



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Evaluación de las dimensiones agroambientales,
económicas y socio culturales del agroecosistema
diversificado El Progreso, Masaya, 2021-2022

Autores

Br. Cristopher Eduardo Flores Rocha
Br. Jeyling Francisca Rugama Soto

Asesor

Ing. MSc. Hugo Rene Rodríguez González

**Managua, Nicaragua
Julio, 2022**



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Evaluación de las dimensiones agroambientales,
económicas y socio culturales del agroecosistema
diversificado El Progreso, Masaya, 2021- 2022

Autores

Br. Cristopher Eduardo Flores Rocha

Br. Jeyling Francisca Rugama Soto

Asesor

Ing. MSc. Hugo Rene Rodríguez González

Presentado a la consideración del Honorable Comité Evaluador
como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Julio, 2022

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo investigativo a Dios todo poderoso por darme la oportunidad de vivir, salud, fuerzas y entendimiento para poder finiquitar mi carrera con éxito.

A mis padres Rosa Adilia Rocha Gómez y Gregorio Alfredo Flores Tercero, gracias a su esfuerzo y su sacrificio han hecho posible que suba un peldaño más en el proceso que se llama vida.

A mis cinco hermanas Deyanira, Amparo, Karen, Elizabeth, Elieth. También a mi novia Cynthia Valle quien ha estado conmigo durante todo este proceso de formación profesional.

Familiares y no familiares que siempre me brindaron incondicionalmente amor, respeto y motivación.

Cristopher Eduardo Flores Rocha

AGRADECIMIENTO

Doy gracias primeramente a Dios quien me dio la vida y la fuerza de voluntad para alcanzar esta meta.

A mis padres Rosa Adilia Rocha Gómez y Gregorio Alfredo Flores Tercero por brindarme el apoyo incondicional y alcanzar este anhelado sueño, a mis hermanas y amigos que me han apoyado durante todo el proceso de mi formación profesional.

A mi asesor MSc. Ing. Hugo Rene Rodríguez por su disposición, su paciencia y sus recomendaciones en todo momento de la investigación.

A don Leonel Calero por habernos abierto las puertas de su finca y dedicarnos tiempo para poder realizar el trabajo investigativo.

Agradezco especialmente a la Universidad Nacional Agraria, por abrirnos las puertas y brindarnos los medios necesarios para adquirir el aprendizaje y desarrollar de nuestra investigación para convertirme en profesional.

A todos y cada uno de ellos gracias, gracias y que el señor los cuide, los proteja y los bendiga hoy mañana y siempre.

Cristopher Eduardo Flores Rocha

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de grado primeramente a Dios nuestro padre Celestial por el don de la vida y a la virgen Santísima madre de Jesús; por regalarme salud, sabiduría y entendimiento por ayudarme a cumplir la meta y poner en mí la fuerza, fortaleza y voluntad de no rendirme en los momentos difíciles que se presentaron en el camino.

A mi hermana que está en cielo Brenda Verónica Rugama Soto (q.e.p.d) a quien amo con todo mi corazón, este logro se lo dedico a ella por ser esa hermana incondicional, protectora, amorosa y ejemplar; nunca la olvidaré. A mi hijo que está en el cielo Liam Francisco Ruiz Rugama (q.e.p.d), a quien amo con todo mi corazón.

A mis padres Armando Rugama y Verónica Soto por su infinito amor y apoyo incondicional por formar en mí una persona de bien y de valores por ser ese pilar de motivación y forjarme a luchar dándome el ejemplo de superación, humildad y sacrificio.

A mis hermanas Brenda Rugama (Q.E.P.D), Xiomara Rugama; a mi hermano Armando Rugama, mis sobrinos Rafael Herrera y Hanavy Herrera, a quienes amo, respeto y admiro mucho por estar siempre para mí en los momentos difíciles y alentarme a seguir luchando por mis sueños.

Jeyling Francisca Rugama Soto

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por el don de la vida y el don de concederme una familia por la salud, por siempre cuidar y proteger de mí en todo el camino, por regalarme inteligencia, sabiduría y entendimiento por esa fuerza y esa infinita misericordia de no abandonarme en los momentos difíciles y permitirme cumplir una meta más en la vida

Agradezco a mis padres Armando Joaquín Rugama Zeas y Verónica Soto por ser esos padres ejemplares de superación por todos los sacrificios que hicieron para que yo pudiera cumplir este sueño, por todas sus oraciones que dedicaron día y noche, por ese infinito amor por los consejos brindados y la confianza otorgada de permitirme formar como profesional por el apoyo económico y por no desampárame en ningún segundo de mi vida

A mis hermanos Xiomara Rugama, Armando Rugama y Brenda Rugama (q.e.p.d), por todo su cariño el apoyo fraternal y económico por formar parte de mis logros y vivirlos con la misma alegría.

A los profesores, principalmente a quienes me impartieron clases y formaron parte de mi formación profesional, al Ing. MSc. Hugo René Rodríguez nuestro asesor de tesis y amigo, por todos sus consejos y tiempo brindado en la elaboración de este documento de culminación de estudio, a mis compañeros y amigos por haber formado parte de mi segunda familia, a la Universidad Nacional Agraria por acogerme dentro de su alma mater y brindarme las herramientas y las condiciones necesarias para mi formación profesional. Agradezco a todos los que formaron parte de mi vida, familia, amigos, compañeros, profesores y personal general de la UNA.

Jeyling Francisca Rugama Soto

ÍNDICE DE CONTENIDO

| SECCIÓN | PÁGINA |
|---|--------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| ÍNDICE DE CUADROS | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vi |
| ÍNDICE DE ANEXOS | viii |
| RESUMEN | ix |
| ABSTRACT | x |
| I INTRODUCCIÓN | 1 |
| II OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo general | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| III MARCO DE REFERENCIA | 4 |
| 3.1 Desarrollo sostenible | 4 |
| 3.2 Agroecosistemas diversificados | 4 |
| 3.2.1 Importancia de los agroecosistemas | 4 |
| 3.3 Biodiversidad | 4 |
| 3.3.1 Componentes de la biodiversidad | 5 |
| 3.3.2 Índices para medir la biodiversidad | 5 |
| 3.3.3 Agrobiodiversidad | 5 |
| 3.4 Macrofauna | 6 |
| 3.4.1 Función de la macrofauna | 6 |
| 3.5 Agroecología | 6 |
| 3.5.1 Relación de la agroecología con los agroecosistemas | 7 |
| 3.6 Factores socio culturales, económicos y agroambientales | 7 |
| 3.6.1 Criterios de la sostenibilidad | 7 |
| 3.6.2 Criterio de la dimensión agroambiental | 7 |

| | | |
|-----------|---|----|
| | 3.6.3 Criterio de la dimensión económica | 8 |
| | 3.6.4 Criterio de la dimensión cultural | 8 |
| | 3.7 Estudios realizados | 8 |
| IV | MATERIALES Y MÉTODOS | 9 |
| | 4.1 Ubicación y fechas del estudio | 9 |
| | 4.1.1 Clima del departamento de Masaya | 9 |
| | 4.1.2 Suelo del departamento de Masaya | 10 |
| | 4.2. Diseño de la investigación | 10 |
| | 4.2.1 Diagrama de ODUM | 11 |
| | 4.2.2. Macrofauna edáfica | 12 |
| | 4.2.3 HESOFI | 14 |
| | 4.3 Manejo del estudio | 15 |
| | 4.4 Variables evaluadas | 16 |
| | 4.4.1 Variables utilizadas para la caracterización del agroecosistema | 16 |
| | 4.4.2 Variables utilizadas para en el análisis de macrofauna | 17 |
| | 4.4.3 Variables de HESOFI | 18 |
| | 4.5. Análisis de los datos | 18 |
| | 4.5.1. Índice de Réngy o diversidad alfa | 18 |
| | 4.5.2. Índice de distancia de Bray-Curtis o diversidad beta | 19 |
| V | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 20 |
| | 5.1 Caracterización del agroecosistema | 20 |
| | 5.1.1. Prueba de materia orgánica | 20 |
| | 5.1.2. Variables climáticas | 20 |
| | 5.2 Diagrama de ODUM | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 5.3. Análisis de la macrofauna edáfica | 24 |
| 5.3.1. Perfiles de Rényi de la biodiversidad alfa a nivel de clases taxonómicas de la macrofauna edáfica | 25 |
| 5.3.2 Índice de Rényi de biodiversidad a nivel de orden taxonómico de macrofauna | 26 |
| 5.3.3 Perfiles de Rényi de la diversidad alfa a nivel de familias taxonómicas de la macrofauna edáfica | 28 |
| 5.3.4. Índice de disimilitud a nivel de clases taxonómicas en el agroecosistema | 29 |
| 5.3.5. Índice de diversidad beta a nivel de ordenes taxonómicos en el agroecosistema El Progreso 2021 | 31 |
| 5.3.6. Índice de diversidad beta a nivel de familias taxonómicas en el agroecosistema El Progreso 2021 | 32 |
| 5.4. Rol y función de la macrofauna | 33 |
| 5.4.1. Depredadores | 33 |
| 5.4.2. Detritívoros | 34 |
| 5.4.3. Omnívoros | 35 |
| 5.4.4. Fitófagos o herbívoros | 35 |
| 5.5. Análisis de las dimensiones de HESOFI | 37 |
| 5.5.1. Grado de sostenibilidad de sistema por componente | 39 |
| 5.5.2. Componente bienestar de la familia | 41 |
| 5.5.3. Componente relaciones internas | 42 |
| 5.5.4. Componente relaciones externas | 44 |
| 5.5.5. Componente cultura y territorio | 45 |
| 5.5.6. Componente desarrollo | 47 |
| 5.5.7. Componente eficiencia y dinamismo | 48 |
| VI CONCLUSIONES | 50 |

