para el 56,01 % y 939,16 se encuentran ociosas que representa el 3,85 % (ONEI, 2018).

2.2. Metodología para la selección de la finca

Se emplearon diferentes elementos de los enfoques participativos de investigación, métodos de investigación funcional e interactiva, la técnica de observación directa, talleres, entre otros, realizadas a campesinos y directivos de diferentes instancias de la ANAP y el MINAG, en el municipio.

Se seleccionó la finca “La Palma” teniendo en cuenta que en el año 2015 se le otorgó, por la resolución 259 del MINAGRI, 13,42 ha de tierra al campesino Pablo Brichel Sánchez Cárdenas, quien es el propietario en usufructo. Anteriormente esas tierras estaban destinadas al cultivo de la caña de azúcar y pertenecía a la CPA “XXI de Abril”, y a finales del año 2016 se le otorga por la resolución 300, 13,42 ha más, por lo que esta

entidad productiva cuenta actualmente con 26,84 ha. Además, el usufructuario demostró disposición para lograr una transformación de la finca, e integrarse con proyectos de innovación, desarrollados por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

2.3. Localización de la finca

El estudio se realizó en la finca “La Palma”, aledaña al poblado de El Roque, en el centro-este del municipio Perico, ubicado en el centro de la provincia de Matanzas (figura 2). Esta entidad productiva pertenece a la CCS Ramón Rodríguez Milián.

2.4. Características de clima y suelo

El clima de la zona donde se encuentra ubicada la finca de estudio, está clasificado como tropical, característico de Cuba, con marcada estacionalidad de las lluvias. El período poco lluvioso (PPLL), se extiende desde noviembre hasta abril y el período lluvioso (PLL), se enmarca desde mayo a octubre.

El comportamiento de algunas variables meteorológicas, durante los años de estudio, se indican en la tabla 3. Estos valores fueron recopilados de la Estación Meteorológica Indio Hatuey, tipo A ubicada aproximadamente a 10 km de los predios de la Finca.

Tabla 3. Comportamiento de las variables climatológicas promedio anual durante la etapa de estudio en la finca “La Palma”.

Años	Temperatura Media (°C)	Precipitaciones (mm)	Humedad Relativa (%)
2017	27	1 200	77
2018	30	1 225	75
2019	30	1 675	77
Media histórica*	29	1 366,7	78,8

**Media de los 23 años anteriores a la investigación*

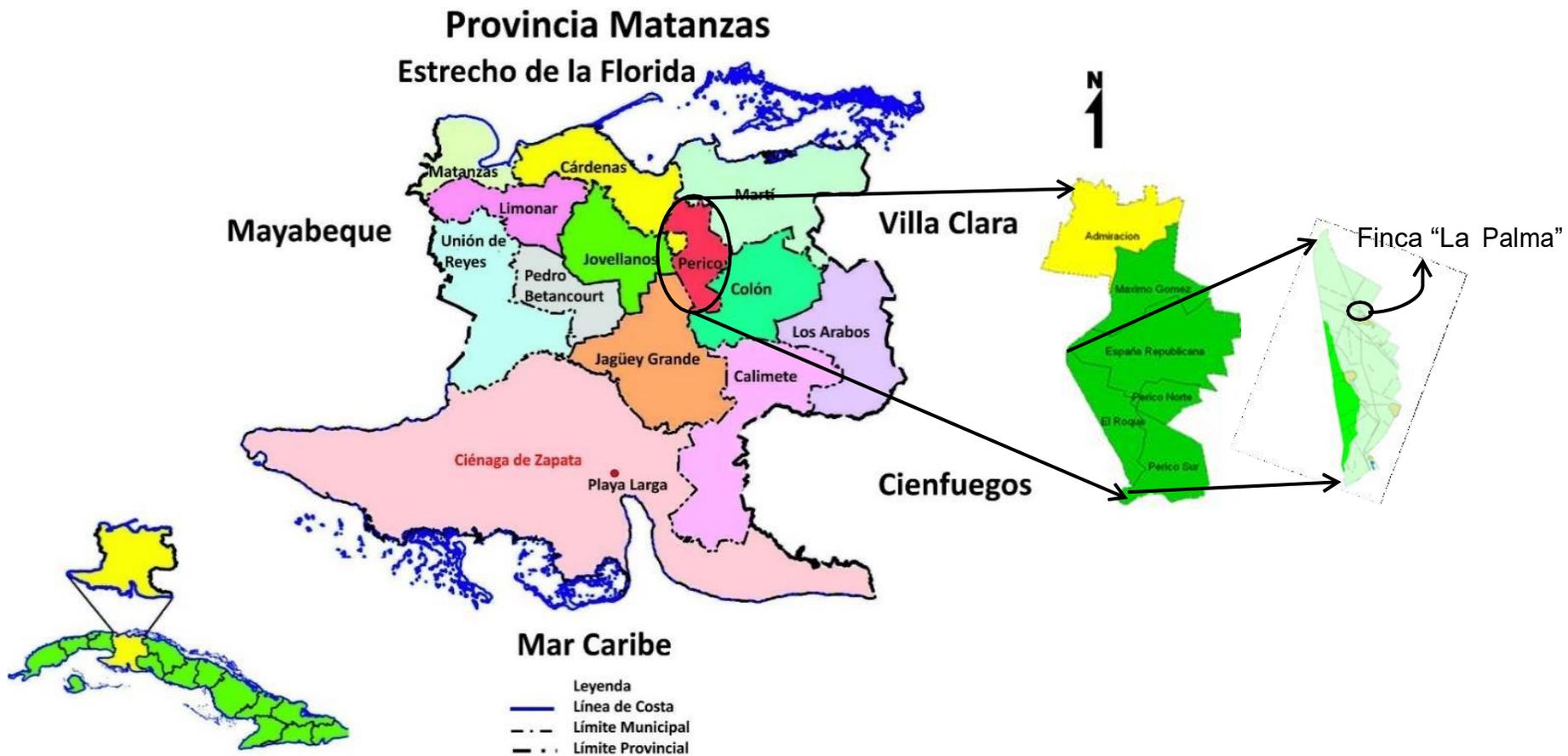


Figura2. Ubicación de la Finca "La Palma".

Como se observa, el volumen de precipitación varió entre 1 200 hasta 1 675 mm y en el último año el acumulado estuvo por encima de la media de los 23 años anteriores al período de investigación, ello se produjo por lluvias intensas durante el mes de junio. La temperatura media y la humedad relativa mostraron valores muy similares entre los años y estuvieron en un rango estrecho a la media histórica.

Suelo

El suelo de la finca “La Palma”, está catalogado como Ferralítico Rojo compactado (Hernández *et al.*, 2015).

Estos suelos se caracterizan por ser de topografía llana, se desarrollan esencialmente a partir de rocas calizas duras. Son de perfil A B C, arcillosos, predominan los minerales secundarios del tipo 1.1 (caoliníticos), presentan un alto contenido de hierro libre, esto les confiere el color rojo, con buen drenaje general, pH entre 6,0–7,0, la capacidad de cambio catiónico es baja < de 20 cmol (+) kg⁻¹ en arcilla, predominando como catión el calcio y la capacidad de cambio de bases es baja, esta es la causa de su baja fertilidad. Aunque no son suelos muy fértiles, las buenas propiedades físicas y químicas los hacen los más productivos del país. También, son suelos de baja retención de humedad por lo que el riego resulta indispensable. Los principales factores limitantes de este suelo son: la compactación (se presenta desde la misma superficie hasta una profundidad de 50-60 cm) y la baja retención de humedad.

2.5. Metodología general de análisis. Procedimiento experimental

La metodología experimental empleada se basó en un estudio de caso con un enfoque de sistema como herramienta, para comprender las relaciones existentes entre la biodiversidad y la productividad en la finca objeto de estudio. Esta metodología permite el estudio de las particularidades del sistema evaluado (la finca), teniendo en cuenta

su estructura, componentes y funcionamiento. Se realizó una caracterización del agroecosistema (Anexo I), se analizó la disponibilidad de las tierras y el agua, la fuerza laboral, las condiciones de la vivienda, las principales limitaciones del lugar, las prácticas agroecológicas utilizadas y las acciones de transformación.

El monitoreo de la información se realizó durante tres años consecutivos (enero del 2017 hasta diciembre del 2019), para evaluar temporal y espacialmente los indicadores en estudio. Además, para ver la evolución del sistema en cuanto a la integración agrícola y ganadera, el ordenamiento productivo de la finca para su óptima diversificación y productividad del agroecosistema.

A partir de marzo del 2014 este productor se incorpora al proyecto PIAL (Programa de Innovación Agropecuaria Local), en función de perfeccionar la capacitación para lograr una transformación de la finca; en mayo del 2015 lo hace en el proyecto BASAL (Bases Ambientales para la Soberanía Alimentaria), ya que fue una de las fincas seleccionadas por la Delegación Municipal de la Agricultura, como finca escuela del proyecto.

Biodiversidad

La recolección de los datos necesarios para calcular los índices de biodiversidad se realizó mediante un inventario de todas las especies presentes en el agroecosistema y se cuantificaron el número de individuos por especies de árboles, cultivos y animales, en el caso de los cultivos varios se estimó el número de individuos teniendo en cuenta los valores de densidad de siembra o plantación.

Posteriormente se calcularon los índices de biodiversidad (tabla 4) en la finca para los tres años de estudio. Estos índices fueron descritos por Moreno (2001) y se

determinaron con la utilización del software Diversity Species & Richness 3.02 (Henderson y Seaby 2002).

Tabla 4. Indicadores de biodiversidad evaluados.

Indicador	Unidad	Método de cálculo
Diversidad de especies	Índice de Shannon-Wearner (H)	Incluye número de especies agrícola o pecuario y la total del sistema $H = -\sum p_i \ln p_i$ Donde: p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
Riqueza de especies	Índice de Margalef (IM)	Incluye especies de cultivos, árboles y animales domésticos $IM = (S - 1) / \ln N$ Donde: S = Número total de especies N = Número total de individuos de todas las especies, incluye animales, cultivos, frutales y forestales

Para la interpretación de estos índices se tuvieron en cuenta los siguientes criterios

Índice de Shannon-Wearner.

$H' = 0$ cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancia perfectamente equitativa (Shannon y Weaver, 1949)

Interpretación

Valores entre: 0 y 1,35 diversidad baja; 1,36 y 3,5 diversidad media y mayor de 3,5 diversidad alta.

Índice de Margalef.

Cuando el índice de Margalef es menor que 2 se considera que la biodiversidad es baja, y cuando IM es mayor que 5 la biodiversidad es muy alta (Margalef, 1958).

Teniendo en cuenta el conocimiento de los productores se analizaron cada una de las especies identificadas y se valoró su funcionalidad dentro del agroecosistema para reconocer el valor que se puede atribuir a la biodiversidad; lo cual es el punto de partida para tomar en consideración la conexión estricta entre la biodiversidad y la productividad de la finca.

Determinación del grado de complejidad de los componentes de la biodiversidad como base para el manejo agroecológico de plagas.

El grado de complejidad se determinó durante los tres años de estudio de la finca; ello se llevó a cabo según la metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas como base para el manejo agroecológico de plagas, propuesta por Vázquez y Matienzo (2010) la que considera cinco componentes de biodiversidad: (1) productiva (Bp): biota introducida o autóctona que se cultiva o cría con fines económicos (plantas y animales), (la agrobiodiversidad); (2) nociva (Bn): los organismos que afectan a las plantas y los animales de interés económico (las plagas agrícolas); (3) introducida funcional (Bif): los organismos que se reproducen masivamente y se introducen en el sistema mediante liberaciones o aplicaciones inoculativas o aumentativas (artrópodos entomófagos, nematodos entomopatógenos, microorganismos entomopatógenos, antagonistas, los biofertilizantes, los abonos orgánicos y las micorrizas); (4) funcional (Bf): los biorreguladores de plagas (organismos que regulan naturalmente las poblaciones de fitófagos, fitoparásitos y fitopatógenos) y (5) auxiliar (Ba): la biota que habita naturalmente en los sistemas agrícolas y que contribuye indirectamente al resto de la biodiversidad. Se incluyen las

plantas que crecen silvestres o se manejan, pero no fundamentalmente con fines productivos y los animales que se utilizan en las labores agrícolas.

Para cada componente se evaluaron diferentes indicadores, a los que de acuerdo con el valor de campo que adquirieron, ya sea absoluto o porcentual, le fueron atribuidos grados de complejidad según la escala que se muestra en la tabla 5. Posteriormente se procedió a multiplicar cada grado de la escala por el total de indicadores o componentes que lo poseían y al final se sumaron todos los valores que resultaron de dicha multiplicación. El grado de complejidad de cada componente (dígase: de la biodiversidad productiva, nociva, auxiliar, introducida funcional y funcional) se obtuvo a partir de la división del valor resultante de la sumatoria de la multiplicación de cada indicador entre el valor de la multiplicación del total de componentes por el número de grados de la escala (N=5). Y el grado de complejidad de la finca se obtuvo a partir de la división del valor resultante de la sumatoria de la multiplicación de cada grado-indicador entre el valor de la multiplicación del total de componentes (n=48) por el número de grados de la escala (N=5) y finalmente con la multiplicación por cien para obtener el valor porcentual.

Tabla 5. Escala utilizada para clasificar la complejidad de cada indicador y componente de la biodiversidad, así como de la finca.

Grado de complejidad del sistema	Expresión de los resultados*		Denominación del grado de complejidad del sistema (finca)
	Valor absoluto	Porcentaje (%)	
0	0	0	Simplificado
1	1-3	1-25	Poco compleja
2	4-6	26-50	Medianamente compleja
3	7-10	51-75	Compleja
4	Más de 10	Más de 75	Altamente compleja

(*) Las fracciones por encima del 0,5 del valor final se consideran en el valor siguiente.

Ejemplo: 3,8 es 4

Productividad

Durante los tres años del estudio se evaluaron indicadores de productividad (tabla 6) y se relacionaron con la biodiversidad y las prácticas agroecológicas (utilización de cercas vivas, rotación e intercalamiento de cultivos, incremento de árboles frutales y maderables, implementación de los SSP, siembra de áreas forrajeras, empleo de abonos orgánicos y bioproductos, establecimiento de áreas de producción de alimento animal, entre otros) en el proceso de transformación de la finca.

Tabla 6. Indicadores de productividad evaluados.

Indicador	Unidad	Método de cálculo
Producción de leche	L/vaca	Litros producidos por cantidad de vacas en ordeño
Producción de carne vacuna	t/año	Producción total de carne vacuna producida en el año
Producción de carne de cerdo	t/año	Producción total de carne de cerdo producida en el año
Producción agrícola	t/año	Producción total agrícola del sistema

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de la finca “La Palma”

La finca “La Palma” cuenta con una fuerza laboral permanente de cinco trabajadores, fundamentalmente familiares, y con ellos se realizan todas las actividades tanto de la parte ganadera como de la agrícola. Solo se contrata más trabajadores, que pueden llegar hasta 10, en los periodos de cosecha de algunos cultivos como el frijol y maíz.

Dentro de los cinco trabajadores, una es mujer, la esposa del propietario. La misma asume una gran responsabilidad, ya que es la que lleva el control de las ventas de las producciones (animal y agrícola), posee pleno conocimiento de los cultivos y su ciclo de rotación, y también se ocupa de las tareas del hogar. La integración de la mujer, a las acciones en la finca, se ha logrado gracias a las actividades de capacitación y asistencia técnica proporcionadas por diferentes vías como han sido los proyectos de desarrollo local, principalmente el BASAL y PIAL.

El uso de la tierra en la finca, se distribuye según su finalidad (tabla 7). Como se observa, a través de los años de estudio, no ha habido incremento en el área total, pero si han sucedido algunos cambios en la cantidad de tierra destinada a las diferentes actividades.

Tabla 7. Distribución del área de la finca (ha) por su uso.

Uso de la tierra	2017	2018	2019
Área total (ha)	26,84	26,84	26,84
Área cultivada (ha)	7,1	22,19	22,19
Cultivos varios	2,1	3,0	4,0
Frutales+forestales	1,0	1,5	2,0
Forraje	1,5	2,3	2,0
Sistema silvopastoril	2,5	15,39	14,19
Área no cultivada (ha)	19,74	4,65	4,65
Pastos naturales	19,29	4,2	4,2
Instalaciones	0,45	0,45	0,45

Es meritorio destacar que hubo aumento en el área de cultivos varios y la dedicada a frutales y forestales.

Estos resultados tienen su fundamento en el hecho, que las fincas que poseen como objeto social la producción de leche vacuna, se dedican al quehacer ganadero, por lo que el mayor porcentaje de sus tierras están en función de garantizar la alimentación de los animales, basada fundamentalmente en los pastos y los forrajes.

El área de instalaciones se ha mantenido constante en la finca, esta área abarca la casa de vivienda, almacenes, el área de ordeño, las corraletas de los animales y acopio de leche; todas las instalaciones presentan un buen estado constructivo.

El área destinada a la ganadería, se transformó durante la investigación. En el primer año la finca contaba, con la mayoría de las áreas ganaderas, con pastos naturales. A partir de la inclusión de esta finca en varios proyectos, se fueron mejorando esas áreas de pastos naturales con sistemas silvopastoriles y área forrajera.

El productor reconoce que no existe una adecuada integración entre el componente animal presente en la finca y las producciones vegetales, pues se pueden aprovechar las excretas de estos tanto para producir compost como para producir energía si se contara con un biodigestor para el procesamiento de la excreta de los cerdos principalmente. No obstante, con la capacitación brindada, y el empeño del productor, esto se ha mejorado a través de los años de transformación.

3.2. Análisis de la biodiversidad

La biodiversidad está formada por todas las especies existentes que interactúan dentro de un ecosistema; en estos últimos años, los científicos han comenzado a darle mayor importancia al papel que desempeña la biodiversidad en el funcionamiento de los sistemas

agrícolas, considerando que es precisamente el principio fundamental de la agricultura sostenible (Vergara-Ruiz, 2017).

Los animales presentes en la finca tienen como principal función producir leche y carne lo que constituyen los rubros productivos más importantes; además de proporcionar una fuente de proteína animal para el consumo tienen otros usos como tracción animal, y como transporte. Según Salmón-Miranda (2011) la presencia de animales en los agroecosistemas resulta beneficioso; por su contribución al reciclaje de nutrientes, la conservación del suelo y la capacidad de transformar la fitomasa en fuentes de alimentos y bienes de uso para el hombre y el propio animal. En la tabla 8 se presenta la composición de animales presentes en la finca y la función que estos desempeñan.

Tabla 8. Cantidad de animales presentes en la finca “La Palma” y su función.

Especie	Cantidad			Función
	2017	2018	2019	
Gallinas [<i>Gallus gallus domesticus</i> (Linnaeus, 1758)]	7	10	7	Producción de huevos y alimento humano
Caballos (<i>Equus caballus</i> Linnaeus, 1758)	3	5	12	Transporte
Vacunos (<i>Bos taurus</i> Linnaeus, 1758)	63	102	158	Producción de leche y carne, tracción animal
Cerdos (<i>Sus scrofa scrofa</i> Linnaeus, 1758)	10	16	22	Alimento humano
Ovinos (<i>Ovis aries orientalis</i> Gmelin, 1774)	8	10	5	Alimento humano
Perros (<i>Canis lupus familiaris</i> Linnaeus, 1758)	0	1	3	Custodia y mascota

En Cuba numerosas fincas han implementado agroecosistemas diversificados, integrados, sustentables y manejados con recursos locales, con fuentes alternativas de energía y un mínimo uso de insumos (Funes-Aguilar, 2016) lo cual se ha convertido en una prioridad en los últimos años. Es por ello, que el estudio de sistemas biodiversos y su potencial se identifica como un aspecto necesario de una agricultura sostenible (Nova, 2016).

Estas especies de animales tienen diferentes funciones, en la finca, dentro de ellas están: los caballos se utilizan como medio de transporte y para el acarreo del forraje para la

alimentación animal y los cerdos, para el autoconsumo familiar y la entrega a la Empresa porcina del municipio.

La tenencia de estas diferentes especies de animales en los agroecosistemas es importante por la incidencia directa que tiene para la agricultura. Su papel principal se relaciona con su contribución al reciclaje de nutrientes, y la capacidad de transformar la fitomasa en fuente de alimentos y bienes de uso para el hombre (Salmón-Miranda, 2011).

Las gallinas y los ovinos son utilizados en la alimentación familiar y los perros como mascotas.

En cuanto al componente vegetal se analizó la presencia de los árboles multipropósitos, donde se pudo identificar árboles con fines frutales, para la alimentación animal y otros con fines maderables (tabla 9).

Tabla 9. Especies de árboles más representativas del agroecosistema y su uso.

Uso	Especies
Frutales	<i>Mangifera indica</i> L.
	<i>Persea amaricana</i> Mill.
	<i>Psidium guajava</i> L.
	<i>Citrus cinensis</i> L.
	<i>Citrus x limón</i> (L.) Osbeck
	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.)
	<i>Spondias purpurea</i> L.
	<i>Cocos nucifera</i> L.
	<i>Annona cherimola</i> Miller
	<i>Annona squamosa</i> L.
	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.
Maderables	<i>Samanea saman</i> (Jacq) Merr
	<i>Erythrina berteruana</i> Urb.
	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg
	<i>Moringa oleifera</i> Lam.
Alimento animal	<i>Leucaena leucocephala</i> Lam. de Wit.
	<i>Moringa oleifera</i> Lam.
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth

De manera general, estos brindan sombra, aportan forrajes y frutos, las leguminosas fijan nitrógeno atmosférico, reciclan nutrientes, abaratan el costo de los cercados, conservan y mejoran el suelo y la vegetación herbácea, protegen el potencial híbrido del lugar y sirven de hábitat a muchas especies de animales; por lo que constituyen verdaderas joyas dentro de un sistema diversificado, según lo planteado por Paretas (2001).

En este sentido es importante valorar la influencia de los árboles como mejoradores del entorno y la creciente importancia que se le concede al recurso forestal dentro de las estrategias y acciones orientadas a la protección del medio ambiente, especialmente en la esfera agropecuaria.

El rescate, la siembra y establecimiento de estas especies arbóreas de diferentes intereses económicos como alimento y madera, permitieron conservar y devolver al agroecosistema aquellas que con anterioridad estaban presentes pero que la tala indiscriminada había hecho disminuir. Ello se corroboró gracias a la intervención de un trabajador (con más de 80 años) y conocía con exactitud el lugar, donde ahora está fomentada la finca.

La presencia de estas especies coincide con lo reportado por Milián-García *et al.* (2018), quienes afirman que las especies de mango, aguacate y guayaba son las más representativas en un estudio realizado en una finca. Estas especies también fueron reportadas por Lezcano-Freires *et al.* (2020), quienes determinaron la biodiversidad en una finca en el municipio de Colón.

Estos árboles frutales benefician el ecosistema ya que son mejoradores del entorno y de la calidad física, química y biológica de los suelos. Además, incrementan el contenido de la materia orgánica, se pueden usar como cercas vivas, brindan sombra, aportan fruto, reciclan nutrientes, abaratan el costo de los productos en los mercados, protegen el

potencial hídrico del lugar, sirven de hábitat a la fauna silvestre y proveen bienes y servicios beneficiosos para la población humana (Braun *et al.*, 2016).

Las especies arbóreas maderables, han decrecido significativamente en las áreas pecuarias del país producto a los sistemas especializados de altos insumos. Sin embargo, han vuelto a constituir un elemento de vital importancia en los ecosistemas ganaderos por sus variadas ventajas como sombra, alimento animal, producciones agregadas de maderas, frutas, miel y otras; al conceptualizar la finca o unidad agropecuaria orgánica como sistema holístico integrado, el árbol desempeña un importante papel dentro de ella (del Pozo, 2019).

La cantidad de árboles maderables se contabilizó y se muestra en la tabla 10. Como se observa, no hubo incremento en la cantidad de especies (4) pero si se ha incrementado en cantidad de individuos por especies, excepto en el piñón de pito. En el 2017 habían 14 y para el 2019 ya el total de especies maderables presentes en el sistema fue de 36, resaltando el almácigo [*Bursera simaruba* (L.) Sarg] y su principal uso está dado en la utilización de este árbol en la delimitación de la finca, como sombra para los animales, además, para mejorar el drenaje del suelo de la finca.

Tabla 10. Cantidad de especies de árboles maderables.

Nombre Científico	Nombre Vulgar	2017	2018	2019
<i>Samanea saman</i> (Jacq) Merr	Algarrobo	1	3	3
<i>Erythrina berteruana</i> Urb.	Piñón de pito	3	3	3
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	Almácigo	5	10	20
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Tilo americano	5	8	10
Total		14	24	36

Las especies de plantas maderables, que se mencionan, se encontraban en la finca, estaban en medio de las áreas cubiertas de marabú; el productor, en su intensa labor, al ir liberando las áreas que estaban invadidas con esta leguminosa, dejó los árboles

maderables; muchos de ellos sirven de alimentos para los animales, fundamentalmente los bovinos.

El almácigo cuyo aumento fue más notable, como se mencionó con anterioridad; como recurso forestal, tiene buena aceptación por parte de los productores, para su utilización en el fomento de la reforestación en la finca debido a, entre otras características, por su precocidad, adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas y uso como sombra y medicinal en las áreas ganaderas (Costa-Acosta *et al.*, 2017).

Un aspecto ambiental positivo, que se corroboró con el fomento progresivo de estas especies de árboles multipropósitos, fue la aparición de especies de la avifauna, entre las que se pueden mencionar la tojosa [*Columbina passerina* (Linnaeus, 1758)],sabanero [*Sturnella magna* (Linnaeus, 1758)] torcaza [*Palagioena senomata* (Linnaeus, 1758)], tomeguines [*Tearis canora* (Gmelin, 1789)], zunzún [*Mallisuga alinea* (Linnaeus, 1758)] y cernícalos [*Falco sparverius* (Linnaeus, 1758)], las que según los vecinos de la zona no se veían desde hacía varios años. En este sentido, López-Vigoa *et al.* (2017), afirmaron que, con el incremento de árboles en los sistemas ganaderos, se beneficia la presencia de las aves y otras especies animales, en los mismos. También Aguilar *et al.* (2017), reportan un incremento en la avifauna en zonas ganaderas de Ecuador; ello sucedió cuando se comenzó a repoblar las áreas con árboles multipropósitos.

En todo estudio de la diversidad de un agroecosistema es importante ir un poco más allá de los típicos inventarios que únicamente dan datos cualitativos de la existencia de especies en los diferentes tipos de modelos productivos adoptados por los autores. Los listados de especies que crecen en un área, no tienen mayor utilidad para planificar el manejo. Por eso, la tendencia actual es cuantificar la información florística mediante el muestreo de las diferentes categorías de cobertura vegetal en el agroecosistema. Con los

datos del muestreo se pueden obtener indicadores estructurales: densidad, abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia e índices de diversidad y similitud que permiten medir la diversidad e interpretar el real estado de conservación de la flora de un sector determinado (Céspedes *et al.*, 2019).

Al determinar el índice de Diversidad de especies (Shannon) y de Riqueza de especies (Margalef) se pudo constatar que ambos índices se fueron incrementando a través de los años de estudio (tabla 11). Ello favorecido por la implementación de un grupo de prácticas tales como: rotación de cultivos, asociación de cultivos, intercalamiento de cultivos, empleo de fertilización orgánica, uso de barreras vivas, empleo de la diversificación de especies, variedades y cultivares vegetales, utilización del reciclaje de residuos de cosecha, fomento de áreas de sistema silvopastoril con acuartonamiento y delimitación con cercas vivas y, combinación de leguminosas y gramíneas para la alimentación del ganado, la siembra de árboles frutales y maderables.

Tabla 11. Comportamiento de los índices de biodiversidad en la finca.

Índice/Años	2017	2018	2019
Shannon	1,81	1,92	2,57
Margalef	2,22	2,26	2,82

Con relación a la diversidad de especies (Índice de Shannon), ésta se encuentra en el rango de (1,36-3,5), según la escala de valoración por lo que es clasificado como diversidad media; resultados que confirman el potencial que poseen los sistemas integrados de ganadería y agricultura, esenciales para enfrentar las limitaciones productivas de las regiones tropicales y las urgentes limitaciones ambientales, económicas y sociales del desarrollo agrícola sostenible (Vera-Pérez, 2011). Al comparar los valores obtenidos por Blanco *et al.* (2014) se observa que estuvieron por debajo (1,6 y 2,16) de los obtenidos en esta investigación.

En cuanto al índice de Margalef se puede plantear que presentó un valor en el rango de 2,22-2,82 para los tres años de estudio, considerado como valor medio. Estos valores son inferiores al encontrado por Milián-García *et al.* (2018) quienes obtuvieron un índice de 5,03 al evaluar la funcionalidad de biodiversidad de los árboles en una finca en transición agroecológica; este índice supone que existe una relación entre el número de especies y el número total de individuos.

Ello demostró el equilibrio observado entre el número de especies presentes en el sistema evaluado y el número de individuos por especie, donde se observó un incremento acelerado de los cultivos. López-Hernández *et al.* (2017) determinaron la composición y diversidad de especies de árboles en México y obtuvieron valores inferiores de riqueza de especies (1,35) a los obtenidos en este estudio.

La evaluación de los índices brinda una medida cuantitativa; sin embargo, su valoración ecológica es difícil y suele ser muy controvertida ya que depende del objetivo del estudio, en esta investigación es necesario hacer otras valoraciones a partir de las transformaciones logradas como parte del proceso de transición agroecológica.

3.3. Prácticas agroecológicas implementadas que contribuyen al incremento de la biodiversidad

La mejora de las áreas de pastoreo, originó que se tuvieron que delimitar las mismas, en cuartones para así facilitar el manejo de los animales y lograr un sistema rotacional para conseguir la recuperación del pasto.

Una de las prácticas agroecológicas que se empezó a implementar a partir del primer año de estudio fue la utilización de las cercas vivas para la delimitación de las áreas, tanto perimetral como interna, éstas intercaladas con postes de marabú (*Dichrotachys cinerea* L. Wight & Arn.).

En este sentido Murgueitio *et al.* (2008), plantean que los sistemas productivos con cercas vivas son una estrategia de manejo del paisaje rural, la cual no solo contribuye a la recuperación de la diversidad biológica sino también al aumento de la productividad y los rendimientos económicos de los sistemas productivos. Además, son una alternativa económica al establecimiento de postes de madera y se han considerado una opción para promover la conservación en paisajes agrícolas (Morantes-Tolosa y Renjifo, 2018).

Según Zamora-Pedraza (2017), desde el punto de vista ecológico, las cercas vivas funcionan como zonas de refugio, nichos ecológicos y sitios de paso para ciertos organismos como plantas, insectos, aves y mamíferos pequeños.

Se fomentó la especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (matarratón o árbol florido) y la *Spondia lutea* L. (ciruelón), pues son especies que se emplean para este fin y cumplen varias funciones en el diseño agroecológico, ya que además de establecer los límites físicos de la finca y de los cuartones, son nichos para la reproducción de una vida silvestre funcional en cuanto a la regulación de plagas, actúan como reservorio de enemigos naturales de éstas (Bover-Felices *et al.*, 2018).