| | | |
|-------------|--------------------------|----|
| VII | RECOMENDACIONES | 51 |
| VIII | LITERATURA CITADA | 52 |
| IX | ANEXOS | 67 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | PÁGINA |
|--|---------------|
| 1. Clasificación de la presencia de materia orgánica en el suelo del agroecosistema el progreso, Catarina, Masaya, 2021 | 10 |
| 2. Subsistemas que conforman el agroecosistema El Progreso | 12 |
| 3. Rol funcional de la macrofauna edáfica a nivel de familia en tres lotes del agroecosistema diversificado El Progreso, Masaya-Nicaragua 2022 | 36 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | PÁGINA |
|--|---------------|
| 1. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio, finca El Progreso, 2022. | 9 |
| 2. Diagrama de procesos empleado para la realización de la investigación, Masaya, 2021. | 11 |
| 3. Pasos empleados para realizar el muestreo de macrofauna en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 13 |
| 4. Comportamiento de los parámetros de temperatura y precipitación correspondiente a diez años en la finca El Progreso, Catarina, Masaya, 2010-2021. | 21 |
| 5. Diagrama de ODUM del agroecosistema El progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 23 |
| 6. Perfiles de biodiversidad alfa según Rényi comparando las clases taxonómicas de macrofauna en tres lotes del agroecosistema El progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 25 |
| 7. Índice de Rényi de biodiversidad a nivel de orden taxonómico de macrofauna en tres lotes del agroecosistema El progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 26 |
| 8. Índice de biodiversidad según Rényi para las familias encontradas en los tres lotes del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 28 |
| 9. Índice de disimilitud según Bray-Curtis a nivel de clases taxonómicas para los organismos encontrados en los tres lotes del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 29 |
| 10. Índice de disimilitud a nivel de órdenes taxonómicos de macrofauna en tres lotes del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 31 |
| 11. Índice de diversidad beta comparando las familias taxonómicas encontradas en tres lotes del agroecosistema El progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 32 |
| 12. Sostenibilidad de sistema por dimensiones en el agroecosistema El Progreso 2021. | 37 |
| 13. Sostenibilidad de sistema por componente en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 40 |
| 14. Sostenibilidad por indicadores del componente bienestar del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 41 |
| 15. Sostenibilidad por indicadores del componente relaciones internas del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 43 |

| | | |
|-----|---|----|
| 16. | Sostenibilidad por indicadores del componente relaciones externas en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 44 |
| 17. | Sostenibilidad por indicadores cultura y territorio en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 46 |
| 18. | Sostenibilidad por indicadores desarrollo en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 47 |
| 19. | Sostenibilidad por indicadores eficiencia y dinamismo en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021. | 48 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO | PÁGINA |
|--|---------------|
| 1. Proceso de identificación de macrofauna utilizando claves taxonómicas | 67 |
| 2. Resultados de pruebas de materia orgánica | 68 |

RESUMEN

El estudio se realizó en el agroecosistema El Progreso ubicado en Catarina, departamento de Masaya, 2021-2022. Con el objetivo de evaluar las dimensiones agroambientales, económicas y socio culturales del agroecosistema diversificado caracterizar los factores ambientales y componentes productivos y el estado actual de la macrofauna presente y funciones. Para la evaluación de las dimensiones sociocultural, económico y agro-ambiental se empleó la metodología HESOFI, la dimensión socio- cultural es la dimensión más sostenible alcanzando el 100% de sostenibilidad. La dimensión económica se posesiona en segundo lugar y la dimensión Agro-ambiental esta es la dimensión más baja con respecto a sostenibilidad. Para la recolección de la macrofauna se dividió el agroecosistema en tres lotes de acuerdo con los criterios de pendiente, tipo de cultivos. La captura de macrofauna fue realizada en cinco puntos de muestreos circulares superficiales de 3.1416 m² y sustracción posterior de cinco monolitos de suelo, al centro de la circunferencia, por subsistema. Cada monolito presentaba dimensiones de 0.25 m (largo) x 0.25 m (ancho) x 0.30 m (profundidad) para un total de 15 monolitos. Se realizó la identificación haciendo uso de claves taxonómicas en una base de datos de Excel e Infostat para la obtención de medias de resúmenes y su posterior aplicación de ecuaciones de índices de diversidad alfa y diversidad beta. La mayor diversidad y riqueza a nivel de clases, órdenes y familia se mostró mayor en el lote uno, seguido por el lote tres, obteniéndose disimilitud intermedia entre los tres lotes del agroecosistema, se encontraron un total de 14 familias de insectos depredadores, un total de 11 familias detritívoros, siete familias de omnívoros y fitófagos o herbívoros se encontraron dos familias.

Palabras clave: Agroecosistema, macrofauna, diseño y manejo, riqueza, diversidad y disimilitud.

ABSTRACT

The study was carried out in the El Progreso agroecosystem located in Catarina, department of Masaya, 2021-2022. With the objective of evaluating the agro-environmental, economic and socio-cultural dimensions of the diversified agroecosystem. Characterize the environmental factors and productive components and the current state of the present macrofauna and functions. For the evaluation of the socio-cultural, economic and agro-environmental dimensions, the HESOFI methodology was used, the Socio-cultural dimension is the most sustainable dimension reaching 100% sustainability. The economic dimension is in second place and the Agro-environmental dimension is the lowest dimension with respect to sustainability. For the collection of the macrofauna, the agroecosystem was divided into three lots according to the criteria of slope, type of crops. The capture of macrofauna was carried out at five surface circular sampling points of 3.1416 m² and subsequent subtraction of five soil monoliths, at the center of the circumference, by subsystem. Each monolith had dimensions of 0.25 m (length) x 0.25 m (width) x 0.30 m (depth) for a total of 15 monoliths. The identification was carried out using taxonomic keys in an Excel and Infostat database to obtain summary means and their subsequent application of equations of alpha diversity and beta diversity indices. The greatest diversity and richness at the level of classes, orders and family was greater in batch one, followed by batch three, obtaining intermediate dissimilarity between the three batches of the agroecosystem, a total of 14 families of predatory insects were found, a total of 11 detritivore families, seven families of omnivores and phytophagous or herbivores, two families were found.

Keywords: Agroecosystem, macrofauna, design and management, richness, diversity and dissimilarity.

I. INTRODUCCIÓN

“La agroecología provee el conocimiento y metodología necesarios para desarrollar una agricultura que sea, por un lado, ambientalmente adecuado y por otro lado altamente productiva y económicamente viable” (Díaz, 2019, p. 1).

Sans (2007) menciona que “los agroecosistemas agrícolas son sistemas antropogénicos, su origen y mantenimiento van asociados a la actividad del hombre, que ha transformado la naturaleza para obtener principalmente alimentos” (p. 1). “Los agro ecosistemas son complejos con componentes biológicos que han sido distribuidos en el tiempo y el espacio, interactuando con componentes socioculturales (objetivos, racionalidades, conocimientos y cultura de los agricultores)” (Sarandón, 2011, p. 102).

Conocer el comportamiento de los factores ambientales es de suma importancia estos influyen directamente en el crecimiento y producción de los cultivos dentro del agroecosistema.” La FAO determina tres factores ambientales decisivos en el sector agrícola: la conservación de la biodiversidad, la atenuación del cambio climático y el cambio mundial hacia la bioenergía” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2007, párr. 3). “Mundialmente la adaptación y resiliencia al cambio climático es de suma prioridad puesto que el agroecosistema es de los sectores más afectados. Se debe a la vulnerabilidad geográfica de la región; vulnerabilidad social y cultural de las poblaciones rurales” (Fernández, 2016, párr.2).

Cabrera (2012) afirma que:

La macrofauna edáfica, agrupa los invertebrados mayores de 2 mm de diámetro. Muchos organismos de la macrofauna son importantes en la transformación de las propiedades del suelo, algunos actúan como ingenieros del ecosistema en la formación de poros, la infiltración de agua y la humificación y mineralización de la materia orgánica. Otra parte de los macroinvertebrados intervienen en la trituración de los restos vegetales y algunos funcionan como depredadores de animales vivos de la macrofauna y la mesofauna edáfica.

“Los estudios de macrofauna se utilizan como bioindicadores de la calidad del suelo para determinar el grado de recuperación o degradación del mismo” (Lang et al., 2011).

“La importancia de tener en cuenta la dimensión social, económico y ambiental en los sistemas agrícolas para avanzar hacia la sustentabilidad ha dado lugar a estudios de diversos aspectos que intervienen en la viabilidad y permanencia de los agroecosistemas” (Chiappe, 2001, p. 65).