G. sepium, es una especie arbórea que se ha empleado en diversas regiones tropicales (Canul-Solís *et al.*, 2018) y en Cuba (Suárez y Espinosa, 2017), para su uso dentro de los agroecosistemas; esta especie permite mejorar la producción ganadera, el manejo en el control de plagas y enfermedades en otros cultivos, apoya en la fijación simbiótica de nitrógeno y, por ende, proporciona diversos servicios ecosistémicos importantes en los agroecosistemas tropicales.

Además, esta especie se recomienda para la alimentación del ganado vacuno, debido a las aceptables características nutricionales: según estudios de Montecé-Loor, (2019) y Sabando-Sánchez, (2020) la degradación ruminal de la MS, es superior al 80,0 %, la

fracción nitrogenada es altamente degradable (87,38 a 93,79 %), y la proteína a los 60 días de rebrote es de 23,07 %.

Para garantizar el alimento animal, se realizaron transformaciones en las áreas. Para la producción de forraje se fomentaron principalmente dos especies: la caña de azúcar y el king grass (tabla 12). En los pastos naturales y/o naturalizados, hubo predominio del complejo *Dichanthium-Bothriochloa* y las áreas de SSP estaban formadas por la presencia de dos arbóreas la leucaena y el matarratón o árbol florido y *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & Jacobs (la hierba de guinea), como pasto base, en este caso el cultivar Likoni, variedad comercial y muy adaptada a las condiciones edafoclimáticas tropicales.

Tabla 12. Área de alimento animal.

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Cantidad ha		
		2017	2018	2019
Forraje				
<i>Saccharum officinarum</i> L	Caña de azúcar	0,5	1,3	1,0
<i>Cenchrus purpureus</i> (Shumach). Monrone	King Grass	1,0	1,0	1,0
Pastos Naturales				
<i>Dichanthium caricosum</i> (L.) A. Camus,	Jiribilla	19,9	4,2	4,2
<i>D. annulatum</i> (Forssk.) Stapf.,	Pitilla,			
<i>D. aristatum</i> (Poir.) C.E.Hubb.,	Angleton,			
<i>Bothriochloa pertusa</i> (L.)	Camagüeyana			
Sistema Silvopastoriles				
<i>Leucaena leucephala</i> (Lam.) De Wit	Leucaena			
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp	Árbol florido	2,5	15,39	14,19
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) Simón& Jacobs	Guinea Likoni			

Se puede apreciar como el productor en el transcurso de los años fue mejorando las áreas de alimento animal con el incremento del área de forraje para la caña. Esta área se utiliza principalmente en la época poco lluviosa como suplemento por la disminución de la disponibilidad de alimento en los cuarterones.

Ambas especies voluminosas son de importancia para suplir las necesidades en la época de seca; sin embargo, en los últimos años se ha trabajado en la mejora del king grass para lograr un alimento de mejor calidad nutricional. La especie *C. purpureus* así como los

híbridos del género *Cenchrus*, sinonimia de *Pennisetum*, conocidas como hierba elefante, se caracterizan por su alta producción de biomasa en el trópico (Martínez y González, 2017).

P. purpureum la variedad de hierba elefante king grass, fue introducida en Cuba en el año 1974. Este forraje fue extendido en la ganadería para convertirse en una de las principales plantas forrajeras de Cuba. En la década de los años 1980, el king grass fue utilizado como planta donante en programas de mejoramiento genético de la especie. De este programa surgieron nuevos clones de los cuales el Cuba CT-169 se evaluó para corte por su alta talla y rápido crecimiento. Esta variedad se utilizó posteriormente en programas de cruzamiento de donde surgió un grupo de híbridos entre *P. purpureum* y el cultivar de millo perla Tifton Late (*Pennisetum glaucum*), donde se seleccionó el híbrido Cuba OM-22, híbridos extendidos en áreas forrajeras (Luis *et al.*, 2018).

El king grass se ha utilizado como forrajera debido a sus rendimientos de MS, se han reportado producciones de hasta 35,2 t de MS/ha/año, con una buena distribución anual, independientemente de la época del año (Caballero-Gómez *et al.*, 2016).

Es interesante destacar de este estudio, que los pastos (naturales y/o mejorados) como: *D. caricosum*, *D. annulatum*, *D. aristatum*, *B. pertusay* *M. maximus* y las gramíneas forrajeras (*S. officinarum* y *C. purpureus*) agruparon las especies más numerosas dentro de esta gran familia; resultados que concuerdan con los citados por Sánchez-Santana *et al* (2019), quienes hallaron que las gramíneas pratenses, tanto naturales como mejoradas, representan más del 80,0 % de las especies encontradas, al evaluar la composición florística en 10 fincas ganaderas.

Otra de las prácticas recomendables con el fin de aumentar la disponibilidad de alimento, el incremento de las especies dentro de la finca, así como su diversificación y, por ende,

garantizar un balance alimentario, adecuado de los animales en las dos épocas del año, es la introducción del sistema silvopastoril.

Este sistema combina de forma simultánea árboles o arbustos con plantas herbáceas o volubles (Montagnini, 2015), desempeña un papel crucial en la reducción de los impactos negativos de la agricultura en la conservación de la biodiversidad, ya que retiene una parte sustancial de las especies presentes en la vegetación original (Laclau y Rusch, 2018).

Los SSP, son un tipo de uso de la tierra que se caracteriza por aplicar simultáneamente varios principios agroecológicos, como la conversión de energía solar en biomasa a través de una vegetación estratificada, la elevada fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, la protección y el uso sustentable del agua, la rehabilitación de suelos degradados, el reciclaje de nutrientes, la provisión de hábitat para organismos controladores biológicos, la conservación y el uso de la biodiversidad (Murgueitio *et al.*, 2015), la disminución en el uso de insumos externos, la reducción de la contaminación ambiental y el manejo integrado de la salud animal (Pezo, 2019)

El SSP permite recuperar la diversidad biológica y mantener la integridad de varios procesos ecológicos que son esenciales para el funcionamiento de las áreas que se usan para la ganadería, lo cual trae consigo no solo beneficios ambientales, sino también el incremento de la productividad y los retornos financieros para los granjeros (Murgueitio *et al.*, 2015).

Se debe señalar que, en el año 2019, en el mes de junio, hubo afectaciones meteorológicas por intensas lluvias, que provocó inundaciones en 1,2 ha de SSP, ya fomentados; esas áreas, además, poseen un alto grado de compactación y a causa de ello, el pasto base se deterioró.

Esta situación nunca había sucedido, por lo que el productor no tenía conocimiento de ello, no obstante, se trazó como estrategia, hacer un levantamiento de las áreas posibles a inundaciones y las mismas están siendo, nuevamente fomentadas, con pastos mejorados resistentes al encharcamiento; entre los recomendados están la *Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q. Nguyen, *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga y *Urochloa dictyoneura* (Fig. & De Not.) Veldkamp (Olivera y Machado, 2004) y el *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst (Puebla, 2018).

La necesidad de generar una oferta forrajera durante todo el año, también determina la mayor presencia de la diversidad cultivada (pasturas, verdeos y cultivos anuales) y asociada (pastizal y vegetación espontánea), según lo planteado por Iermanó y Sarandón (2016).

También, en el ámbito ganadero, los arbustos forrajeros, entre ellos la *L. leucocephala* y la *G. sepium*, mejoran la calidad y disponibilidad del pasto base (Loyola-Hernández *et al.*, 2019), producen gran cantidad de follaje y muestran contenidos de proteína bruta (PB) y de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) dos o tres veces superiores al de los pastos tropicales, lo cual avaló la funcionalidad de estas especies y su papel en el agroecosistema. Y esta fue una de las razones por la que el productor concibió cuando comenzó a fomentar las áreas de SSP, sembrar ambas especies.

Otras de las prácticas reactivadas en la finca, a partir del año de reconversión es la producción y utilización de abonos orgánicos (Compost, estiércol vacuno, gallinaza y humus) y otros productos orgánicos como los microorganismos eficientes y el biochar.

El uso de los mismos se ha convertido en la base para el desarrollo de la agricultura orgánica (Julca-Otiniano *et al.*, 2006).

Estos productos orgánicos tienen efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, facilitan la penetración del agua y su retención, disminuyen la erosión y favorecen el intercambio gaseoso, entre otros. En las propiedades químicas del suelo, aumentan la capacidad de cambio del suelo, la reserva de nutrientes para la vida vegetal y facilita su absorción a través de la membrana celular de las raicillas. Y en cuanto a su efecto sobre las propiedades biológicas, favorecen los procesos de mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal, sirve de alimento a una multitud de microorganismos y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado (Graetz, 1997).

En la agricultura se observa que la aplicación de abonos orgánicos, principalmente estiércoles, repercute de manera favorable en el rendimiento, y siempre han sido una alternativa de los agricultores para abonar; además de que los abonos orgánicos siguen siendo importantes en el uso y la sostenibilidad del suelo bajo las condiciones en que se practica la agricultura tradicional.

El abono orgánico es un material de origen vegetal o animal de composición química variable, que en su proceso de mineralización aporta nutrimentos para el desarrollo y rendimiento de los cultivos. La aplicación de abonos orgánicos tiene una potencialidad para aumentar los rendimientos de las cosechas mucho mayor que los fertilizantes químicos en cantidades equivalentes de nutrimentos. Los abonos orgánicos se clasifican en turba, estiércoles, abonos verdes, residuos de las cosechas, residuos orgánicos industriales, desechos orgánicos urbanos, compost, vermicompost, entre otros (Trinidad-Santos y Velasco-Velasco, 2016).

En la tabla 13 se muestra como fue aumentando la utilización de productos orgánicos en la finca, que dé inicio fue de 3 t hasta y en el 2019, se logró producir y adquirir 8 t. Entre

las materias orgánicas, el compost, el estiércol vacuno y el humus de lombriz se producen en la propia finca.

Tabla 13. Obtención de productos orgánicos en la finca.

Materiales orgánicos	-	<u>Toneladas</u>		
		2017	2018	2019
Compost		1,0	1,2	1,8
Estiércol vacuno		1,3	1,5	3,0
Humus de lombriz		0,3	0,3	0,5
Microrganismos eficientes (L)		0,0	500	1 500
Biochar		0,0	0,0	0,2
Gallinaza		0,4	0,5	1,0
Total		3	4	8

El microorganismo eficiente (IH-Plus®) y el biochar, el productor lo adquiere de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey y la gallinaza la obtiene de las granjas avícolas cercanas a la finca (El Roque y X Aniversario, en el batey San Juan).

La inclusión de estos productos, el campesino lo puso en vigor después de haber sido incluido en el proyecto PIAL, esta fue una de las buenas prácticas, que aprendió en los talleres realizados por ese proyecto.

Con la inclusión de estos productos orgánicos, se demuestra que es posible reducir y eliminar el empleo de los fertilizantes químicos y aumentar la capacidad de utilización de fertilizantes orgánicos (Yahuara, 2019). Entre algunos resultados, se citan los de Rosado (2020) quien utilizó diferentes abonos orgánicos (Biol, lixiviado de lombriz, humus de lombriz y bocashi) en la producción del cultivo flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), también están los de Aguilar *et al.* (2016) quienes potencializaron el desarrollo de plántulas de café, en la etapa de vivero, al utilizar tres abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono), reportando que hubo un mejor desarrollo, de hasta un 50,0 % de número de hojas y desarrollo vegetativo cuando se empleó la composta.

Además, la utilización de estos bioproductos (Huerta-Muñoz *et al.*, 2019) en conjunto con otras buenas prácticas de manejo, como son: la siembra de árboles, leguminosas y arbustos los que se utilizan con gran efectividad para mantener e incluso incrementar la disponibilidad de materia orgánica; mejorar la fertilidad del suelo y elevar la calidad del alimento animal, todo ellos en beneficio del campesino y del lugar donde está enclavada la finca (Motis, 2015).

También ha sido muy efectivo el uso del biochar, con lo que se ha logrado realizar enmiendas en el suelo y en los sustratos utilizados en algunos estudios. Ejemplo de ello están los resultados en el cultivo del tomate donde se evaluó el efecto de este material sobre el desarrollo de las plantas y la cosecha (cantidad, diámetro y peso de los frutos); Gallo-Saravia *et al.* (2018) reportaron que es efectivo la sustitución hasta el 50,0 % del sustrato pues cuando esta sustitución supera el 80,0 %, las plantas se ven afectadas por falta de nutrientes. Sin embargo, cuando se evaluó los efectos de la aplicación de biochar como enmienda orgánica en un cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) bajo condiciones de invernadero, se determinó por Videgain *et al.* (2019), que es una alternativa de gestión ambiental que está adquiriendo gran repercusión, por su potencial como estrategia de secuestro de carbono en el suelo; además estos autores demostraron que la productividad del cultivo se ha elevado principalmente en la emergencia de las plantas, vigor, peso, diámetro, actividad fotosintética y en la producción de biomasa total.

El biochar también se ha empleado para mejorar el rendimiento de los cultivos; con relación a ello se cita el estudio realizado en maíz con el empleo de biochar de eucalipto donde Iglesias *et al.* (2018), reportaron que se encontraron tendencias de incrementos en los rendimientos y proteína del grano del maíz con este biochar, así como incremento en otras características fenológicas de crecimiento y estos autores afirman que se espera que la

respuesta de este biocarbón tenga efectos residuales a mediano y largo plazo para posteriores cultivos.

También el uso de los microorganismos eficientes (ME); consorcio multimicrobiano compuestos por géneros de bacterias, hongos y levaduras; el cual ha sido generalizado y aplicado en varios países.

Los mismos se han utilizado en la rama de la agricultura por su efecto beneficioso en el crecimiento y la productividad de varias especies de plantas, como el tabaco y en frijol (Calero-Hurtado *et al.*, 2019; 2019a, respectivamente). Otro estudio fue el reportado por Días-Solares *et al.* (2019), quienes emplearon el IH-Plus® para mejorar la germinación del sorgo y reportaron resultados muy alentadores para esta especie.

También este producto se ha empleado para mejorar las dietas de cerdos de ceba, donde Ojeda-García *et al.* (2016), recomendaron la inclusión de IH-Plus® (dosis óptima de 40 mL/cerdo/día), además, que promueve un mayor ingreso económico, resaltando de que estos resultados se lograron con los alimentos disponibles en el país.

Por lo que, el uso de estos productos orgánicos es importante en la gestión de nutrientes en los sistemas integrados ganadería-agricultura, además de que se hace un uso correcto de la utilización de los recursos que se disponen en la finca y una vez más se demuestra que los sistemas diversificados e integrados hacen mayor énfasis en la óptima utilización de los recursos locales disponibles.

Como se ha mencionado con anterioridad, las prácticas agroecológicas permiten manejar de manera sostenible los recursos naturales y contribuyen a la resiliencia de los agroecosistemas; por ello los pequeños productores optan por esta alternativa. Sin embargo, es necesario disponer de herramientas prácticas que permitan evaluar

situaciones agrícolas sistémicamente, así como de la funcionalidad de los componentes de la biodiversidad.

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

3.4. Evaluación de la complejidad de la finca “La Palma”, como base para el manejo agroecológico

En los últimos años un elemento importante de la sostenibilidad agrícola para asegurar la disponibilidad de alimentos lo constituye la complejidad que puedan presentar los ecosistemas agrícolas para sostener los procesos que en ellos se desarrollan. Un elemento importante que da cuenta de la complejidad de los sistemas productivos es precisamente su comportamiento, manejo y uso de la agrobiodiversidad (Vargas-Batis *et al.*, 2014). Estos mismos autores plantean que existe una biodiversidad natural, que es producto de la evolución de las especies y otra que es producto del trabajo del hombre durante milenios. En el caso de esta investigación la biodiversidad presentó un grado complejidad de poco complejo (años 2017 y 2018) a medianamente complejo (año 2019). Este comportamiento en la finca se debió a que los indicadores estudiados dentro de cada componente mostraron un resultado similar como se muestra en la tabla 14. Este resultado se derivó de los datos que se muestran en el anexo 2; cuyo resumen se observa en el anexo 3.

Es importante destacar la evolución por la cual ha transitado la finca, observándose discretos incrementos porcentuales en cada componente por año en estudio (tabla 14).

Señalar al respecto, la escasa complejidad (simplificada) observada en la Bf, durante los

tres años estudio; en la Bif y Bn, en el año 2017. Dado fundamentalmente a que el productor no realizaba, en la finca, algunas buenas prácticas, tales como: liberación de crías rústicas, liberación de enemigos naturales, diversidad de polinizadores, abonos orgánicos y foliares entre otras.

Tabla 14. Comportamiento de las componentes de la biodiversidad de la finca “La Palma”.

Componente de la biodiversidad	2017		2018		2019	
Productiva (BP)	16,4 %	GC (1)	27,3 %	GC (2)	32,7 %	GC (2)
Auxiliar (BA)	24,0 %	GC (1)	22,0 %	GC (1)	36,0 %	GC (2)
Funcional (BF)	9,0 %	GC (1)	12,8 %	GC (1)	21,8 %	GC (1)
Introducida Funcional (BIF)	15,6 %	GC (1)	35,5 %	GC (2)	40,0 %	GC (2)
Nociva (BN)	20,0 %	GC (1)	22,9 %	GC (1)	22,9 %	GC (2)
Clasificación de la finca respecto al grado de complejidad de la biodiversidad	Poco compleja (16,0 %)		Poco compleja (23,0 %)		Medianamente compleja (30,0 %)	

Sin embargo, esta concepción de trabajo evolucionó con el decursar del tiempo, donde, por ejemplo, el productor comenzó a aplicar la liberación de *Trichogramma speciosus* (entomófago); aplicación de entomopatógenos o bioplaguicidas como: *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) cepa 13 y cepa 24; *Lecanicillium lecanii* (Zimmerm.) y *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.; utilización de organismos antagonistas como el *Trichoderma harzianum* Rifai strain, abonos orgánicos, biofertilizantes y micorrizas que mejoró la condición de las componentes antes mencionadas.

A pesar de lo anterior explicado, existieron indicadores dentro de los diferentes componentes de la biodiversidad que no expresaron su máximo potencial, debido a que no se generalizaron prácticas agroecológicas tales como: rotación e intercalamiento de cultivos, liberación de enemigos naturales, utilización de productos orgánicos en mayor cantidad, entre otras. Estas no fueron implementadas desde los inicios debido a la falta de conocimiento por parte del productor, de recursos materiales e insumos. Ello se muestra en el anexo 2. Para eliminar estas deficiencias, el productor se ha capacitado en buenas

prácticas que mejoran los componentes de la biodiversidad, entre los que se citan: el uso de biorreguladores y diversificación de enemigos naturales, entre otros, lo que propicia una disminución de la Bn en la finca.

Estos resultados ratifican la importancia que posee la biodiversidad en el sistema productivo y la necesidad de integrar los diferentes componentes en el sistema, no solamente animal y vegetal, sino también el forestal, las ornamentales, y la biodiversidad auxiliar. La diversificación de cada práctica que se integra en el sistema, puede contribuir a una mayor diversidad genética y estructural de la biota productiva (Vázquez, 2013).

Además, es preciso tener en cuenta en la biodiversidad productiva la necesidad de considerar que todos los agroecosistemas son dinámicos y están sujetos a diferentes tipos de manejo; por tanto, los arreglos de cultivos en el tiempo y el espacio están cambiando continuamente, de acuerdo con los factores biológicos, socioeconómicos y ambientales. Y dichas variaciones en el paisaje determinan el grado de heterogeneidad característica de cada región agrícola, la que a la vez condiciona el tipo de biodiversidad presente (Morgado *et al.*, 2019).

Carballoso *et al.* (2010) plantearon que el desarrollo de fincas, en conversión agroecológica, donde se integren varias especies vegetales cultivables y animales domésticos, que permitan sinergias y complemento entre las especies, en armonía con el ambiente y en beneficio de la sociedad, constituye un aporte importante para alcanzar un desarrollo sostenible.

Con relación a ello, Vázquez (2011), planteó que a mayor diversidad de plantas cultivadas y animales de crianza en la finca será mayor la posibilidad de acercar el sistema productivo a las características de los ecosistemas naturales y, por tanto, reducir su artificialidad. Esta diversificación reduce la incidencia de organismos nocivos y aumenta el control natural de

los mismos, lo que contribuye a que no se manifiesten como plagas, debido a los variados efectos de confusión, repelencia y reducción de recursos alimenticios.

Nicholls *et al.* (2015) valoraron que el éxito económico y agrícola en las fincas, con el uso de buenas prácticas, ha contribuido al mejor uso de los recursos naturales en relación con la pérdida de la biodiversidad, la contaminación de acuíferos, la degradación y la salinización de suelos, entre otros aspectos.

Este resultado posee un valor práctico considerable, ya que propicia una planificación y avance en la transición de la finca “La Palma”, hacia la sostenibilidad y ello va a influir en la capacidad de respuesta ante eventos extremos del clima como es el caso de las lluvias intensas, los ciclones tropicales y la sequía (Altieri, 2013; Vázquez, 2013).

3.5. Análisis de las transformaciones de la agrobiodiversidad durante el proceso de transición agroecológica y su relación con la productividad

En la tabla 15, se muestra la cantidad de animales por categorías presentes en la finca, así como la producción obtenida en los años de estudio. Como se observa, existió un aumento progresivo de 68 a 115 en el total de animales vacunos; ello tuvo repercusión en el aumento de la producción total de leche (32 915; 44 024 y 46 678 L, para los años 2017, 2018 y 2019, respectivamente) y a su vez en el promedio de litros por vacas, que aumentó en un promedio de 2 litros por vaca en el último año de estudio; ello también se benefició por la mejora que se realizó de las áreas de pastoreo, como se discutió con anterioridad. Como se observa, hubo un aumento del número total de vacas; sin embargo, el número de vacas en ordeno disminuyó, en el 2018 había un 74,0 % de vacas en ordeño y en el 2019 el 65,0 %, debido, principalmente, a que no todas las vacas cayeron en celo y no se preñaron; ello se debió a un mal manejo en la reproducción que generó muchas vacas vacías, entre otros aspectos de manejo. No obstante, para las condiciones en que se

realizó este estudio el porcentaje de vacas en ordeno es aceptable (Iglesias, comunicación personal).

Tabla 15. Animales por categoría bovina y rendimiento productivo por año.

Categoría	Cantidad de animales (Producción)		
	2017	2018	2019
Vacas	28	31	43
Vacas en ordeño	17 (3 L)	23 (5,5 L)	28 (5 L)
Terneras	2	5	9
Terneros	2	8	7
Novillas	5	11	24
Añojos	2	4	1
Toros de ceba	9	9(3,24 t)	--
Toro Celador	1	1	1
Buey	2	2	2
Total	68	94	115

Leyenda: L: Litros de Leche por vacas, t: Toneladas de carne producida

La ceba y venta de toros al cárnico del municipio de Colón se comportó de forma moderada al entregar en el 2018, 3,24 t de carne vacuna. Esos animales, el productor, los obtiene de su propio movimiento de rebaño, por lo que no tiene que realizar ninguna inversión económica para adquirirlos.

Según el listado de precio oficial (MINAG, 2019), para la entrega de carne vacuna al matadero, se reporta que para los productores privados el animal de primera oscila entre 350-400 kg de peso y para las entidades productoras con suplementos es a partir de 400 kg, por lo que este productor al vender sus animales, se lo catalogaron como animales de primera, ya que tuvieron un promedio de 360 kg de peso.

Como estrategia el productor, de sus propios animales, obtuvo los dos bueyes, los mismos se utilizan como medio de transporte para trasladar los forrajes y en la preparación de tierra en la finca. Es importante destacar que el productor posee un toro recelador, que realiza

esa función y además se emplea en la monta directa a las vacas en celo y presta ese servicio a las vacas en celo, de otros productores de la zona.

En la finca se han introducido, otras especies de animales domésticos como son los cerdos (tabla 16). Durante los años en estudio ha existido un aumento progresivo del número de individuos de esta especie.

Tabla 16. Cantidad y producción de cerdos en la finca.

Especies	Cantidad de animales (Producción)		
	2017	2018	2019
Cerdos	8 (0,64 t)	10 (0,85 t)	12 (1,02 t)

Leyenda: t: toneladas

La producción de la carne porcina la realiza por medio de convenios de ceba terminal con reproductoras propias a la empresa porcina del municipio. En la tabla, anteriormente mencionada, se observa un incremento por años, en cuanto a cantidad de animales y producción de los cerdos. Este aumento se debe a que el productor ha incrementado la base alimentaria para esta especie, principalmente con plantas proteicas (moringa) y subproductos de cosechas (yogurt de yuca, maíz molido, frutos no comercializables de tomate, aguacate, calabaza, mango, entre otros).

En la finca además de las áreas dedicadas a la alimentación animal, a frutales y forestales, también se ha ido incrementando las áreas de producción de alimento de cultivos varios. Actualmente, se considera que las sinergias entre la degradación de los ecosistemas y el cambio climático pueden afectar negativamente la seguridad alimentaria de la población, la cual además, se encuentra en continuo crecimiento (Herrick y Beh, 2015). Se define que “la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos que satisfagan sus necesidades dietéticas y preferencias alimentarias para una vida activa y saludable”.

Con este enfoque, el alimento, entre otros aspectos (la vivienda y el abrigo) no se definen como necesidades humanas sino satisfactores de una misma necesidad, la de subsistir (Aguado *et al.*, 2012).

Dentro de las modalidades de producción de alimento para la subsistencia, está el autoconsumo que a su vez este se puede conformar por los huertos y las granjas familiares, que son sistemas de producción de alimentos que contribuyen a mejorar la seguridad alimentaria y la economía de los pequeños agricultores. Según su dimensión y nivel de productividad, pueden llegar a proporcionar una variedad de alimentos de origen vegetal y animal durante todo el año (o varios meses al año). Los productos del huerto y la granja permiten a la familia consumir su propia producción, lo cual significa un ahorro con relación a su adquisición en el mercado. Por otra parte, se pueden generar ingresos adicionales por la venta de los productos excedentes. Por todos los aspectos indicados, el mejoramiento o la promoción de huertos y granjas en las familias de áreas rurales, tiene gran importancia para el mejoramiento de los niveles de seguridad alimentaria y nutricional de las mismas (Cruz, 2020).

El huerto y/o granja familiar constituye un sistema de producción de alimentos complementarios, llamados así porque complementan aquéllos básicos (arroz, maíz, yuca, etc.). Generalmente está bajo el manejo y control de los componentes del grupo familiar. Los alimentos producidos pueden estar destinados exclusivamente al consumo familiar, o una parte al consumo y una parte a la venta, o estar dirigidos principalmente a la venta (Hernández-Beltrán *et al.*, 2019).

En la tabla 17 se muestra el incremento en área y, por ende, en el rendimiento de los cultivos en el área de autoconsumo de la finca en estudio.

Tabla 17. Área de autoconsumo y rendimiento de los cultivos.

Especies	Área y Rendimiento (t/ha)		
	2017	2018	2019
Yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	0,2 (2,0)	0,5 (3,1)	0,7 (4,6)
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	0,5 (2,2)	0,7 (3,0)	1,0 (3,6)
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	1,0 (0,7)	1,3 (1,1)	1,3 (1,5)
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	0,4 (8,0)	0,5 (12,0)	0,5 (17,4)
Total	2,1 (12,9)	3,0 (19,2)	3,5 (27,1)

Es importante destacar que antes de la intervención de esta reconversión de la finca, las producciones agrícolas eran prácticamente nulas, pues solo se contaban con áreas dedicadas al pastoreo de animales. Sin embargo, a partir del primer año, ya se comenzaron a obtener producciones de varios cultivos que se fueron sembrando en esta área de autoconsumo. Entre los principales cultivos están el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el maíz (*Zea mays* L.), la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y el tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Con estas producciones se suple el autoabastecimiento familiar y se cumple el plan de entrega a la base productiva. De estas producciones, también se benefician otras personas de la familia y vecinos cercanos. A partir de los dividendos, se obtienen recursos para suplir otras necesidades básicas. Además, los residuos de las producciones son aprovechados por los animales y para la elaboración de compost, práctica que se incorporó en la finca a partir de la disponibilidad de recursos.

Es importante destacar que los cultivos de frijol y tomate a partir del año 2018, no tuvieron variación de área, pero si aumentaron los rendimientos en comparación con el año 2019. Ello debido a la utilización de algunas prácticas tales como, la utilización de abonos orgánicos (desde la preparación de suelo), uso de biorproductos (IH-Plus® BF, biochar), utilización de barreras vivas, entre otras.

Al hacer una comparación con la media de los rendimientos reportados a nivel de país, se pudo apreciar, que, en estos dos cultivos (frijol: 0,93 t/ha y tomate:12 t/ha); los resultados,

estuvieron por encima de lo reportado por MINAG (2020), mostrando para frijol y tomate, rendimientos de 1,1 y 34 t/ha, respectivamente.

Además de esta área para los cultivos, el productor también creó un área para la siembra de hortalizas en cultivo semi protegido.

La producción agrícola enfrenta cambios que alteran directamente los rendimientos, por lo que la adaptación de los sistemas agroalimentarios es una de las principales razones por las que se desea desarrollar más a fondo y así mantener la producción de alimentos. Esto permite tratar con mejores herramientas la situación ante el cambio climático, causa de preocupación entre los científicos, ya que variables climáticas clave para el crecimiento de los cultivos, como la precipitación y la temperatura, etc. serán severamente afectadas e impactarán la producción agrícola (Altieri y Nicholls, 2009). Una de las alternativas para atenuar este impacto y seguir produciendo alimentos es la utilización de sistema de cultivos semiprotegidos que en Cuba han ganado auge en los últimos años (Elías-Vigaud *et al.*, 2020).

El cultivo protegido se reconoce hoy día como una tecnología agrícola de avanzada, que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas frescas durante todo el año. La importancia del mismo ha ido creciendo en la medida en que el productor ha determinado la tecnología y ha ido obteniendo resultados satisfactorios (MINAG, 2010).

Esta modalidad se está implementando en varias regiones, donde se han estudiado el rendimiento de varios cultivos bajo esas condiciones y también las condiciones para implementar las casas de tapado. Con relación a ello se pueden mencionar los resultados expuestos por Gomes de Carvalho *et al.* (2020) quienes estudiaron el comportamiento del rendimiento del pimiento en regiones de Brasil. Por su parte Gómez (2018) estudió la caracterización de un suelo Pardo mullido medianamente lavado dedicado a la producción

de hortalizas en casas de cultivo. También Jiménez *et al.* (2019), estudiaron el comportamiento del pepino bajo estas condiciones en la zona oriental de Cuba.

En esta tabla 18 se puede apreciar como a partir del año 2019 se pone en producción un área de 0,5 ha bajo el concepto de cultivo semiprotegido. La infraestructura fue entregada por el proyecto PIAL y la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”.

Tabla 18. Área del cultivo semiprotegido y rendimiento (t/ha) de los cultivos.