La sostenibilidad ambiental, es aquella que pone el acento en preservar la biodiversidad sin tener que renunciar al progreso económico y social, la sostenibilidad económica, que se encarga de que las actividades que buscan la sostenibilidad ambiental y social sean rentables, y la sostenibilidad social, que busca la cohesión de la población y una estabilidad de la misma. (Oxfam, 2020, p. 1)

Nicaragua enfrenta un reto decisivo en sus aspiraciones para impulsar un agroecosistema sostenible, protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales. Rodríguez (2014) “En Nicaragua existen condiciones edafoclimáticas para establecer diferentes especies de cultivos que pueden perfectamente convertirse en rubros de importancia nacional” (p. 13).

Para Machado y Campos (2008) los problemas que enfrentan los agroecosistemas son las malas prácticas agrícolas por parte de los productores, estas generan un cambio en sus componentes (animal, vegetal y microorganismos), esto permite contaminación, erosión y degradación de suelo, etc. Restándole capacidad en la resiliencia al agroecosistema para adaptarse a situaciones adversas.

La presente investigación contribuirá a un enfoque amplio y comprensivo para ayudar a productores en el incremento de la complejidad del diseño, su manejo y función en agroecosistemas diversificados, haciendo énfasis en las dimensiones agroambiental, económica y sociocultural.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar las dimensiones agroambiental, económica y sociocultural de un agroecosistema diversificado y su desempeño para alcanzar un desarrollo sostenible.

2.1. Objetivos específicos

1. Caracterizar los factores ambientales y componentes productivos presentes en un agroecosistema diversificado.
2. Evaluar el estado actual de la macrofauna presente y funciones desarrolladas dentro del agroecosistema.
3. Analizar los factores socios culturales, económicos y agros ambientales que se desarrollan dentro del agroecosistema desde un enfoque agroecológico.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible aparece por primera vez en 1987 con la publicación del Informe Brundtland, siendo en este informe donde se utilizó por primera vez el término desarrollo sostenible. “El desarrollo sostenible es el que satisface todas las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del ambiente y el bienestar social” (Vega, 2013, p.5).

3.2 Agroecosistemas diversificados

Los agroecosistemas más diversificados que suelen coincidir con los gestionados mediante prácticas de la agricultura ecológica y tradicional tienen mayores ventajas que los altamente simplificados, como los sistemas agrícolas convencionales y, particularmente, los monocultivos. (Sans, 2007, p. 45)

3.2.1 Importancia de los agroecosistemas

Si bien es cierto, los recursos naturales con los que se cuentan dentro de un agroecosistema, el hombre, a través de un cambio tecnológico, los ha podido modificar y transformar según las necesidades requeridas pues la importancia y el uso racional y adecuado de los mismos son el sustento del proceso productivo. (Platas et al., 2017, p. 396)

3.3 Biodiversidad

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN León (2011)

La biodiversidad es la variabilidad de la existencia en su forma de vida de los ecosistemas terrestres y acuáticos, los cuales poseen plantas, animales y microorganismos, estos constituyen el capital social natural de cada ecosistema y los enmarañados ecológicos que ocurren, así como la complejidad entre una especie y otra. (p.7)

3.3.1 Componentes de la biodiversidad

“La estructura se asocia a la identificación y variabilidad de elementos en un nivel de formación determinado, abarca genes, especies, comunidades y su funcionamiento de los ecosistemas y las especies que ellos contienen” (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, 2003 p. 6). “Los componentes un sistema son elementos básicos (la materia prima), la interacción de los componentes es lo que proporciona las características de estructura a la unidad” (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1985, p. 10).

3.3.2 Índices para medir la biodiversidad

Moreno (2001) menciona que:

Estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Para entender las permutaciones de la biodiversidad la disociación de los componentes alfa, beta y gamma pueden ser de útiles para calcular y monitorear los efectos de las actividades de los individuos, la aplicación de los índices se basa en la información biológica colectada en una serie de localidades (p. 21).

“Actualmente en la agroecología hay múltiples metodologías o índices que cuantifican la biodiversidad, recomendados por ecólogos con la mira de estimar el número de especies en un sitio o asociación” (Sonco, 2013, p. 1).

3.3.3 Agrobiodiversidad

Al respecto Casas y Vallejos (2019), mencionan que:

La agrobiodiversidad comprende la diversidad silvestre y domesticada de plantas, animales, hongos y microorganismos asociada directa e indirectamente a los sistemas de producción de alimentos y materias primas, incluyendo los sistemas agrícolas, pecuarios y silvícolas todos los cuales se encuentran en interacción en los procesos de producción rural, incluyéndose mutuamente (p. 99).

3.4 Macrofauna

Cabrera (2012) señala que:

Agrupar los invertebrados mayores de 2 mm de diámetro. Muchos organismos de la macrofauna son importantes en la transformación de las propiedades del suelo, entre ellos: las lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta), las termitas (Insecta: Isoptera) y las hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae), que actúan como ingenieros del ecosistema en la formación de poros, la infiltración de agua y la humificación y mineralización de la materia orgánica. Otra parte de los macroinvertebrados intervienen en la trituración de los restos vegetales (e.g. Coleoptera, Diplopoda, Isopoda, Gastropoda) y algunos funcionan como depredadores de animales vivos de la macrofauna y la mesofauna edáfica. (p. 350)

3.4.1 Función de la macrofauna

“La distribución de la macrofauna terrestre se asocia a factores como las precipitaciones y las variaciones climatológicas de cada lugar, por ello la mayor presencia de esta se da en la época de invierno” (Cabrera y López, 2018).

La macrofauna del suelo, ayuda a la descomposición de los desechos orgánicos producidos en el agroecosistema tal como son frutos, madera, hojas, ramas etc y de esta forma facilitar el ingreso de la materia orgánica al suelo para beneficio de los cultivos y la productividad de los agroecosistemas.

3.5 Agroecología

“La Agroecología a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción” (Restrepo et al, 2000, p. 6). “La agroecología es un enfoque transdisciplinario científico que define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva agronómica, ecológica y socioeconómica, étnica y socio-cultural; se considera el fundamento científico de la agricultura sustentable” (Martínez, 2002, p. 28).

3.5.1 Relación de la agroecología con los agroecosistemas

De acuerdo con Vargas y Laguna (2017). La agroecología provee una guía para desarrollar agroecosistemas que tomen ventajas de los efectos de la integración de la biodiversidad de plantas y animales. Tal integración aumenta las complejas interacciones y sinergismos que optimizan las funciones y procesos de los agroecosistemas como la regulación biótica de organismos perjudiciales, reciclaje de nutrientes, la producción y acumulación de biomasa, permitiendo así al agroecosistema autorregular su propio funcionamiento. (p.1)

3.6 Factores socio culturales, económicos y agroambientales

Gutiérrez et al. (2008) destaca que:

Para lograr en los agroecosistemas sostenibilidad, desarrollo y mejorar su productividad deben de crear resiliencia y adaptabilidad a los impactos adversos, conjugándolos con el enfoque económico basado en productividad, eficiencia y eficacia y la discusión social sobre equidad. En esta discusión el valor central es la equidad intergeneracional, que implica un legado de capitales social, económico y natural de la presente generación a las siguientes. (p.19)

3.6.1 Criterios de la sostenibilidad

Según Cisneros 2011 menciona que:

Los criterios de sustentabilidad son herramientas sumamente útiles en la toma de decisiones. Un criterio se entiende como el conjunto de todos aquellos temas o nombre que permiten organizar la información, y que a su vez son descritos por los indicadores. (p. 9)

3.6.2 Criterio de la dimensión agroambiental

Vega (2013) Es la interacción e interdependencia del hombre con el ecosistema, y será entendida como las posibilidades ecosistémicas para generar bienes y servicios ambientales y responsabilidad cultural para proteger el ambiente. Su misión será garantizar la sostenibilidad ambiental del desarrollo. (P. 6)

3.6.3 Criterio de la dimensión económica

“Es un punto de partida para determinar el desempeño de una organización y su desarrollo económico en armonía con la dimensión social y ambiental” (Universidad Pontificia Bolivariana, 2018, párr. 1). “Un sistema económico es un conjunto de relaciones básicas, técnicas e institucionales, que caracterizan la organización económica de la sociedad y la actividad económica es todo tipo de actividad relacionada con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios” (Riestra, 2018, p. 26).

3.6.4 Criterio de la dimensión cultural

“Es donde se compila la información relacionada con los temas que son resorte y afectan a la sociedad en su conjunto, en especial aquellos aspectos que determinan y caracterizan la calidad de vida de las personas” (Instituto Sinchi, 2021, párr. 1).

3.7 Estudios realizados

Para Silva y Ramírez (2017) En el municipio de San José de las Lajas en Cuba se realizó un estudio de tres agroecosistemas diversificados con el objetivo de la elaboración de un set de indicadores de sostenibilidad metodológicamente se utilizaron principios de investigación acción participativa (IAP) y se analizaron muestras de agua y suelo en laboratorio. Como resultado final se obtuvieron que los tres agroecosistemas muestran niveles de sostenibilidad altos.

Jarquín y Valenzuela (2020) En el departamento de Nueva Segovia se realizó un estudio de evaluación de cuatro agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.), a pequeños productores, este se realizó con el objetivo de ajustar una metodología para evaluar y comparar la resiliencia al cambio climático de los cuatro agroecosistemas conjugando indicadores que pudieran evaluar aspectos económicos, ecológicos y socio culturales. De acuerdo a la evaluación dirigida a los cuatro agroecosistemas y a los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que los cuatro agroecosistemas necesitan adoptar prácticas agroecológicas y prácticas agrícolas que permitan incrementar la biodiversidad y por ende el desarrollo sostenible.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación y fechas del estudio

El estudio se realizó en el agroecosistema El Progreso propiedad de Leonel Calero, está ubicado en Catarina, departamento de Masaya a 49 km de Managua. El agroecosistema se ubica en las coordenadas geográficas: 11.93007 ° latitud norte y -86.08826 ° longitud oeste, sobre una altura 520.36 metros.

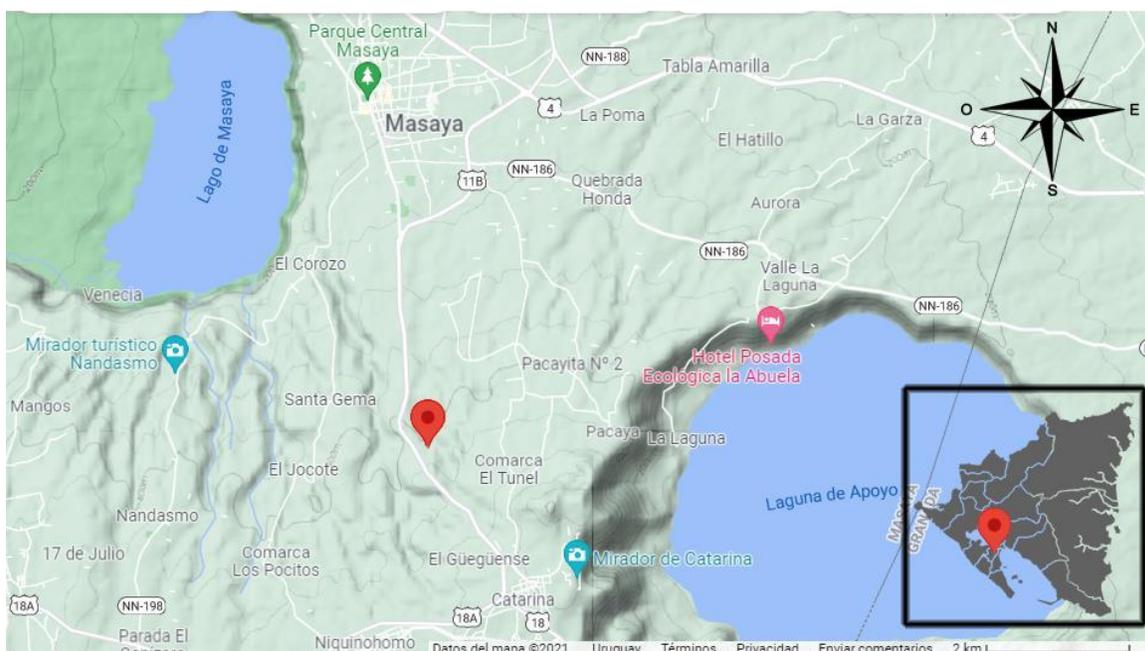


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio, finca El Progreso, 2022.

4.1.1 Clima del departamento de Masaya

Asociación de Municipios del Departamento de Masaya (2009) señala que:

“Según la clasificación de Köppen el área en estudio tiene dos variantes en el clima que va desde clima caliente a clima sub-húmedo, ligeramente lluvioso, sus temperaturas oscilan entre los 18 a 30 °C, con una precipitación anual de 1000 a 1700 mm” (p. 39).

4.1.2 Suelo del departamento de Masaya

Para García y Barrios (2000) los suelos de esa localidad descienden de cenizas emanadas por volcanes, siendo unos de los mejores suelos del país, con una textura franco - arenoso y arcilloso, habilitados como suelos meramente agrícolas.

“Son suelos oscuros, acorde a su definición etimológica, son suelos suaves, bien estructurados, no son duros ni masivos cuando secos enriquecidos por los altos contenidos de materia orgánica [...] su horizonte común es A-BT-C-R” (Ministerio Agropecuario y Forestal et al., 2015, párr. 9).

Se realizó una prueba de materia orgánica en los tres lotes del agroecosistema, tomado en cuenta cinco puntos por cada lote, extrayendo con un barreno los primeros 20 cm de suelo, luego se homogenizó para sacar una muestra compuesta. Los materiales utilizados fueron agua oxigenada y tres frascos de plástico. Para la valorización de los resultados de esta prueba se trabajó en base al cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación de la presencia de materia orgánica en el suelo del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021

| Categoría | Observación | Presencia de MO |
|------------------|--|------------------------|
| 1 | No se observa efervescencia, ni se escucha al oído | Nula |
| 2 | No se observa efervescencia, pero se escucha al oído | Baja |
| 3 | Se nota efervescencia claramente | Media |
| 4 | La efervescencia es rápida y sube lentamente | Alta |
| 5 | La efervescencia es rápida y sube rápido | Muy alta |

(García, 2017, p. 25)

4.2 Diseño de la investigación

La investigación es de tipo no experimental, transeccional y de enfoque mixto cualitativo-cuantitativo. Las actividades de investigación se desarrollaron en campo y laboratorio.

Hernández et al (2014) menciona que una investigación se lleva a cabo sin maniobrar a propósito las variables, en este se perciben los fenómenos que se dan en su contexto, en campo o en laboratorios para ser estudiados y analizados por los investigadores. Los diseños de investigación transeccional compilan información en un momento dado, su finalidad es describir las variables y analizar su comportamiento en instantes dados (Figura 2).

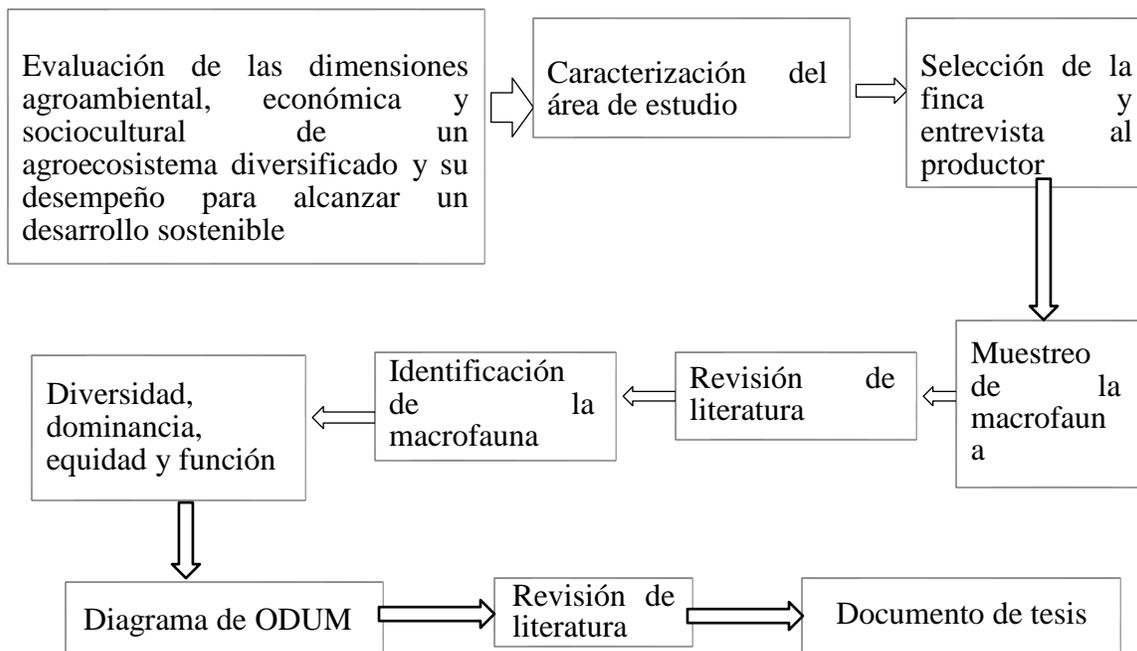


Figura 2. Diagrama de procesos empleado para la realización de la investigación, Masaya, 2021.

4.2.1 Diagrama de Odum

El manejo que se le da a la finca es completamente agroecológico, se realizan prácticas de conservación de suelo, rotaciones y diversificación de cultivos, el manejo a los cultivos es de manera orgánica, la siembra de cultivos es escalonada de manera tradicional con espeque; no se utiliza ningún tipo de maquinaria. La cosecha se hace manual. Los principales cultivos por cada lote se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Subsistemas que conforman el agroecosistema El Progreso

| Lote | Componente | Área (ha) |
|-------|---|-----------|
| 1 | Cítricos. Aguacate. Bambú. Tomate. Chiltoma. Chayote. Apio. Pepino. Cacao. Café. Mango. Caimito. Nancite. | 0.71 |
| 2 | Maíz, Frijol. Aguacate. Cítricos. Guayaba. Mango. Granadilla. Plantas ornamentales. Guanábana. Musáceas. Coco. Mango y Árboles maderable (laurel) | 0.33 |
| 3 | Cacao. Musáceas. Aguacate. Melocotón. Plantas ornamentales. Limón. | 0.31 |
| Total | | 1.35 |

Según el INIDE et al. (2013) en la finca El Progreso se pueden establecer los siguientes rubros: Frijol, ajonjolí, cebolla, maíz, malanga, melón, quequisque, sorgo, soja, yuca, banano, plátano, aguacate, mango, cítricos, chayote, etc.