Especies	2019	
	Área (ha)	Rendimiento (t/ha)
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	0,06	8,4
Calabaza (<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne)	0,04	26,3
Pimiento (<i>Capsicum anum</i> L.)	0,10	16,0
Zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.)	0,04	4,6
Perejil [<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss]	0,07	0,006
Ajo (<i>Allium sativus</i> L.)	0,03	0,23
Habichuela [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.]	0,06	13,2
Remolacha (<i>Beta vulgaris</i> L.)	0,04	4,3
Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.)	0,06	24,0
Total	0,50	97,09

En cuanto a la producción es importante resaltar los rendimientos obtenidos en pepino, calabaza y pimiento (24,0; 26,3 y 16,0 t/ha, respectivamente) ya que están por encima del estimado de sus rendimientos habituales por hectáreas (13,0; 9,0 y 11,0 t/ha, respectivamente), según lo reportado por el MINAG (2020).

Estas producciones están destinadas, además, del abastecimiento familiar para entregar a la escuela y el mercado estatal del poblado del Roque.

Estas acciones (producciones en el área de autoconsumo y semi protegido) han propiciado estabilidad y sostenibilidad económica al productor, mediante una producción diversificada que contribuye a incrementar la soberanía alimentaria. En términos productivos, se logran incrementos en todos los rubros y positivos costos por pesos.

Es pertinente destacar los aspectos que el productor aprendió durante la capacitación, en cuanto a los beneficios del área de autoconsumo y el área de semiprotegido reportado por Oramas y Hernández (2019) y por ello decidió implementarlo a partir del primer año de reconversión de la finca e ir, con el transcurso del tiempo, incrementando su área y diversidad de cultivos, debido a las ventajas de esta tecnología dentro de las que se encuentran las siguientes:

- *Suficientes alimentos nutritivos para toda la familia durante todo el año.* Esto también incluye reservas de alimentos que pueden ser almacenados, procesados o vendidos para obtener ingresos o para situaciones de emergencia (pérdida de cosechas o enfermedad del agricultor).
- *Ganancias de la familia por las ventas de productos del huerto y la granja.* Las ventas de excedentes de la producción pueden ofrecer una contribución substancial a los ingresos de la familia (para comprar algunos insumos agrícolas, así como bienes y servicios necesarios para la vida familiar).
- *Importantes actividades para el desarrollo de la propiedad agrícola pueden tener lugar en el huerto y o granja familiar.* Algunos ingresos económicos para el funcionamiento de la propiedad agrícola pueden provenir de las actividades del huerto y/o granja familiar, por ejemplo: forraje para los animales mayores, venta o cambio de animales domésticos, fabricación o reparación de herramientas, etc. El huerto y/o granja familiar es, además, un lugar para la prueba y propagación de nuevos cultivos y de nuevas tecnologías agrícolas y pecuarias.

Evidentemente, con los resultados expuestos y con la integración del productor a los proyectos, se evidenció un cambio sustancial de la finca en cuanto a la biodiversidad y productividad de la misma.

CONCLUSIONES

- ✓ La caracterización de la finca “La Palma” permitió establecer el estado del agroecosistema a partir del cual se comenzaron las transformaciones para la transición agroecológica.
- ✓ La determinación de los índices de Shannon y Margalef evidenciaron que la finca “La Palma” incrementó su biodiversidad y la riqueza específica de especies a través de los años en estudio.
- ✓ Las prácticas agroecológicas implementadas, contribuyen al aumento de la agrobiodiversidad y al establecimiento de sistemas integrados y multifuncionales.
- ✓ A partir de las alternativas de diversificación como base para el manejo agroecológico, la finca transitó de poco compleja a medianamente compleja.
- ✓ Los resultados demostraron que los sistemas diversificados e integrados poseen un potencial para lograr niveles aceptables de productividad con el uso de los recursos propios de la finca, lo que contribuyó a la soberanía alimentaria y a un incremento productivo de la misma.

RECOMENDACIONES

- ✓ Sugerir a la Dirección de la Agricultura y la ANAP la socialización de los resultados.
- ✓ Continuar aplicando tecnologías agroecológicas para incrementar la diversificación, eficiencia y productividad en la finca.
- ✓ Continuar la evaluación a largo plazo de los resultados de la transformación iniciada.
- ✓ Siembra y establecimiento de especies forrajeras (gramíneas, leguminosas herbáceas y arbóreas) resistentes al encharcamiento.
- ✓ Destinar un área a la siembra de especies forrajeras, energéticas y proteicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguado, M.; Calvo, Diana; Dessal, Candela; Riechmann, J.; González, J.A. & Montes, C. La necesidad de repensar el bienestar humano en un mundo cambiante. Papeles de relaciones ecosociales y cambio global. Nº 119, pp. 49-76. 2012.
2. Aguilar, Adriana; Lascano, Sandra L.; Chiriboga, C.E.; Villacís, J.E. & Pozo-Rivera, W.E. Diversidad de aves en cercas vivas y potreros del trópico húmedo del Ecuador. Boletín Técnico.13. Serie. Zoología.12-13: 7-13. 2017.
3. Aguilar, J.; Alvarado, Ihayara; Martínez, F.B.; Galdámez, J.G.; Gutiérrez, A. & Morales, J. Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. Siembra. Universidad Central del Ecuador, Ecuador. 3 (1). ISSN-e: 2477-8850. DOI: <https://doi.org/10.29166/v3i1.211>. 2016.
4. Alonso, J. Principios agroecológicos en tecnologías cubanas con leguminosas para la producción animal. Cuban Journal of Agricultural Science, 50 (2): 171-183. 2016.
5. Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. LEISA revista de agroecología, 14, 5-8. 2009.
6. Altieri, M.A. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. CLADES, La Habana. 249 p. 1997.
7. Altieri, M.A. Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. En Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático (Nicholls CI, Ríos

- LA, Altieri MA, eds). Proyecto REDAGRES. Medellín, Colombia. 94-104 pp. 2013.
8. Arias Guevara, María de los Ángeles & Leyva Remón, Arisbel. Cuba: Transformación agraria, cooperación agrícola y dinámicas sociales. *Ciências Sociais Unisinos*, 55(1): 86-96. 2019.
 9. Belloni, M. Resiliencia de los sistemas agroecológicos ante el cambio climático. Trabajo Final Integrador para la Especialización en Agroecología. Universidad Nacional de la Matanza, Argentina. 53 p. 2017.
 10. Blanco, D.; Suárez, J.; Funes-Monzote, F.R.; Boillat, S.; Martín, G.J. & Fonte, Leydi. Procedimiento integral para contribuir a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 37 (3):284-290. 2014.
 11. Bover-Felices, Katia; González-García, E.; Stark, Fabien; Charles-Henri, Moulin & Suárez-Hernández, J. Evaluación de la estructura, el funcionamiento y el desempeño de agrosistemas mixtos agricultura-ganadería. *Pastos y Forrajes*, 41 (3): 208-218. ISSN 2078-8452. 2018.
 12. Braun, A.; Van Dijk, S. & Grulke, M. Incremento de los sistemas silvopastoriles en América del Sur. Edición: Katalin Solymosi. Monografía del BID, Banco Interamericano de Desarrollo. Paraguay. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>. 2016.
 13. Buerkert, A. & Schlecht, E. Rural–urban transformation: a key challenge of the 21st century. *Nutr Cycl Agroecosyst*, 115: 137–142. <https://doi.org/10.1007/s10705-019-10008-1>. 2019.

14. Caballero-Gómez, A.; Martínez-Zubiaur, R.O.; Hernández-Chávez, Marta B. & Navarro-Boulandier, Marlen. Caracterización del rendimiento y la calidad de cinco accesiones de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone. Pastos y Forrajes, 39 (2): 94-101. 2016.
15. Calero-Hurtado, A.; Pérez-Díaz, Y.; Quintero-Rodríguez, E.; Olivera-Viciedo, D. & Peña-Calzada, K. Efecto de la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes sobre la producción del frijol común. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 20(2), 309-322. https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1460. 2019a.
16. Calero-Hurtado, A.; Quintero-Rodríguez, E.; Olivera-Viciedo, D.; Peña-Calzada, K. & Pérez-Díaz, Y. Influencia de dos bioestimulantes en el comportamiento agrícola del cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Revista de La Facultad de Ciencias, 8(1): 31-44. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v8n1.73546>. 2019.
17. Canul-Solís, J.; Alvarado-Canché, C., Castillo-Sánchez, L.; Sandoval-Gío, J.; Alayón-Gamboa, J.; Piñeiro-Vázquez, A. & Ku-Vera, J. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. una especie arbórea multipropósito para la sustentabilidad de los agroecosistemas tropicales. AGROProductividad, 11(10): 195-201. 2018.
18. Carabaloso, G.I.; Borges, M.E. & Morales, C. Caracterización de la diversidad funcional en la Finca "La Eulalia". Revista Agricultura Orgánica, 1: 5-6. 2010.
19. Carini, G.F. Entre la ruta y la empresa: estrategias de profesionalización de la actividad agropecuaria durante del agronegocio (Córdoba fines del siglo XX),. Mundo Agrario, 20(44): 117-123. 2019.

20. Céspedes, J.L.; Jiménez, Mercedes & Estévez, M.R. Diversidad de especies vegetales en seis fincas del municipio Minas, Camagüey, Cuba. *Agrisost*, 25 (1): e2724. ISSN-e: 1025-0247. <https://revistas.reduc.edu.cu/index/agrisost>. 2019.
21. Cleves-Leguízamo, J.A.; Toro-Calderón, J.; Martínez-Bernal, L.F. & León-Sicard, T. La Estructura Agroecológica Principal (EAP): novedosa herramienta para planeación del uso de la tierra en agroecosistemas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(2): 441-449. 2017.
22. Costa-Acosta, J.; Tamayo-Fonseca, J.A. & Ocano-Busía, C.A. Notas sobre la flora de Managuano, Niquero, Granma, Cuba. *Ciencia en su PC*, 4. 1-22. 2017.
23. Cruz, Anaya Betsy. Acceso a los alimentos en Cuba: prioridad, dificultades y reservas para mejorar. *Economía y Desarrollo*, 164 (2). 2020.
24. del Pozo, P.P. Los sistemas Silvopastoriles. Una alternativa para el manejo ecológico de los pastizales: Experiencias de su aplicación en Cuba. *Cadernos de Agroecología. Anais do III Encontro Pan-Americano sobre Manejo Agroecológico de Pastagens*. 14 (2). ISSN 2236-7934. 2019.
25. Díaz-Solares, Maykelis; Pérez-Hernández, Y.; González-Fuentes, Jessika; Castro Cabrera, Inelvis; Fuentes-Alfonso, Leticia; Matos-Trujillo, Madyu & Sosa-del Castillo, Maryla. Efecto del IH-PLUS® sobre el proceso de germinación de *Sorghum bicolor* L. (Moench). *Pastos y Forrajes*, 42 (1): 30-38. 2019.
26. Duží, B.; Frantál, B. & Rojo, M. S. The geography of urban agriculture: New trends and challenges. *Moravian Geographical Reports*, 25(3), 130-138. 2017.
27. Elías-Vigaud, Yaneika; Rodríguez-Fernández, P.; Fung-Boix, Yilan; Isaac-Aleman, Elizabeth; Ferrer-Dubois, Albys & Asanza-Kindelán, G. *Ciencia en su PC*, vol. 1: 75-86. ISSN: 1027-2887. 2020.

28. Feuchter, F.R. & del Noroeste, C.R.U. La ganadería del futuro. Del pasado al presente. FEAGAS, 41, 77-88. 2018.
29. Funes, F. & Vázquez, L.L. Avances de la agroecología en Cuba. La Habana, Cuba: EE Indio Hatuey. 2016.
30. Funes, F. Reseña sobre el estado actual de la agroecología en Cuba. Agroecología, 12 (1): 7-18. 2017.
31. Funes-Aguilar, F. Actualidad de la agroecología en Cuba. En: Avances de la Agroecología en Cuba. F. Funes-Aguilar y L. L. Vázquez-Moreno, eds. EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. p. 19-46. 2016.
32. Funes-Monzote, F. Integración agroecológica y soberanía energética. Agroecología. 12 (1): 57-66, 2017a.
33. Funes-Monzote, F. Reseña sobre el estado actual de la agroecología en Cuba. Agroecología. 12 (1): 7-18. 2017.
34. Funes-Monzote, F.R. Agricultura con futuro: La alternativa agroecológica para Cuba. Matanzas, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. 176 p. 2009.
35. Funes-Monzote, F.R. Hacia un modelo agroecológico cubano. Memorias V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, 18-23 de septiembre, Zaragoza, España. pp. 58. 2006.
36. Funes-Monzote, F.R.; Bello, R.; Álvarez, A.; Hernández, A., Lantinga, E. & Van Keulen, H. Identifying agroecological mixed farming strategies for local conditions in San Antonio de Los Baños, Cuba. International Journal of Agricultural Sustainability. 10(3): 208-229. 2012.
37. Gaceta Oficial. Ley No. 81 del Medio Ambiente, 11 de julio, La Habana. 1997.

38. Gallo-Saravia, Margarita; Lugo-Sierra, L. & Barrera-Zapata, R. Evaluación de biochar como alternativa de sustrato en cultivos de tomate. *Scientia et Technica*. 23 (2): 300-308. ISSN 0122-1701. DOI: <https://doi.org/10.22517/23447214.17691>. 2018.
39. Garciamarí- Hernández, H.A. Populismo en el siglo XXI: un análisis comparado entre Asia y América Latina (Tailandia, Corea del Sur, Venezuela y Bolivia). *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, 63(233): 255-283. 2018.
40. Gomes de Carvalho, T.; de Carvalho Rocha, R.; Branco de Almeida, Karina; dos Santos Almeida, Ana Cecília; Santana Aires, Eduardo & Aragão, C.A. Desempenho de pimentões produzidos no vale do Submédio São Francisco sob cultivo semi protegido. *Research, Society and Development*, 9 (12), ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i12.11194>. 2020.
41. Gómez, J.; Cobos, F. & Hasang, E. Sostenibilidad de los sistemas de producción de ganadería extensiva. *Journal of Science and Research*. 4. E-ISSN: 2528–8083. 2019.
42. Gómez, L.A. Caracterización de un suelo Pardo mullido medianamente lavado dedicado a la producción de hortalizas en casas de cultivo. Trabajo de Diploma. Carrera de Agronomía. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. 70 p. 2018.
43. González, A. & Rivero, J.L. Contribución de la agricultura campesina a la agroecológica en la provincia, Las Tunas. *Revista ACPA*, 23 (1): 49-52. 2004.
44. González, A. El modelo agrícola y los lineamientos de la política económica y social en Cuba. RUTH, 2018a.