4.2.2. Macrofauna edáfica

La macrofauna edáfica puede presentar una gran variabilidad en su tamaño, forma y funciones. La diversidad de la macrofauna funciona como indicador de la calidad de los agroecosistemas.

Rodríguez et al., 2021 afirma que:

La captura de macrofauna fue realizada en cinco puntos de muestreos circulares superficiales de 3.1416 m² y sustracción posterior de cinco monolitos de suelo, al centro de la circunferencia, por subsistema en cada agroecosistema. Cada monolito presentó dimensiones de 0.25 m (largo) x 0.25 m (ancho) x 0.30 m (profundidad) para un total de 15 monolitos. (p. 141)

Muestreo para determinar la macrofauna edáfica

Consideraciones que se tomaron en cuenta para efectuar el muestreo de macrofauna, se eligió el mejor momento para realizar el muestreo de la macrofauna en el agroecosistema, de 6 am a 10 am. Se realizó durante la época lluviosa, siendo la mejor época para la reproducción y observación de la macrofauna, debido a la humedad y disponibilidad de alimento. En este período se obtienen los mejores resultados para medir su biodiversidad, rol y funciones. El procedimiento empleado para el estudio de la macrofauna se llevó en nueve pasos (Figura 3).

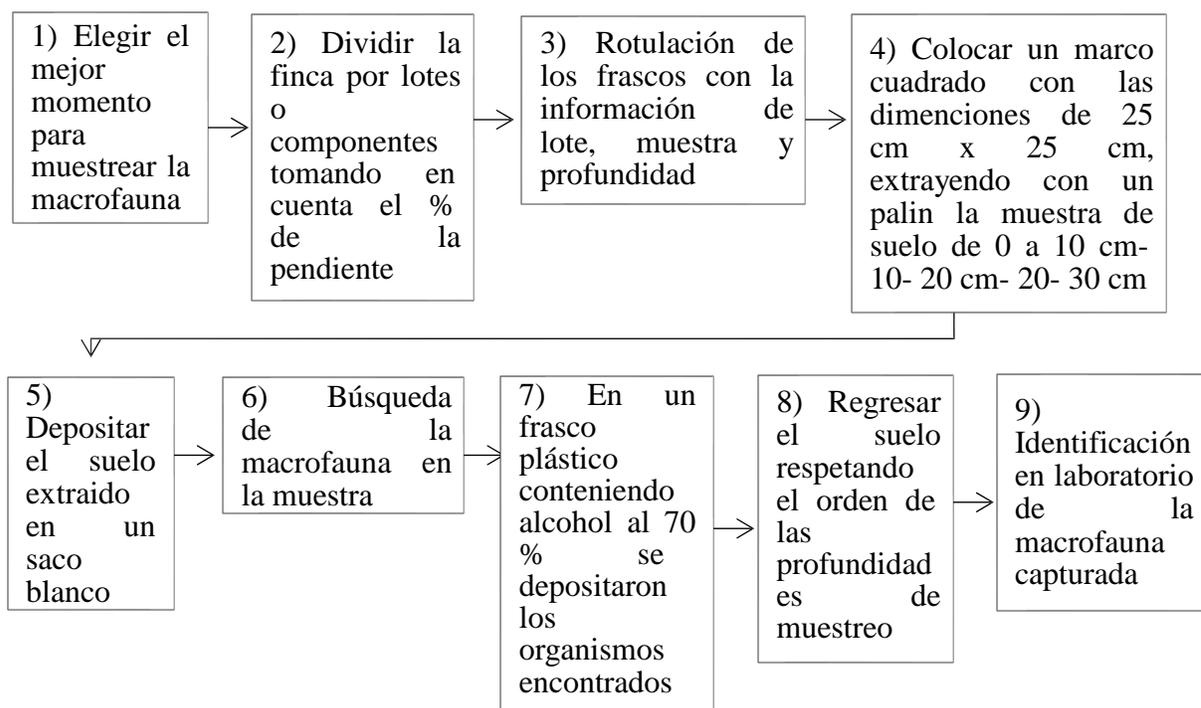


Figura 3. Pasos empleados para realizar el muestreo de macrofauna en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

Estando en el agroecosistema se procedió a dividir la finca en tres lotes según los siguientes criterios: 1. Pendiente (escoger la parte alta, media y baja del terreno). 2. Los lotes se dividieron por subsistemas según los rubros productivos obteniéndose tres lotes.

Se revisó la hojarasca y material en descomposición presente entorno a un metro cuadrado donde se efectuaron los otros muestreos, para buscar macrofauna huésped en la misma.

Para realizar el muestreo en cada subsistema se colocó una cinta métrica cuadrando las siguientes dimensiones de 25 cm x 25 cm en un sitio al azar, extrayendo la tierra con un palín, con muestra de suelo a la profundidad de 0-10 cm, luego de 10-20 cm y finalmente de 20-30 cm, depositando el suelo en sacos de 45.45 kg para poder extraer todos los organismos a simple vista por punto de muestreo.

En frascos de plástico conteniendo alcohol etílico al 70% se depositaron los microorganismos encontrados por muestreos, para luego trasladarlos al laboratorio donde fueron identificados. Cada frasco contenía la siguiente información: fecha del muestreo, localidad (Masaya), nombre de la finca (El Progreso), número de lote (1/2/3/4/5), número de muestra (1/2/3/4/5) profundidad del muestreo (Superficial/0-10 cm/10-20 cm/20-30 cm). El Muestro se realizó en tres sitios para completar 5 puntos de muestreo por subsistema con distanciamiento de 5 metros entre cada punto, ubicados diagonal aleatoriamente

La identificación de la macrofauna se realizó en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria, se ordenaron los frascos por la información de cada lote, luego se sacaron los insectos por frascos y se colocaron en platos petri para ser observados e identificados utilizando estereoscopio (Anexo 1). El manual que se utilizó para hacer la identificación fue Manuales de Identificación: Insectos arañas y otros artrópodos terrestres (Mc Gavin. G, 2000).

4.2.3 HESOFI

“Metodología que surgió en el 2015, diseñada para complementar a otras metodologías, esta fue adoptada por El Salvador y Honduras, que al mismo tiempo les permitió evaluar la sostenibilidad desde el punto de vista sociocultural, económico y agro-ambiental” (Altamirano et al., 2017, p. 17).

Salazar et al., (2017) afirma que:

HESOFI se compone de tres niveles de análisis. El primer nivel de análisis integra los criterios o dimensiones de la sostenibilidad (socio-político-cultural, económico y agro-ambiental). El segundo nivel de análisis engloba los componentes de cada criterio de la sostenibilidad en un nivel intermedio. El tercer nivel está formado por los indicadores de cada componente que permiten evaluar la situación de campo.

Los indicadores tratan los conceptos de la sostenibilidad y cada indicador corresponde a una pregunta que ayuda en la recolección de la información. Cada respuesta es medida con rangos que permiten evaluar el grado de sostenibilidad de la respuesta/indicador. (p. 17)

4.3 Manejo del estudio

El agroecosistema El Progreso trabaja con instituciones como MAONIC (Movimiento de Productoras y Productores Agroecológico y Orgánicos de Nicaragua), UNAG (Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos), junto con la UNA (Universidad Nacional Agraria), están en constante asesoramiento y capacitaciones.

Durante el estudio se realizaron tres visitas a la finca, estas se segmentaron distribuyendo las actividades a realizar, en la primera visita se estableció el patrón de trabajo con el productor, se levantaron las coordenadas de la finca y se aplicó una entrevista. La segunda visita se basó en muestreo de la macrofauna edáfica, materia orgánica y textura de suelo. La tercera y última visita se efectuó para determinar el área por rubros, altura de árboles y diámetro a la altura del pecho (DAP) de los mismos.

En los tres lotes del agroecosistema en los que se realizó el muestreo se emplean prácticas como: preparación del suelo (labranza mínima), incorporación de abonos orgánicos (compost y abonera, ceniza), chapoda manual, estos se agregan en todas las parcelas cultivadas.

La captación de agua se realiza en pila para luego regar los cultivos Chiltoma (*Capsicum annuum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L) y usos domésticos, las plagas y enfermedades fueron manejados con productos orgánicos aprovechando el material existente en la finca. En los cultivos perennes como: aguacate, cítricos, guayaba, mango, guanábana, nancite, melocotón, cacao son manejados con prácticas como la poda de formación, poda mantenimiento y poda de renovación.

4.4 Variables evaluadas

4.4.1 Variables utilizadas para la caracterización del agroecosistema

Variables climáticas

Temperatura y precipitación

Se diseñó un climograma de los últimos 10 años, para ello se ubicaron las coordenadas del agroecosistema El Progreso, las cuales están dadas en latitud y longitud, luego se seleccionó el período del 2011 al 2021, con salida de los datos en formato CSV para que estos sean exportados a Excel.

Se seleccionaron las variables temperatura y precipitación, seguidamente se descargó el archivo en CSV (valores separados por comas) y se generó una base de datos en Excel con información de las temperaturas y precipitación de los últimos 10 años, con la base de datos se realizaron tablas dinámicas con las que se creó un climograma para interpretar el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones de la última década.

Variable del componente productivo

Número de rubros productivos y área por rubro

Se realizó haciendo un recorrido por la finca y una entrevista al productor para determinar la cantidad de rubros existente en la finca.

Altura de la planta (cm)

Se tomaron 10 árboles por cada rubro (cítricos y aguacates) seleccionados al azar dentro del agroecosistema. Para determinar la altura de los árboles se utilizaron técnicas de dasometría y la aplicación Measure Height para medir la altura de la copa del árbol.

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

El DAP se midió a 1.3 m sobre el nivel del suelo, la herramienta que se empleó fue una cinta métrica obteniendo la longitud de la circunferencia y transformándola a diámetro.

Número de frutos por árbol

Se empleó una encuesta para determinar cuáles son los rubros más productivos y su aporte a la economía de la familia.

Flujo de energía y nutrientes del agroecosistema El Progreso

Se aplicó una entrevista al productor para conocer las principales entradas y salidas en el agroecosistema, posteriormente se realizó un recorrido por las diferentes áreas cultivadas.

4.4.2 Variables utilizadas para en el análisis de macrofauna

Las variables utilizadas para el análisis de la macrofauna son las siguientes:

Abundancia

La abundancia corresponde al número de individuos pertenecientes a una familia taxonómica. Se realizó un conteo por muestra superficial, 10 cm, 20 cm y 30 cm para hacer una sumatoria por familia en cada subsistema.

Diversidad, dominancia y equidad

Se aplicó el índice de Rényi donde se destacaron los aspectos más importantes como la diversidad alfa: la riqueza de especies, la equidad y la dominancia. Se separaron los números de taxones según su clase, orden y familia, por lote, en cada uno de su estrato, superficial, de 10 cm, 20 cm y 30 cm. Utilizando bases de datos en Excel e Infostaf para obtener medidas de tendencia central.

Función

“La función principal es la descomposición de restos vegetales y animales, la modificación de la estructura del suelo con la actividad de producir poros y la producción de coprolitos” (Gracey, 2010, p. 9).

La función de la macrofauna encontrada fue determinada a partir de una revisión de literatura.

4.4.3 Variables de HESOFI

Situación de la dimensión sociocultural del agroecosistema

Se aplicó una entrevista a la familia productora para conocer la situación actual del agroecosistema.

Situación de la dimensión económica del agroecosistema

Se realizó mediante una entrevista a la familia productora, también se realizó una observación para determinar el desarrollo y dinamismo en el agroecosistema.

Situación de la dimensión ambiental del agroecosistema

Se aplicó una entrevista a la familia productora en horario de medio día para conocer la situación ambiental actual del agroecosistema. Se hizo un recorrido para observar la situación actual de los componentes del agroecosistema.

4.5 Análisis de los datos

El análisis de los datos de los factores ambientales y componentes productivos se realizó utilizando estadística descriptiva, los resultados se presentan en gráficos de barras. Se realizó un análisis tipo ODUM.

Para la representación de la clasificación de la macrofauna, diversidad, dominancia y función se presentan en gráficos radiales y se realizó un índice de Rényi, se representará en gráficos de barra y línea.

4.5.1. Índice de Rényi o diversidad alfa

$$H \propto (P) = \frac{1}{1-\alpha} \ln \sum_{i=1}^n p_i^\alpha$$

Donde α = orden de diversidad (0 a infinito); p_i = frecuencia de la especie i .

Partiendo de los datos de abundancia de los individuos colectados se calculan los perfiles de Rényi para cada una de los sub sistemas y agroecosistemas Rényi, (1960).

Gómez (2008) afirma que:

El índice de diversidad de Rényi que depende de los valores de alfa, se comporta de la manera siguiente: cuando alfa es igual a 0, el índice da el valor observado de la riqueza de especies; alfa es cercano a 1 el perfil se comporta como el índice de Shannon-Weaver(uniformidad); alfa es igual a 2 se comporta como el índice de Simpson (dominancia); para valores infinitos muy grande se comporta como el índice de Berger-Parker (equidad) (p. 18).

4.5.2. Índice de distancia de Bray-Curtis o diversidad beta

“El índice de Bray-Curtis, es una medida de disimilitud que enfatiza la importancia de especies que se tiene en común entre los sitios de muestreo” (Caranqui, 2015, p. 96). Los valores de diversidad beta oscilan entre 0 y 1, donde 1 significa que los dos sitios tienen la misma composición (es decir que comparten todas las especies), y 0 significa que los dos sitios no comparten ninguna especie (Bray & Curtis, 1957. p. 328).

$$Bray - Curtis = D = 2 \frac{\sum_{i=1}^s \min(a_i, c_i)}{\sum_{i=1}^s (a_i + c_i)}$$

Dónde: $\min(a_i, c_i)$ = la abundancia mínima de la especie “i” entre las comunidades “a” y “c”. $(a_i + c_i)$ = la suma de las abundancias de la especie “i” en las comunidades “a” y “c”.

Para determinar el grado de disimilitud se asignaron diferentes rangos disimilitud alta (0.1-0.33), intermedia (0.34- 0.66) y baja (0.67-1).

La determinación de los datos obtenidos asociados a los factores socios culturales, económicos y agro ambientales se llevó a cabo con un análisis descriptivo con gráficos radiales y de barras, elaborados en Excel que muestran el estado actual de las dimensiones. Se aplicaron diferentes metodologías y herramientas como HESOFI.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización del agroecosistema

“La caracterización de los agroecosistemas a través del paisaje es una herramienta rápida para conocer su condición actual, y valoriza la información para la toma de decisiones del manejo sustentable de los recursos naturales de la región” (Sabattini et al., 1999, párr. 1).

5.1.1. Prueba de materia orgánica

“La materia orgánica del suelo juega un papel especial en la calidad del suelo puede influir en otras propiedades del suelo tales como estructura y disponibilidad de carbono y nitrógeno. La evaluación de la materia orgánica es un paso importante para caracterizar la calidad general del suelo” (Gregorich et al., 1984, párr. 1). Se realizó una prueba de materia orgánica en cada uno de los tres lotes del agroecosistema y de acuerdo con la escala de valores del Cuadro 1. Se determinó que la presencia de materia orgánica en los tres lotes es muy alta alcanzando el máximo valor 5 (Anexo 2).

5.1.2. Variables climáticas

Masaya tiene un clima tropical. Los veranos en el departamento tienen una buena cantidad de lluvia, mientras que los inviernos tienen muy poco. El clima se clasifica como Aw por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura promedio en Masaya es 25.8 °C. La precipitación aproximada es de 1 185 mm. (INETER, 2021, párr. 2).

El climograma de precipitación y temperatura de la finca El Progreso indica, que, en el año 2011 la mayor cantidad de precipitación ocurrió en el mes de octubre con un promedio de 447.48 mm, seguido por el mes de julio con promedio de 334.66 mm. El mes con precipitaciones más bajas fue enero con 0.22 mm. Las temperaturas a lo largo del año 2011 oscilaban desde los 25 °C a los 30 °C, alcanzándose el nivel más alto en el mes de abril, seguido por marzo y mayo (Figura 4), las temperaturas más bajas del año se producen de junio a diciembre. Por otra parte, en el año 2021 los meses que se destacaron con mayor promedio de precipitación fueron de junio a septiembre, siendo el mes de junio el más destacado con mayor promedio de precipitación con 431.73 mm. Las temperaturas oscilaban de 25 °C a 29°C, los meses más calurosos fueron marzo abril y mayo ver Figura 4. El mes más fresco fue septiembre con un promedio de 26.64 °C.

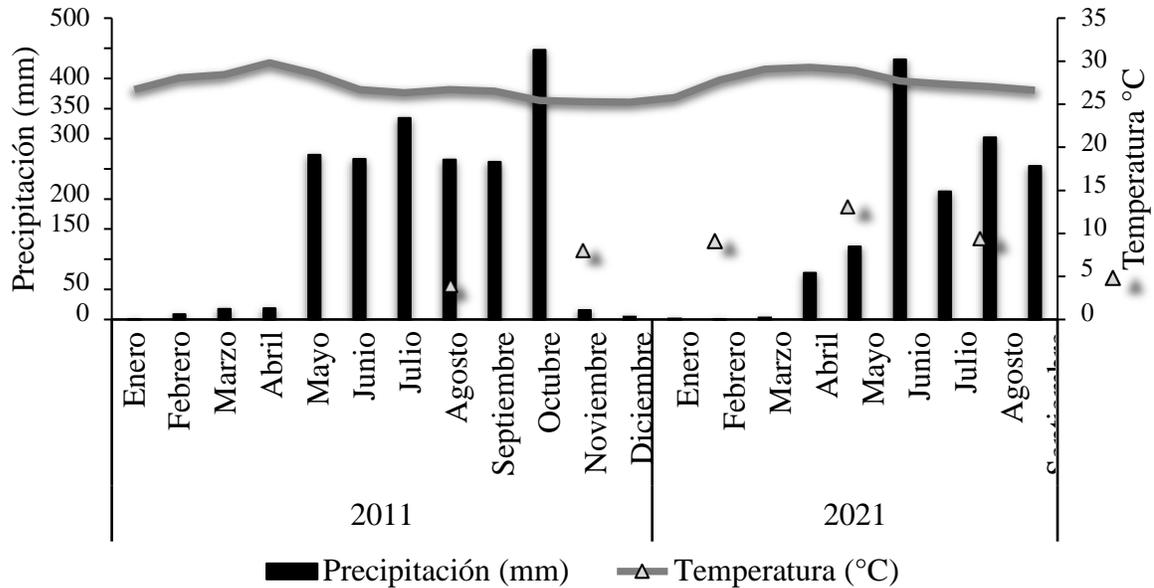


Figura 4. Comportamiento de los parámetros de temperatura y precipitación de los años 2011 y 2021, agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya.