45. González, A.N. La Agricultura en Cuba: Transformaciones, Resultados y Retos. In Annual Proceedings the Association for the Study of the Cuban Economy. Vol. 28. 2018.
46. Gorfinkiel, D. Costos y beneficios socioeconómicos y ambientales del uso actual de la laguna de Rocha y su cuenca: insumos para la gestión integrada de un área protegida costera. Proyecto PDT 3609, Facultad de Ciencias, Ciencias Sociales. 2006.
47. Graetz, H.A. Suelos y Fertilización. Traducido por: F. Luna Orozco. Trillas. México. 80 p. 1997.
48. Henderson, P.A. & Seaby, R.M.H. Species Diversity and Richness V3-0. Pisces Conservation Ltd, Lymington, Hants. 2002.
49. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. & Castro, N. Clasificación de los suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Instituto de Suelos. La Habana, Cuba. 93 p. ISBN: 978-959-7023-77-7. 2015.
50. Hernández-Beltrán, Y.; León-Orellana, N.A.; Valdés-Paneca, G.R.; Ledesma-Plasencia, M.L. & Mirabales-Rodríguez, P.D. Agricultura familiar y seguridad alimentaria en una finca del municipio de Sancti Spíritus. Pastos y Forrajes, 42(2): 181-188. 2019.
51. Hernández-Chávez, Marta Beatriz; Ramírez-Suárez, Wendy Mercedes, Zurita-Rodríguez, A.A. & Navarro-Boulandier, Marlen. Biodiversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en dos sistemas ganaderos en Sancti Spíritus, Cuba. Pastos y Forrajes, 43 (1): 18-25. 2020.
52. Herrick, J.E. & Beh, A. A Risk-Based Strategy for Climate Change Adaptation in Dryland Systems Based on an Understanding of Potential. In: Production, Soil

- Resistance and Resilience, and Social Stability. Sustainable Intensification to Advance Food Security and Enhance Climate Resilience in Africa. R. Lal et al. (eds.). Springer International Publishing Switzerland. P: 407-423. DOI: [10.1007/978-3-319-09360-4_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-09360-4_22). 2015.
53. Huerta-Muñoz, Elena; Cruz-Hernández, J. & Aguirre-Álvarez, L. La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en los traspatios. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. 29 (53). DOI: <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i53.702>. 2019.
54. Iermanó, María José & Sarandón, S.J. Rol de la agrobiodiversidad en sistemas mixtos familiares de agricultura y ganadería pastoril en la región pampeana argentina: su importancia para la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Revista Brasileira de Agroecología*, 11(2): 94-103. 2016.
55. Iglesias, S.; Alegre, J.; Salas, C. & Moreno, J. El rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) mejora con el uso del biochar de eucalipto. *Scientia Agropecuaria*, 9 (1): 25–32. DOI: [10.17268/sci.agropecu.2018.01.03](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.03). 2018.
56. Jiménez, María Caridad; González, L.G.; Paz Martínez, Irisneysis; Oliva Lahera, Anabel & Alarcón, A. Respuesta agronómica del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de casas de cultivo. REDEL. *Revista Granmense de Desarrollo Local*, 3 (4): 253-261. ISSN: 2664-3065 RNPS: 2448. 2019.
57. Julca-Otiniano, A.; Meneses-Florián, Liliana; Blas-Sevillano, R. & Bello-Amez, S. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *IDESIA (Chile)*, 24 (1): 49-61, 2006.
58. Laclau, P. & Rusch, V. Matriz del Paisaje, Escalas e Interacciones en los Sistemas Silvopastoriles y Agroforestales. En: Rusch, V.; Caballé, G.; Varela,

- S. & Diez, J.P. Editores: Actas IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. San Carlos de Bariloche, Argentina: Ediciones INTA 2018, 1ªEd., 749pp, ISSN1667-4014: 26-41. 2018.
59. Leyva-Galán, Á. & Lores-Pérez, A. Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad. *Agroecología* 7: 109-115. 2012.
60. Lezcano-Fleires, J.C.; Miranda-Tortoló, Taymer; Lamela-López, L.; Montejo-Sierra, I.L.; Oropesa-Casanova, Katerine; Alonso-Amaro, O.; Mendoza, Ibelice & León-Hidalgo, R. Evaluación de la biodiversidad en el manejo agroecológico de plagas en una entidad productiva de Matanzas. *Pastos y Forrajes*, 43 (4):293-303, 2020.
61. López-Hernández, J.A.; Aguirre-Calderón, O.A.; Alanís-Rodríguez, E.; Monarrez-González, J.C.; González-Tagle, M.A. & Jiménez-Pérez, J. Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Maderas y Bosques*, 23 (1): 39-51. 2017.
62. López-Vigoa, O.; Sánchez-Santana, Tania; Iglesias-Gómez, J.M.; Lamela-López, L.; Soca-Pérez, Mildrey; Arece-García, J. & Milera-Rodríguez, Milagros de la Caridad. Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*, 40 (2): 83-95. 2017.
63. Lores Pérez, A. Propuesta metodológica para el desarrollo sostenible de los agroecosistemas. Contribución al estudio de la agrobiodiversidad. Estudio de caso: Comunidad "Zaragoza", La Habana, Cuba. Tesis de doctorado INCA, La Habana. 2009.

64. Loyola-Hernández, O.; Triana-González, Delmy; Tejas-Sánchez, O.; Malpica-Mentor, Lilian & Lezcano-Ortiz, Célida M. Efecto de *Samanea saman* (Jacq.) Merr. sobre la agroproduktividad del pasto en un sistema silvopastoril. *Revista de Producción Animal*, 31 (2), 9-17. 2019.
65. Luis, L.A.; Luis, H.L.J.; Ricardo, V.C. & Carlos, W.S. Producción de materia seca y valor nutritivo del pasto OM-22 en cuatro edades de corte en periodo lluvioso. Publicada por la Academia Tamaulipeca de Investigación Científica y Tecnológica Ac, 102. 2018.
66. Macas, M. & Adrian, W. Producción de biofertilizante a partir de la descomposición de biomasa a través de biodigestores. Tesis de Titulación para Ingeniero agrónomo. Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Babahoyo. 30 p. 2019.
67. Machín, B. El movimiento agroecológico de campesino a campesino en sus 20 años de implementación en cuba. Realidades, realizaciones y retos. *Agroecología*, 12 (1): 99-105. 2017.
68. Margalef, R. Information Theory in Ecology. *International Journal of General Systems*, 3: 36-71. 1958.
69. Martínez, R.O. & González, C. Evaluación de variedades e híbridos de hierba elefante *Pennisetum purpureum* y *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* para la producción de forrajes. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(4), 477-488. 2017.
70. Milián-García Idolkys; Sánchez-Cárdenas, Saray, Wencomo-Cárdenas, Hilda Beatriz, Ramírez-Suárez, Wendy Mercedes & Navarro-Boulandier, Marlen.

- Estudio de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica La Paulina del municipio de Perico, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 41 (1): 50-55, 2018.
71. MINAG. Balance de suelo y tenencia de la tierra, Boletín No. 5. Dirección de suelo y control de la tierra. 2017.
72. MINAG. Lineamientos para el desarrollo del Sistema Productivos de cultivos Protegidos. La Habana, Cuba: Liliانا. IIH "Liliana Dimitrova". 32 p. 2010.
73. MINAG. Síntesis del informe de balance del sistema de la agricultura del año 2019. <https://www.minag.gob.cu/sites/default/files/noticias>. Consultado en febrero del 2021. 2020.
74. Miranda, Yamilka Leonor; Martín, Olga & Comas, J. Valoración del desarrollo y perspectivas de la agroecología en Cuba. Editorial Universitaria, 2017.
75. Molina-Murillo, S.A.; Barrientos, G.; Bonilla, M.; Garita, C.; Jiménez, A.; Madriz, M. & Valdés, S. ¿Son las fincas agroecológicas resilientes? Algunos resultados utilizando la herramienta SHARP-FAO en Costa Rica. *Revista Ingeniería*, 27(2): 25-39. 2017.
76. Montagnin, Florencia. Capítulo 12 Función de los sistemas agroforestales en la adaptación y mitigación del cambio climático. En: *Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Serie Técnica. Informe Técnico No. 402. Colombia/Costa Rica. ISBN: 978-958-9386-74-3. 269-298. 2015.*
77. Montecé-Loor, Jenniffer Janina. Composición química, degradabilidad y cinética ruminal *in situ* del matarratón (*Gliricidia sepium*) en diferentes periodos de corte. Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera

- Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo–Los Ríos-Ecuador. 84 p. 2019.
78. Morantes-Toloza, J.L. & Renjifo, L.M. Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 739-753. 2018.
79. Moreno, C. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 p. 2001.
80. Morgado, Mirna; Pérez, G.A. & Expósito, F. Diseño y manejo de la biodiversidad en dos fincas de la provincia de Ciego de Ávila. *Revista UNICA*, 8 (Especial): 380-394. 2019.
81. Motis, T. Mitigación del cambio climático centrada en el productor. Notas de Desarrollo ECHO (EDN) #149. <https://assets-global.echocommunity.org/pdf/88>. Consultado en febrero del 2021. 2015.
82. Murgueitio, E.; Barahona, R.; Chará, J.D.; Flores, M.X.; Mauricio, R.M. & Molina, J.J. Los Sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina alternativa sostenible para enfrentar el cambio climático en la ganadería. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 49(4): 541-554. 2015.
83. Murgueitio, E.; Cuartas, C. & Naranjo, J.F. Ganadería del Futuro: Investigación Para el Desarrollo. Fundación CIPAV, Cali, Colombia. 2008.
84. Nicholls, C.; Henao, A. & Altieri, M. Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Revista Agroecología*, 10 (1): 7-31. 2015.

85. Nova, A. Economía de la transición agroecológica. en: Avances de la Agroecología en Cuba F. Funes-Aguilar y L. L. Vázquez-Moreno, eds. EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. p. 47-56. 2016.
86. Nova, A. El modelo agrícola y los lineamientos de la política económica y social en Cuba. 2^{da} edición. La Habana: Editorial Ciencias Sociales. 2015.
87. Nova, A. La agricultura en Cuba. Evolución y trayectoria (1959-2005). Editorial Ciencias Sociales. La Habana. 182 p. 2006.
88. Nova, A. La economía agrícola y la transición agroecológica en Cuba. Agroecología, 12(1): 19-24. 2017.
89. Ojeda-García, F.; Blanco-Betancourt, D.; Cepero-Casas, L. & Izquierdo-Rosales, Maribel. Efecto de la inclusión de un biopreparado de microorganismos eficientes (IH-plus[®]) en dietas de cerdos en ceba. Pastos y Forrajes, 39 (2): 119-124. 2016.
90. Olivares, J. Indicadores de sostenibilidad de la agricultura y ganadería españolas. Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible-PTAS. 11^o Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid. 2012.
91. Olivera, Yuseika & Machado, R. Selección de accesiones de *Brachiaria spp* en suelos de mal drenaje y mediana fertilidad. Pastos y Forrajes, 27 (1): 13-20. ISSN 2078-8452. 2004.
92. ONEI. Oficina Nacional de Estadística e Información. República de Cuba. Anuario Estadístico y Demográfico. 2017.
93. ONEI. Oficina Nacional de Estadística e Información. República de Cuba. Sector Agropecuario: Indicadores seleccionados. 2018.

94. Oramas, M.J. & Hernández, María del Carmen. Las políticas y programas agrícolas y la agricultura familiar. Desafíos de la seguridad alimentaria en Cuba. Revista OIDLES, N°. 26. En línea: <https://www.eumed.net/rev/oidles/26.html>. 2019.
95. Paretas, J. Árboles multipropósitos para los sistemas ganaderos del país. Revista ACPA, 14(01): 39-45. 2001.
96. PCC. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021. 2017.
97. Pérez-Consuegra, N. Curso Agroecología. Sostenibilidad, indicadores de sostenibilidad. Maestría en Agricultura Urbana. 2^{da} edición. 2007.
98. Pezo, D. Intensificación sostenible de los sistemas ganaderos frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Estado del arte. 61 p. 2019.
99. Pimentel, D.; Hepperly, P.; Hanson, J.; Douds, D. & Seidel, R. Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems. Bioscience, 55: 573-582. 2005.
100. Pla, Laura. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia. INCI 31 (8). Versión impresa: ISSN 0378-1844. 2006.
101. Puebla, J.H. Efecto del exceso de humedad del suelo sobre el rendimiento en algunos cultivos de importancia agrícola en Cuba. Revista Ingeniería Agrícola, 6(2): 3-7. 2018.
102. Ramírez-Iglesias, Elizabeth & Cuenca-Klever, W. Manejo integrado de agroecosistemas en América Latina: Una opción para maximizar la producción resguardando la biodiversidad. TEKHNE N° 23.1 1-11. ISSN: 1316-3930. 2020

103. Rodríguez-García, A. La protección del medioambiente en Cuba, una prioridad gubernamental. *Revista Novedades en Población*, 15(30): 113-122. 2019.
104. Rodríguez-Izquierdo, L.; Rodríguez-Jiménez, S.L.; Macías-Figueroa, O.L.; Benavides-Martell, B.; Amaya-Martínez, O.; Perdomo-Pujol, R. & Miyares-Rodríguez, Y. Evaluación de la producción de alimentos y energía en fincas agropecuarias de la provincia Matanzas, Cuba. *Pastos y forrajes*, 40(3): 222-229. 2017.
105. Rosado, Kerly Janneth. Aplicación de abonos orgánicos en la producción del cultivo flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), recinto Higuerón Santa Lucía. Guayas–Ecuador. Facultad de Ciencias Agrarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Agraria del Ecuador. 89 p. 2020.
106. Sabando-Sánchez, Á.A. Degradabilidad in vitro de la leguminosa matarratón (*Gliricidia sepium*) cosechada a los 30, 45, 60 y 75 días en época seca. Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Mocache–Los Ríos –Ecuador. 58 p. 2020.
107. Sabourin, E.; Patrouilleau, M.M.; Niederle, P.A.; Le Coq, J.F. & Vásquez, L. Políticas públicas a favor de la agroecología en América Latina. Alianza por la Agroecología. In: Os avanços da agricultura familiar e seus desafios no contexto da América Latina. Brasília: Alianza por la Agroecología-ASPTA, 19 Seminario Regional da Aliança pela Agroecologia, Brasília, Brasil. 2017.
108. Salmón-Miranda, Yamilka L. Evaluación de la funcionalidad de los componentes de la biodiversidad en la fincaagroecológica “Las Palmitas” del

- municipio Las Tunas. Tesis en opción al título académico de Máster en Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2011.
109. Sánchez-Santana, Tania; Rizo-Álvarez, Maritza; Morales-Querol, D; García-Sánchez, Flavia; Olivera-Castro, Yuseika; Benítez-Álvarez, M.A. Situación agroproductiva de fincas de dos municipios de la provincia Matanzas. *Pastos y Forrajes*, 42 (3):230-234. 2019.
 110. Sarandón, S.J. & Flores, C.C. *Agroecología*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). 2014.
 111. Sepúlveda-Varas, A.; Saavedra-Briones, P. & Esse, C. Análisis de cambio de cobertura y uso de suelo en una subcuenca preandina chilena. Herramienta para la sustentabilidad productiva de un territorio. *Revista de geografía Norte Grande*, 72: 9-25. 2019.
 112. Shannon, C.E. & Weaver, W. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp. 1949.
 113. Sorzano, A.H. La agricultura en Cuba: condicionantes sociales de su desarrollo. *Estudios geográficos*, 57 (223): 291-313. 2018.
 114. Spedding, C.R.W. *An introduction to agricultural systems*. Elsevier, Amsterdam, Holanda. 189 p. 1988.
 115. Suárez, A.C. & Espinosa, J.N.H. Comportamiento de algunos componentes del agroecosistema a consecuencia de la actividad ganadera en una unidad cooperativa de producción lechera en las tunas, Cuba. *Ojeando la Agenda*, 49 (2). 2017.

116. Táutiva-Merchán, L.A. Transferencia de tecnología en espacios demostrativos de Agricultura Urbana (AU) en AGROSAVIA. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). 2019.
117. Tiftonell, P. Ecological intensification of agriculture-sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8: 53-61. 2014a.
118. Tiftonell, P.; Piñeiro, G.; Garibaldi, L.A.; Dogliotti, S.; Olf, H. & Jobbagy, E.G. Agroecology in Large Scale Farming-A Research Agenda. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 214. 2020.
119. Trinidad-Santos, A. & Velasco-Velasco, J. Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agroproductividad*. 9 (8): 52-58. 2016.
120. Tubiello, F.N.; Salvatore, M.; Ferrara, A.F.; House, J.; Federici, S.; Rossi, S. & Smith, P. The contribution of agriculture, forestry and other land use activities to global warming, 1990-2012. *Global Change Biology*, 21(7): 2655-2660. 2015.
121. Urquiza, N. & Gutiérrez, J. La cuenca hidrográfica como unidad de manejo ambiental: El caso de Cuba. En: Funes-Monzote, F. R. (ed.), *Memorias. Taller Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente*. 10-12 marzo, La Habana. pp. 137-143. 2003.
122. Utria, R.B.; Delgado, D.A.; Acosta, J.C.C.; Álvarez, A.G. & Rodríguez, Y.S. La diversificación agrícola como opción para el desarrollo local en la finca " La Caléndula" de la reserva de biosfera Sierra del Rosario. *Agrotecnia de Cuba*, 40(2). 2016.
123. Valdés Paz, J. *Procesos agrarios en Cuba 1959-1995*. Editorial de Ciencias Sociales. Instituto Cubano del Libro. La Habana. 1997.