5.2 Diagrama de ODUM

“Uno de los pilares para el logro de una agricultura sustentable, es el diseño de los agroecosistemas basado en fortalecer la agrobiodiversidad” (Gargoloff, 2018, p. 9). “De este modo su estructura y función expresan las decisiones que toma la familia y se operacionaliza en cada práctica de manejo que involucra, estas decisiones del sistema social que es la familia” (Cruz-Bautistan et al 2019, p. 716). Sarandon, 2002 constituye una práctica exitosa para lograr que se mantenga el equilibrio biológico entre cultivos, animales y la familia productora (p. 21).

La familia productora juega un papel muy importante en el diseño y manejo en el agroecosistema. La producción obtenida es destinada al auto consumo y la comercialización. Los subsistemas de mayor importancia, son aguacate y cítricos, estos cultivos representan la principal fuente de ingresos económico de la unidad productiva. A mayor altura y diámetro del tallo de las plantas, mayor es la cantidad de frutos producidos por árbol.

Se hacen siembras escalonadas con los cultivos pipianes (*Cucúrbita argyrosperma* H.), granadilla (*Passiflora ligularis* J.), chiltoma (*Capsicum annuum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), apio (*Apium graveolens* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) para obtener los mejores precios del mercado. Existe un pequeño reservorio de agua utilizado para el riego de tomate y chiltoma, la abonera es un almacenamiento de energía, esta es distribuida a los cultivos tomate, chiltoma, flores (Figura 5).

“Un factor que vincula la agricultura y la alimentación y que se relaciona con la sostenibilidad de dicho vínculo, es el flujo de nutrientes” (Fernández et al., 2016, p. 19). Según Magdoff *et al.*, 1997; Bouwman et al., 2009 los consumidores (plantas) extraen los nutrientes del suelo para su desarrollo, floración y fructificación, estos nutrientes salen del agroecosistema como los productos cosechados de los cultivos. Los cambios en los ciclos de nutrientes globales han tenido efectos tanto positivos como negativos. El mayor uso de fertilizantes nitrogenados y fosfatados ha permitido producir los alimentos necesarios para sustentar a la población humana en rápido crecimiento (Galloway, y Cowling. 2002, p. 64)

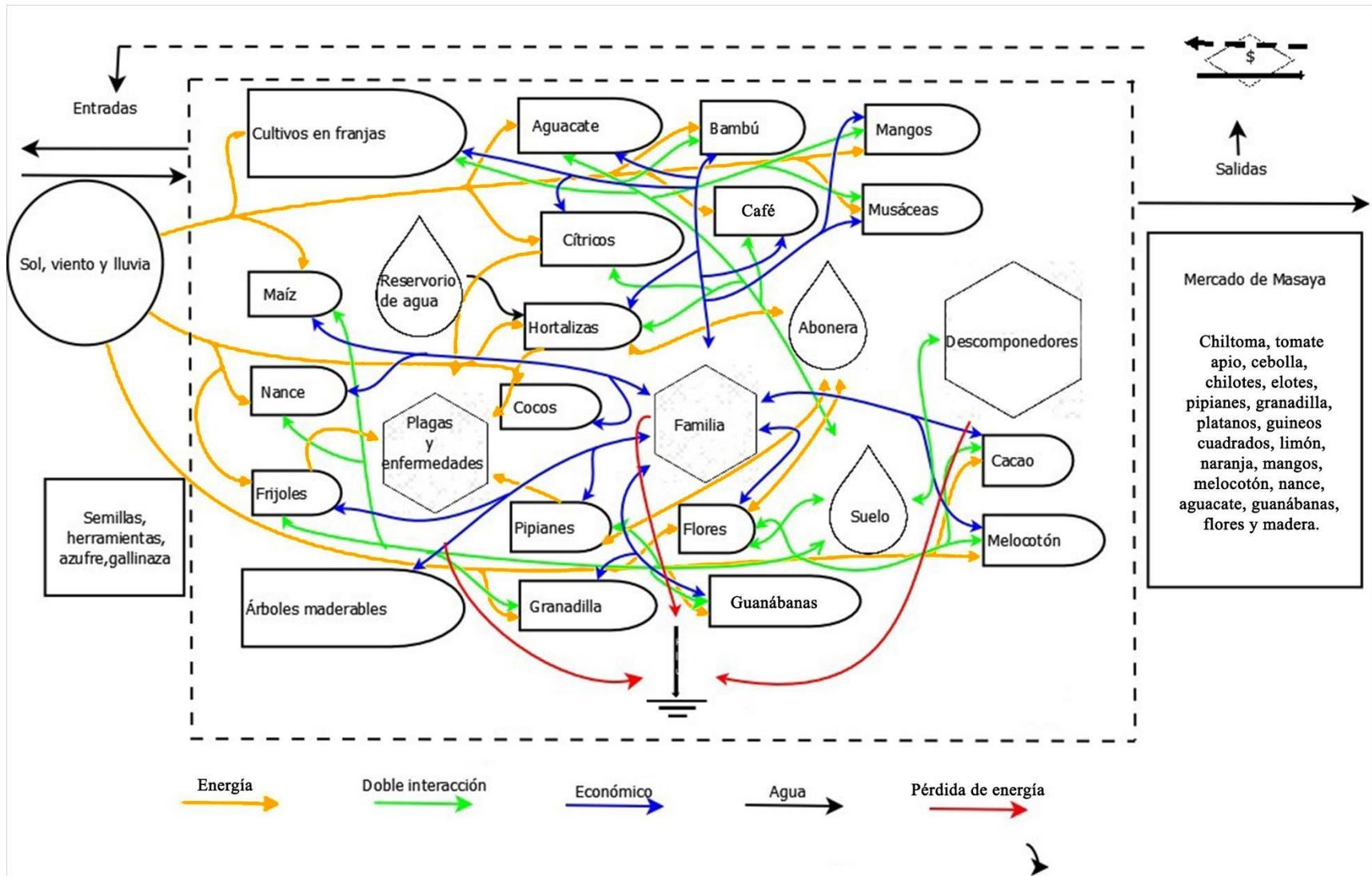


Figura 5. Diagrama de ODUM del agroecosistema El progreso, Catarina, Masaya, 2021.

Existe un flujo de energía y nutrientes entre los componentes del agroecosistema. La pérdida de energía en el agroecosistema se da de forma calórica, siendo las principales fuentes de pérdidas son la familia, plagas, enfermedades y descomponedores. El ciclaje de los nutrientes se ve afectado por la familia, influyendo directamente en los costos de producción y rendimientos de los componentes del agroecosistema. La familia es un consumidor debido a que destina parte de la producción para su auto consumo.

El flujo de energía en agroecosistema comienza cuando las plantas capturan la energía lumínica y la transforman en energía química, a su vez esta pasa a través de los sucesivos consumidores y finalizando por la pérdida de entropía. “Los agroecosistemas para aumentar la productividad necesitan fuentes auxiliares de energía como la fuerza de trabajo humano, animal y de maquinaria, combustibles fósiles e insumos” (Zerbino y Leoni, 2004, p. 8)

5.3. Análisis de la macrofauna edáfica

La macrofauna edáfica está constituida por organismos que pasan parte de su vida sobre la superficie del suelo. Para vivir en él, estos organismos han tenido que adaptarse a un ambiente compacto, con baja concentración de oxígeno y luminosidad, pocos espacios abiertos, baja disponibilidad y calidad de alimento (Lavelle *et al.*, 1992, p 173). Según (Primavesi, 1982), los agroecosistemas manejados con enfoque agroecológico producen un ambiente con temperatura y humedad adecuada y una considerable biomasa radicular que proporciona mayor disponibilidad de alimento y refugios.

5.3.1. Perfiles de Rényi de la biodiversidad alfa a nivel de clases taxonómicas de la macrofauna edáfica

De manera general se encontró un total de 6 clases diferentes en los tres lotes muestreados. El lote tres se presenta superior en comparación a los otros lotes en la escala de valores alcanzados según Rényi cuando alfa es igual a 0, la riqueza específica es mejor en lote tres alcanzando un valores de 1.8 en la escala de Rényi, en el lote uno y lote dos la riqueza específica es exactamente la misma cuando alfa es igual a 0 y con un valor de 1.6 en la escala de Rényi (Figura 6), comportándose como el índice de Shannon-Weaver (uniformidad).