124. Vandermeer, J.; Perfecto, I. & Philpott, S. Ecological complexity and pest control in organic coffee production: uncovering an autonomous ecosystem service. *BioScience*, 60(7), 527-537. 2010.
125. Vargas-Batis, Belyani; Candó-González, Larisbel; Pupo-Blanco, Yoannia Gretel; Ramírez-Bravo, Anaisa & Rodríguez-Suárez, E.J. Complejidad de cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba a partir del análisis de la biodiversidad. *Ciencia en su PC*, Nº4. <https://www.researchgate.net/publication/311103009>. Consultado en febrero del 2021. 2014.
126. Vázquez, L.; Fernández, E. & Alfonso, J. Impactos de las innovaciones tecnológicas realizadas por los propios agricultores sobre el manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura urbana. Disponible en: <http://www.socla.org/publicaciones>. Consultado en febrero del 2021. 2017.
127. Vázquez, L.L. & Matienzo, Yaril. Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas como base para el manejo agroecológico de plagas. Ciudad de La Habana. INISAV-MINAG. Ciudad de la Habana, Cuba. 12 p. 2010.
128. Vázquez, L.L. Preguntas y respuestas sobre agricultura sostenible. Una contribución a la transformación de los sistemas agrícolas sobre bases agroecológicas. 21p. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Ministerio de la agricultura. Ciudad de La Habana. <http://www.inisav.cu/publicaciones/otras>. 2008.
129. Vázquez, M.L. Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. *Revista Agroecología*, 8 (1): 33-42. 2013.

130. Vázquez, M.L. Manual para la Adopción del Manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Suburbana, Volumen I, Primera Edición, 2011.
131. Vera Pérez, Luz Marina. Estudio de indicadores de diversidad y productividad en un proceso de conversión agroecológica. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Pastos y Forrajes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. 84 p. 2011.
132. Vergara-Ruiz, R. La importancia en el funcionamiento de los agroecosistemas: caso floricultura. <http://www.metroflor-colombia.com/la-importancia-de-la-biodiversidad-en-el-funcionamiento-de-los-agroecosiste>. Consultado en enero del 2021. 2017.
133. Videgain, María; Marco, P.; Martí, Clara; García-Ramos, F.J.; Manyà, J.J.&Jaizme-Vega, María del Carmen. Evaluación de los efectos de la aplicación de biochar como enmienda orgánica en un cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) bajo condiciones de invernadero. X Congresso Ibérico de Agroengenharia. Livro de atas. DOI: [10.26754/c_agroing.2019.com.3413](https://doi.org/10.26754/c_agroing.2019.com.3413). Consultado en febrero del 2021. 2019.
134. Yahuara, Leydy Yohana. Apreciación e interés de la población por el uso de abonos orgánicos, caserío Pakuy–Chiriaco. Trabajo de Investigación, presentado como requisito parcial para optar el grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad de Lambayeque. 28 p. 2019.
135. Yépez-Pantoja, Tania Salomé. Aprovechamiento de Residuos Vegetales de mercado en la producción de *Trichoderma ssp.* para uso comercial. Tesis previa

- a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 86 P. 2019.
136. Zambrano, Gema Lucía. Evaluación de la relación suelo-planta-animal a través de la producción y calidad composicional de la leche en Catambuco, Nariño. Universidad de Nariño. Maestría en Ciencias Agrarias. Tesis de Grado. San Juan de pasto 90 p. 2013.
137. Zamora-Pedraza, G. Cercos vivos. Más allá de una línea de árboles. Universidad Veracruzana. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/456789/48574/144-CYL-040417.pdf>. 2017.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta realizada para el diagnóstico de la finca.

Diagnóstico de la finca.

Características generales:

Ubicación:

Área total: 26,84ha Área ganadera: 21,79 ha Área agrícola: 6,0 ha

Objetivo de la Producción: autoconsumo familiar: 20%, acopio: 60% mercado agropecuario: 20%.

Otras (especificar) Organismos priorizados 10% (expresarlo en % aproximado del destino).

Fuerza Laboral: Total 5 Hombres 4 Mujeres 1

Labor que realizan: Agrícola x Ganadera x Viveros Frutales x

Organopónico Huerto Hogar x Otras (especificar) Semiprotegido

Núcleos familiares 1 Población Total 10

Cuántas personas viven del ingreso familiar 10

Cuántas personas trabajan fuera de las tierras de la familia: 0

Ingresos personales promedio por persona por año o mes: \$1650,00 mensual

Tipo de suelo: Ferralítico Rojo Compactado

¿Cómo son sus suelos? Según apreciación de los productores.

Profundidad:	Profundo ()	Poco profundo (x)		No sabe ()
Estructura:	Buena (x)	Regular ()	Mala ()	No sabe ()
Textura:	Arenoso ()	Limoso ()	Arcilloso (x)	No sabe ()
Productividad:	Buena (x)	Regular ()	Mala ()	No sabe ()
Pedregosidad:	Si ()	No (x)		No sabe ()
Topografía:	Llana (x)	Ondulada ()	Montañosa ()	No sabe ()
Color: Rojo				
Acidez:	Si ()	No (x)		No sabe ()
Salinidad:	Si ()	No (x)		No sabe ()
Baja retención de humedad	Si (x)	No ()		No sabe ()
Erosión o escurrimiento	Baja ()	Media (x)	Alta ()	No sabe ()

Para aumentar la fertilidad del suelo cuales de las siguientes técnicas se usan actualmente:

Rotación de cultivos (), Intercalamiento (), Uso de compost (x), Lombricultura (x), Uso de estiércol (x), Desechos (), Abonos verdes (), Rhizobium (), Micorrizas (), Otros biofertilizantes (x), Rocas minerales (), Fertilizantes químicos (), Incorporación de los residuos de cosecha (x), Labranza mínima (), Cultivos de cobertura (), Arrope (x), Aplicación de Cachaza ().

Otro

Para prevenir la erosión del suelo cuales técnicas emplean:

Cultivo en franjas (), siembra de árboles (x), Barreras vivas (x), Barreras mecánicas, piedras, palos, etc. (), Cultivos de cobertura del suelo (), Cultivo en terrazas (), Cultivo en contorno (), Labranza cero (), Arrope del suelo (x).

Otro:

Superficie bajo riego 0 Fuente de abasto de riego: Agua superficial (), Acueducto (), Pozo (x). abasto casa de familia.

Para conservar o manejar el agua disponible para los cultivos, cuáles de las siguientes técnicas usan:

Sembrar en la temporada (x), Aplicación de materia orgánica al suelo (), Uso de variedades resistentes a la sequía (x), Uso del arrope del suelo (x), Uso de cultivos con raíces profundas (), Uso de cultivos de cobertura (), Policultivos (), Uso de sistemas de riego eficiente (), Captura y almacenaje de agua de lluvia (), Labranza horizontal del suelo (multiarado) ().

Otro (Cual) _____

Cuáles son los factores limitantes para el uso del riego y las técnicas alternativas.

Falta conocimiento / entrenamiento (), Disponibilidad de Insumos (x), Mano de obra para su implementación (), Falta de crédito para compra (), Falta confianza en la técnica ().

Otro (especificar) _____

Si tuviera acceso a sistemas de riego, los usarían Si (x) No ()

Porque facilitaría la siembra y el abasto de agua para el ganado, los pastos y los cultivos con los que se desarrollaría la finca

Cultivos agrícolas, frutales, medicinales, plantas de condimento y otras en existencia

Cultivos	superficie	Rendimiento	Costo
Maíz			
yuca			

Uso actual de recursos:

Insumo	Cantidad aplicada (kg, qq, litros)	De donde proviene
Fertilizantes químicos		
Fertilizantes orgánicos		
Herbicidas químicos		
Plaguicidas químicos		
Bioplaguicidas		
Combustibles (¿Cuál?)		

Cuánto cuestan los insumos

Fertilizantes químicos	Caro (x)	Medio ()	Barato ()	No sabe ()
Herbicidas químicos	Caro (x)	Medio ()	Barato ()	No sabe ()
Plaguicidas químicos	Caro (x)	Medio ()	Barato ()	No sabe ()
Bioplaguicidas	Caro (x)	Medio ()	Barato ()	No sabe ()
Combustibles Diésel	Caro (x)	Medio ()	Barato ()	No sabe ()

Para aumentar los rendimientos ¿Qué medidas agrotécnicas faltan?

Calidad y disponibilidad de la semilla (x), para maquinaria (x), Implementos agrícolas (), Fertilizantes (x), Plaguicidas (x), Nuevas tecnologías alternativas (x), Mano de obra (), Otras (especificar).

Para aumentar los rendimientos ¿Qué medidas no agrotécnicas faltan?

Información y consejo (x), Intercambio con otros productores (x), Disponibilidad de crédito (), Entrenamiento técnico (x), Entrenamiento en organización (x), Mejores incentivos para el productor (x), Mayor autocontrol de la producción (), Otra (especificar)

¿Se utiliza la Rotación de cultivos? Si () No (x) y/o asociación si () No (x)

Cantidad y tipo de ganado: vacuno 60 Caballar 3 ovino/caprino _____
 porcino 5 canícula _____ aviar 5 otros (especificar)

Tipo de alimentos para animales: pastos: Si (x) No () Harinas y tortas: Si () No (), soya
 Si () No ().

girasol Si () No ()

maíz Si (x) No ()

otros (especificar)

Externos _____ Producidos en la finca _____

Arborización: Si () No (x), Viveros Si () No (x), frutales Si (x) No (), Forestales Si (x)
 No ().

Fertilización Si (x) No ()

	Tipo	Cantidad aplicada	Costo
Orgánica	Estiércol vacuno	3 t/ha	0

Implementos y equipos agrícolas (incluye tracción animal)

	Prep. suelo	Siembra	Cultivo	Cosecha	Transporte
Tractores					
Bueyes	x	x	x	x	x
Camiones					
Manual					
Carretas					
Arado vertedera					
Arado discos					
Multiarado					
Surcador	x	x			
Grada discos					
Grada pinchos					
Tiller					
Sembradoras					
Escardadoras					
Asperjadoras					
Motomochilas					
Mochilas	x				
Cosechadoras					
Desgranadoras					
Molinos					
otros					

Qué tipo de asistencia técnica reciben

Tipo	Si	No	De donde/ quien	Semanal	Mensual	Anual
Fertilidad de las plantas	x		Empresa Cultivos Varios Máximo Gómez, EEPFIH y FUM			x
Plagas y enfermedades	x					x
Semillas	x					x
Riego		x				
Preparación del suelo	x					x
Fitotecnia	x					x
Procesamiento/comercialización	x					x
Otra (especificar)						

A su entender, cuáles son sus principales problemas, no mencionados anteriormente y que solución usted piensa que tengan.

Anexo 2. Cálculo de los indicadores para determinar el grado de complejidad de la finca.

Año 2017

Componentes e indicadores de la biodiversidad	Expresión de los indicadores para cada evaluación	Resultados	Valor obtenido y grado de complejidad según escala
Biodiversidad productiva			
Diversidad de cultivos	Número de cultivos	Maíz, frijol, yuca, aguacate y mango	6 (2)
Variedades de cultivos	Cultivos en que se manejan variedades (% del total)	Frijol (2)	33 % (2)
Siembras de cultivos	Número de siembras en el año	Maíz (1), Frijol (2), Yuca (1), Aguacate (1) y Mango (1)	7 (3)
Asociaciones e intercalamiento de cultivos	Siembras asociadas e intercaladas (% del total)	0	0
Barreras vivas	Siembras con barreras vivas (% del total)	0	0
Especies de barreras vivas	Número de especies que se utilizan	0	0
Rotación de cultivos	Campos que rotaron (% del total de siembras)	0	0
Rotación con cultivos conservadores del suelo	Cultivos de cobertura (% de las siembras)	0	0
Asociación con cobertura viva	Campos asociados con cobertura viva (% de siembras)	0	0
Sombra temporal	Siembra con sombra temporal	0	0
Diversidad de animales	Número de especies de animales que se crían	Vacunos, cerdos, caballos, aves (4)	4 (2)
Biodiversidad Auxiliar			
Plantas repelentes	Siembras con plantas repelentes (% del total)	0	0

Especies de plantas repelentes	Número de especies	0	0
Cercas Vivas Perimetrales	Lados de la finca con cercas vivas (% del perímetro)	Los 3 linderos	60 % (3)
Especies de cercas vivas	Número de especies	Ciruela, moringa, almácigo, piñón de pito (4)	4(2)
Sombra permanente	Porcentaje de siembras con sombra permanente (semiprotégido)	0	0
Especies de sombra permanente	Número de especies de sombra permanente	0	0
Arboleda o minibosque	Número de arboledas existentes	1	1(1)
Diversidad de especies en la arboleda o mini bosque	Especies de árboles frutales y forestales en arboledas o mini bosques	Frutales: naranja, guayaba, Aguacate, chirimoya, anón, mango 6	6 (2)
Ambientes seminaturales	Porcentaje de la superficie de la finca donde crece vegetación silvestre o espontáneamente (ambientes seminaturales).	71,5 %	71,5 (3)
Animales para labores	Número de especies de animales que se emplean en las labores de la finca	Caballo, bueyes	2 (1)
Biodiversidad Funcional			
Reservorios de biorreguladores	Número de reservorios que se manejan	0	0
Traslado de enemigos naturales desde reservorios	Número de siembras con traslados realizados	0	0
Crías rústicas	Número de especies de biorreguladores que se crían en la finca	0	0
Liberaciones de crías rústicas	Número de liberaciones realizadas	0	0
Diversidad de enemigos naturales	Número de grupos de enemigos naturales que se observan	0	0

	comúnmente en los cultivos de la finca.		
Diversidad de polinizadores	Número de especies	0	0
Materia orgánica en el suelo	Porcentaje estimado o según análisis de suelo	5 %	5 % (1)
Producción de materia orgánica	Número de abonos orgánicos que se producen y utilizan en la propia finca	Estiércol vacuno y humus de lombriz (2)	2(1)
Abonos orgánicos	Número de campos o parcelas con incorporaciones de abonos orgánicos antes de la siembra	3	40 % (2)
Abonos orgánicos foliares	Número de aplicaciones foliares de abonos orgánicos	3	3 (1)
Microorganismos eficientes	Número de aplicaciones foliares al suelo de microorganismos eficientes	0	0
Biodiversidad introducida funcional			
Diversidad de entomófagos liberadas	Número de especies de entomófagos que se liberaron	<i>Trichogramma speciosus</i>	1(1)
Liberaciones de entomófagos	Número de liberaciones realizadas en el año	1 <i>T. speciosus</i>	1 (1)
Diversidad de entomopatógenos	Número de especies y cepas aplicadas	0	0
Aplicaciones de entomopatógenos o bioplaguicidas	Número de aplicaciones en el año	0	0
Diversidad de antagonistas	Número de especies y cepas aplicadas	<i>Trichoderma harzianum</i>	1(1)
Aplicaciones de antagonistas	Número de aplicaciones que realiza en el año	Frijol (2)	2 (1)
Biofertilizantes al suelo	Número de productos utilizados	Fitomas	1 (1)
Aplicación de biofertilizantes	Número de aplicaciones realizadas	Frijol (3)	3 (1)
Micorrizaciones	Número de siembras micorrizadas	Frijol(1)	1(1)

Biodiversidad nociva			
Insectos plagas	Total de especies de insectos nocivos en los cultivos	Mosca blanca, pulgones, thrips, spodoptera, minador, Crisomélidos	6 (2)
Ácaros plagas	Total de especies de ácaros nocivos en los cultivos	Acaro blanco (1)	1 (1)
Hongos fitopatógenos	Total de enfermedades fungosas en cultivos	Alternaria, Fusarium, Roya	3(1)
Bacterias fitopatógenas	Total de enfermedades bacterianas en cultivos	0	0
Virosis	Total de enfermedades virales en cultivos	1	1 (1)
Parásitos de animales	Total de parásitos de animales de crianza detectados	Garrapatas	1 (1)
Enfermedades de animales	Total de enfermedades de animales de crianza detectadas	Mastitis (Vacunos) Cólera(porcino)	2 (1)
EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN (finca)			
Total de grados de la escala (N)			5
Productos de multiplicar cada grado por el número de indicadores que lo tienen			
0 x 21			0
1 x 17			17
2 x 7			14
3 x 3			9
4 x 0			0
(1) Sumatoria de los productos de la multiplicación de cada grado:			40
Total de componentes evaluados (n)			48
(2) Producto de multiplicar el total de componentes (n) por el número de grados de la escala (N) ((n x N)			(48x5) 240
Grado de complejidad: Producto de la división de (1) /(2)			0,16 x100 (16 %)
Clasificación de la finca respecto al grado de complejidad de la biodiversidad			Poco compleja

Año 2018

Componentes e indicadores de la biodiversidad	Expresión de los indicadores para cada evaluación	Resultados	Valor obtenido y grado de complejidad según escala
Biodiversidad productiva			
Diversidad de cultivos	Número de cultivos	Maíz, frijol, yuca, tomate, aguacate y mango	6 (2)
Variedades de cultivos	Cultivos en que se manejan variedades (% del total)	Frijol (2), tomate (3),	33 % (2)
Siembras de cultivos	Número de siembras en el año	Maíz (1), Frijol (2), Yuca (1), Tomate (2), Aguacate (1) y Mango (1)	8 (3)
Asociaciones e intercalamiento de cultivos	Siembras asociadas e intercaladas (% del total)	Frijol y Maíz (1)	3 (12,5 %) (1)
Barreras vivas	Siembras con barreras vivas (% del total)	frijol, maíz (1)	5,2 % (1)
Especies de barreras vivas	Número de especies que se utilizan	Maíz, Sorgo, Girasol,	3 (1)
Rotación de cultivos	Campos que rotaron (% del total de siembras)	3	15,7 % (1)
Rotación con cultivos conservadores del suelo	Cultivos de cobertura (% de las siembras)	1	5,2 % (1)
Asociación con cobertura viva	Campos asociados con cobertura viva (% de siembras)	1	5,2 (1)
Sombra temporal	Siembra con sombra temporal	0	0
Diversidad de animales	Número de especies de animales que se crían	Vacunos, cerdos, caballos, aves (4)	4 (2)
Biodiversidad Auxiliar			
Plantas repelentes	Siembras con plantas repelentes (% del total)	0	0
Especies de plantas repelentes	Número de especies	0	0
Cercas Vivas Perimetrales	Lados de la finca con cercas vivas (% del perímetro)	Los 4 linderos	80 % (4)

Especies de cercas vivas	Número de especies	Ciruela, moringa, almácigo, piñón de pito (4)	4 (2)
Sombra permanente	Porcentaje de siembras con sombra permanente (semiprotegido)	0	0
Especies de sombra permanente	Número de especies de sombra permanente	0	0
Arboleda o minibosque	Número de arboledas existentes	1	1 (1)
Diversidad de especies en la arboleda o mini bosque	Especies de árboles frutales y forestales en arboledas o mini bosques	Frutales: naranja, guayaba, aguacate, chirimoya, anón, mango (6)	6 (2)
Ambientes seminaturales	Porcentaje de la superficie de la finca donde crece vegetación silvestre o espontáneamente (ambientes seminaturales).	12,5 %	12,5 (1)
Animales para labores	Número de especies de animales que se emplean en las labores de la finca	Caballo, bueyes	2 (1)
Biodiversidad Funcional			
Reservorios de biorreguladores	Número de reservorios que se manejan	0	0
Traslado de enemigos naturales desde reservorios	Número de siembras con traslados realizados	0	0
Crías rústicas	Número de especies de biorreguladores que se crían en la finca	0	0
Liberaciones de crías rústicas	Número de liberaciones realizadas	0	0
Diversidad de enemigos naturales	Número de grupos de enemigos naturales que se observan comúnmente en los cultivos de la finca.	Cotorritas	1 (1)

Diversidad de polinizadores	Número de especies	Abejas	1 (1)
Materia orgánica en el suelo	Porcentaje estimado o según análisis de suelo	10 %	10 % (1)
Producción de materia orgánica	Número de abonos orgánicos que se producen y utilizan en la propia finca	Compost, estiércol vacuno	2 (1)
Abonos orgánicos	Número de campos o parcelas con incorporaciones de abonos orgánicos antes de la siembra	3	32 % (2)
Abonos orgánicos foliares	Número de aplicaciones foliares de abonos orgánicos	3	3 (1)
Microorganismos eficientes	Número de aplicaciones foliares y al suelo de microorganismos eficientes	0	0
Biodiversidad introducida funcional			
Diversidad de entomófagos liberadas	Número de especies de entomófagos que se liberaron	<i>Trichogramma speciosus</i>	1 (1)
Liberaciones de entomófagos	Número de liberaciones realizadas en el año	2 <i>T. speciosus</i>	2 (1)
Diversidad de entomopatógenos	Número de especies y cepas aplicadas	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa13 y 24	2 (1)
Aplicaciones de entomopatógenos o bioplaguicidas	Número de aplicaciones en el año	2,1	8 (3)
Diversidad de antagonistas	Número de especies y cepas aplicadas	<i>Trichoderma harzianum</i>	1 (1)
Aplicaciones de antagonistas	Número de aplicaciones que realiza en el año	Frijol, tomate (12)	12 (4)
Biofertilizantes al suelo	Número de productos utilizados	Fitomas	1 (1)
Aplicación de biofertilizantes	Número de aplicaciones realizadas	Frijol (3) tomate (2) (9)	9 (3)
Micorrizaciones	Número de siembras micorrizadas	Frijol (1)	1 (1)
Biodiversidad nociva			
Insectos plagas	Total de especies de insectos nocivos en los cultivos	Mosca blanca, Primavera de la Yuca, thrips,	7 (3)

		palomilla del maíz, Crisomélidos (7)	
Ácaros plagas	Total de especies de ácaros nocivos en los cultivos	Acaro blanco (1)	1 (1)
Hongos fitopatógenos	Total de enfermedades fungosas en cultivos	Alternaria, fusarium,	2 (1)
Bacterias fitopatógenas	Total de enfermedades bacterianas en cultivos	0	0
Virosis	Total de enfermedades virales en cultivos	1	1 (1)
Parásitos de animales	Total de parásitos de animales de crianza detectados	Garrapatas	1 (1)
Enfermedades de animales	Total de enfermedades de animales de crianza detectadas	Mastitis (Vacunos) Cólera(porcino)	2 (1)
EVALUACION DEL SISTEMA DE PRODUCCION (finca)			
Total de grados de la escala (N)			5
Productos de multiplicar cada grado por el número de indicadores que lo tienen			
0 x 11			0
1 x 24			24
2 x 6			12
3 x 4			12
4 x 2			8
(1) Sumatoria de los productos de la multiplicación de cada grado:			56
Total de componentes evaluados (n)			48
(2) Producto de multiplicar el total de componentes (n) por el número de grados de la escala (N)((n x N)			(48x5) 240
Grado de complejidad: Producto de la división de (1) /(2)			0,23 x100 (23 %)
Clasificación de la finca respecto al grado de complejidad de la biodiversidad			Poco compleja

Año 2019

Componentes e indicadores de la biodiversidad	Expresión de los indicadores para cada evaluación	Resultados	Valor obtenido y grado de complejidad según escala
Biodiversidad productiva			
Diversidad de cultivos	Número de cultivos	Maíz, frijol, yuca, pepino, calabaza, pimiento, tomate, ajo, perejil, zanahoria, lechuga, aguacate y mango	13 (4)
Variedades de cultivos	Cultivos en que se manejan variedades (% del total)	Frijol (2), tomate (3), pimiento (4), pepino (2)	30,7 % (2)
Siembras de cultivos	Número de siembras en el año	Maíz (1), Frijol (2), Yuca (1), Pepino (1), Calabaza (1), Pimiento (1), Tomate (2), Ajo (1), Perejil (3), Zanahoria (2), Lechuga (2), Aguacate (1) y Mango (1)	19 (4)
Asociaciones e intercalamiento de cultivos	Siembras asociadas e intercaladas (% del total)	Frijol y Maíz (1), zanahoria y pimiento (1), zanahoria y perejil (1)	3 (15,7 %) (1)
Barreras vivas	Siembras con barreras vivas (% del total)	Frijol, maíz (1)	5,2 % (1)
Especies de barreras vivas	Número de especies que se utilizan	Maíz, Sorgo, Girasol	3 (1)
Rotación de cultivos	Campos que rotaron (% del total de siembras)	3	15,7 % (1)
Rotación con cultivos conservadores del suelo	Cultivos de cobertura (% de las siembras)	1	5,2 % (1)
Asociación con cobertura viva	Campos asociados con cobertura viva (% de siembras)	1	5,2 (1)
Sombra temporal	Siembra con sombra temporal	0	0
Diversidad de animales	Número de especies de animales que se crían	Vacunos, cerdos, caballos, aves (4)	4 (2)
Biodiversidad Auxiliar			
Plantas repelentes	Siembras con plantas repelentes (% del total)	Todas las hortalizas (7)	36,8 % (3)

Especies de plantas repelentes	Número de especies	Marigol, albahaca morada y blanca, orégano y vetiver	5 (2)
Cercas Vivas Perimetrales	Lados de la finca con cercas vivas (% del perímetro)	Los 4 linderos	80 % (4)
Especies de cercas vivas	Número de especies	Ciruela, moringa, almácigo, piñón de pito (4)	4 (2)
Sombra permanente	Porcentaje de siembras con sombra permanente (semiprotegido)	7	36,8 (2)
Especies de sombra permanente	Número de especies de sombra permanente	0	0
Arboleda o minibosque	Número de arboledas existentes	1	1 (1)
Diversidad de especies en la arboleda o mini bosque	Especies de árboles frutales y forestales en arboledas o mini bosques	Frutales: naranja, guayaba, Aguacate, chirimoya, anón, mango 6	6 (2)
Ambientes seminaturales	Porcentaje de la superficie de la finca donde crece vegetación silvestre o espontáneamente (ambientes seminaturales).	7,4 %	7,4 (1)
Animales para labores	Número de especies de animales que se emplean en las labores de la finca	Caballo, bueyes	2 (1)
Biodiversidad Funcional			
Reservorios de biorreguladores	Número de reservorios que se manejan	0	0
Traslado de enemigos naturales desde reservorios	Número de siembras con traslados realizados	0	0
Crías rústicas	Número de especies de biorreguladores que se crían en la finca	0	0
Liberaciones de crías rústicas	Número de liberaciones realizadas	0	0
Diversidad de enemigos naturales	Número de grupos de enemigos naturales que se observan	Cotorritas	1 (1)

	comúnmente en los cultivos de la finca.		
Diversidad de polinizadores	Número de especies	abejas	1 (1)
Materia orgánica en el suelo	Porcentaje estimado o según análisis de suelo	10 %	10 % (1)
Producción de materia orgánica	Número de abonos orgánicos que se producen y utilizan en la propia finca	Compost, estiércol vacuno y humus de lombriz (3)	3 (1)
Abonos orgánicos	Número de campos o parcelas con incorporaciones de abonos orgánicos antes de la siembra	3	40 % (2)
Abonos orgánicos foliares	Número de aplicaciones foliares de abonos orgánicos	6	6 (2)
Microorganismos eficientes	Número de aplicaciones foliares y al suelo de microorganismos eficientes	10	10 (4)
Biodiversidad introducida funcional			
Diversidad de entomófagos liberadas	Número de especies de entomófagos que se liberaron	<i>Trichogramma speciosus</i>	1 (1)
Liberaciones de entomófagos	Número de liberaciones realizadas en el año	2 <i>T. speciosus</i>	2 (1)
Diversidad de entomopatógenos	Número de especies y cepas aplicadas	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa13 y 24, <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Beauveria bassiana</i>	3 (1)
Aplicaciones de entomopatógenos o bioplaguicidas	Número de aplicaciones en el año	2,2,1	16 (4)
Diversidad de antagonistas	Número de especies y cepas aplicadas	<i>Trichoderma harzianum</i>	1 (1)
Aplicaciones de antagonistas	Número de aplicaciones que realiza en el año	Frijol, Hortalizas (21)	21 (4)
Biofertilizantes al suelo	Número de productos utilizados	Fitomas (1)	1 (1)
Aplicación de biofertilizantes	Número de aplicaciones realizadas	Frijol (3), Hortalizas (2) (17)	17 (4)

Micorrizaciones	Número de siembras micorrizadas	Frijol (1)	1 (1)
Biodiversidad nociva			
Insectos plagas	Total de especies de insectos nocivos en los cultivos	Mosca blanca, pulgones, thrips, spodoptera, minador, Crisomélidos (7)	7 (3)
Ácaros plagas	Total de especies de ácaros nocivos en los cultivos	Acaro blanco (1)	1 (1)
Hongos fitopatógenos	Total de enfermedades fungosas en cultivos	Alternaria, fusarium,	2 (1)
Bacterias fitopatógenas	Total de enfermedades bacterianas en cultivos	0	0
Virosis	Total de enfermedades virales en cultivos	1	1 (1)
Parásitos de animales	Total de parásitos de animales de crianza detectados	Garrapatas	1 (1)
Enfermedades de animales	Total de enfermedades de animales de crianza detectadas	Mastitis (Vacunos) Cólera(porcino)	2 (1)
EVALUACION DEL SISTEMA DE PRODUCCION (finca)			
Grado máximo de la escala (N)			5
Productos de multiplicar cada grado por el número de indicadores que lo tienen			
0 x 7			0
1 x 24			24
2 x 8			16
3 x 2			6
4 x 7			28
(1) Sumatoria de los productos de la multiplicación de cada grado:			74
Total de componentes evaluados (n)			48
(2) Producto de multiplicar el total de componentes (n) por el número de grados de la escala (N)((n x N)			(48x5) 240
Grado de complejidad: Producto de la división de (1) /(2)			0,30 x100 (30 %)
Clasificación de la finca respecto al grado de complejidad de la biodiversidad			Medianamente compleja

Anexo 3. Resumen de la evaluación de la Finca “La Palma” de acuerdo al grado de complejidad de su biodiversidad.

Complejidad de las fincas en los años en estudio	2017	2018	2019
Grado máximo de la escala (N)	5		
Productos de multiplicar cada grado por el número de indicadores que lo tienen	Nº indicadores		
0 x (simplificado)	21	11	7
1 x (poco complejo)	17	24	24
2 x (medianamente complejo)	7	6	8
3 x (complejo)	3	4	2
4 x (altamente complejo)	0	2	7
(1) Sumatoria de los productos de la multiplicación de cada grado:	40	56	74
Total de componentes evaluados (n)	48	48	48
(2) Producto de multiplicar el total de componentes (n) por el número de grados de la escala (N)(n x N)	240	240	240
Grado de complejidad: Producto de la división de (1)/(2) x 100	1 (16,0 %)	1 (23,0 %)	2 (30,0 %)
Clasificación de la finca respecto al grado de complejidad de la biodiversidad	Poco compleja	Poco compleja	Medianamente compleja