Se observa mejor uniformidad en el lote tres cuando alfa es cercano a 1 encontrándose 6 clase, seguido por el lote (uno y dos) con 5 clases cada uno,

El perfil de biodiversidad cercano a dos según Rényi se comporta como el índice de Simpson (dominancia) en el lote tres existe mayor dominancia que en el lote (dos y uno), el lote uno se muestra con una dominancia superior al lote dos. Para valores de dos en adelante se comporta como el índice de Berger-Parker (equidad), en términos prácticos en la figura 6 se observa mejor equidad en el lote tres, seguido por el lote uno. Esto se atribuye a que en el momento del muestreo de macrofauna el lote dos el suelo se mostraba sin cobertura, debido al uso excesivo de chapoda por parte del productor.

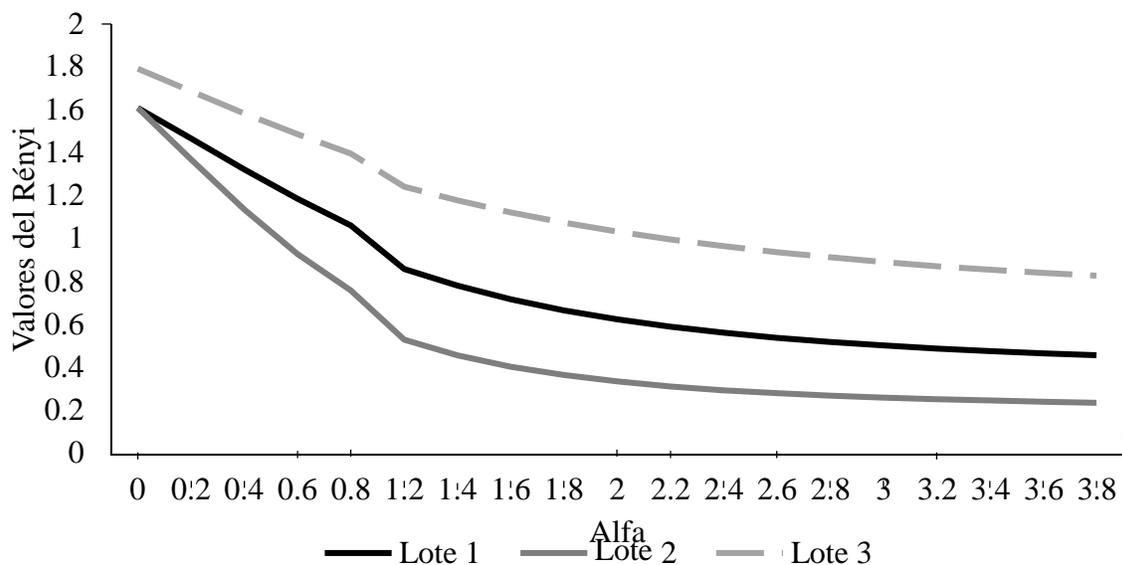


Figura 6. Perfiles de biodiversidad alfa según Rényi comparando las clases taxonómicas de macrofauna en tres lotes del agroecosistema El progreso, Catarina, Masaya, 2021.

En relación al sistema del agroecosistema El Progreso con enfoque agroecológico, resultados análogos son reportados por Brévault *et al.*, (2007), en su estudio realizado sobre “Impacto de una estrategia de manejo del suelo de labranza cero con mantillo en las comunidades de macrofauna del suelo en un sistema de cultivo de algodón” registraron mayor índice de diversidad de organismos en sistemas sin labranza y con cobertura de mantillo, generándose así las condiciones que propician una diversidad de sustratos e influyen en el desarrollo de varios grupos de macrofauna edáfica.

5.3.2 Índice de Rényi de biodiversidad a nivel de orden taxonómico de macrofauna

Según Brown *et al.* (2004) existe mayor riqueza y abundancia de comunidades de invertebrados en suelos con arreglos agroforestales comparado con suelos en pasturas, ésta diferencia se debe al aporte de hojarasca de las especies arbóreas, lo que favoreció el microclima y es fuente de energía y nutrientes para la microfauna. Las prácticas de manejo empleadas en el agroecosistema como rotación de cultivos, no quema, obras de conservación de suelo favorecen las condiciones necesarias para la presencia y reproducción de la macrofauna.

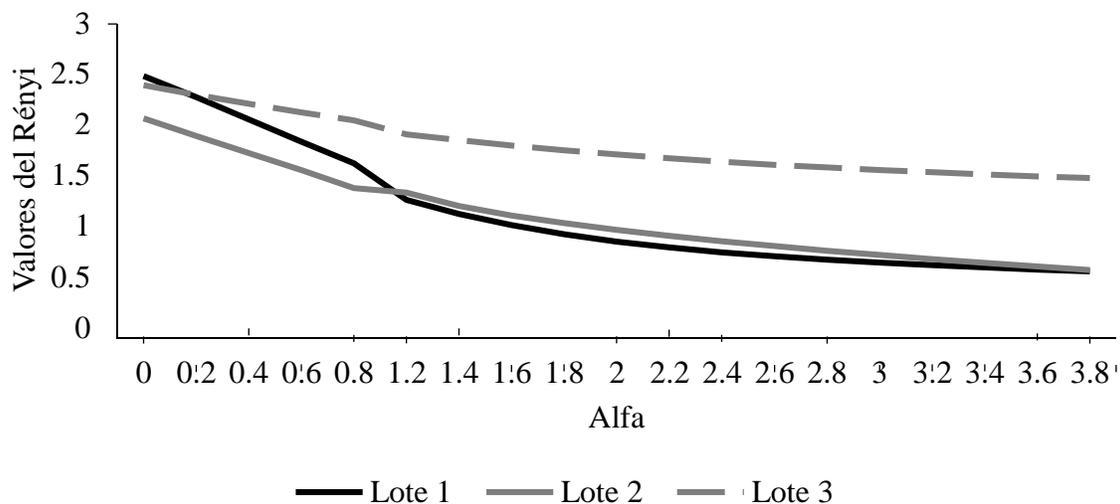


Figura 7. Índice de Rényi de biodiversidad a nivel de orden taxonómico de macrofauna en tres lotes del agroecosistema El progreso, Catarina, Masaya, 2021.

La diversidad taxonómica de los órdenes encontrados, se asocia directamente al tipo de manejo de la finca en cada uno de sus lotes, en total se identificaron 19 órdenes.

De acuerdo con los valores alcanzados en la escala de Rényi corresponden a 2.5 para el lote uno y 2.4 el lote dos cuando el alfa es 0, la riqueza específica para los tres lotes es desigual (Figura 7), presentando mayor diversidad de ordenes el lote, debido a que en este lote se encontraron 13 órdenes, seguido por el lote tres con 11 y el lote dos presentó una cantidad de 9 órdenes entre estos se destacan Hymenoptera con 74 número de insectos y Blattoidea con 51,. Cuando alfa es cercano a 1 se comporta como el índice de Shannon-Weaver (uniformidad) el lote tres presentó una uniformidad superior al lote uno y dos. El lote uno y tres se comportan con similitudes en su uniformidad con valores cercanos a 1.8 en la escala de Rényi. El perfil de biodiversidad cercano a dos según Rényi se comporta como el índice de Simpson (dominancia), existe una dominancia superior en el lote tres, en comparación al lote uno y lote dos. Para valores de dos en adelante se comporta como el índice de Berger-Parker (equidad). En la Figura 7 se observa que el lote tres se muestra más equitativo que el lote uno y dos.

Según (Primavesi, 1982), los agroecosistemas manejados con enfoque agroecológico producen un ambiente con temperatura y humedad adecuada y una considerable biomasa radicular que proporciona mayor disponibilidad de alimento y refugios.

La mayor cantidad de ordenes pertenecientes la macrofauna se encontró sobre la superficie del suelo, en estudios realizados por Zaldívar *et al.*, (2009) “Efecto de la vegetación sobre la biodiversidad de macroinvertebrados del suelo en ecosistemas ganaderos” afirma que esto es debido al mayor aporte de hojarasca en la parte superficial incidiendo de esta manera en la formación de un hábitat más propicio para el desarrollo de la macrofauna edáfica. Rodríguez y Crespo, (2009) en su estudio concluyeron que la diversidad de la macrofauna se debe, a una mayor diversidad vegetal, mayor cantidad de hojarasca y un microambiente favorable para la actividad de la misma.

5.3.3 Perfiles de Rényi de la diversidad alfa a nivel de familias taxonómicas de la macrofauna edáfica

La diversidad taxonómica de las familias encontradas, corresponde al sistema de manejo agroecológico de la finca en cada uno de sus lotes, en los cuales se identificaron un total de 29 familias. Los valores alcanzados para Rényi cuando alfa es cero, correspondieron a tres en la escala de Rényi con los lotes 1 y 3. La riqueza específica de las familias para los lotes uno y tres es similar, presentando mayor número de familias el lote uno con 18 y el lote tres con 16 familias. Cuando en los perfiles de Rényi alfa es cercano a uno se comporta como al índice de Shannon-Wiener manifestando mayor uniformidad de las familias el lote tres con valores próximos a 2.7 en la escala de Rényi (Figura 8).

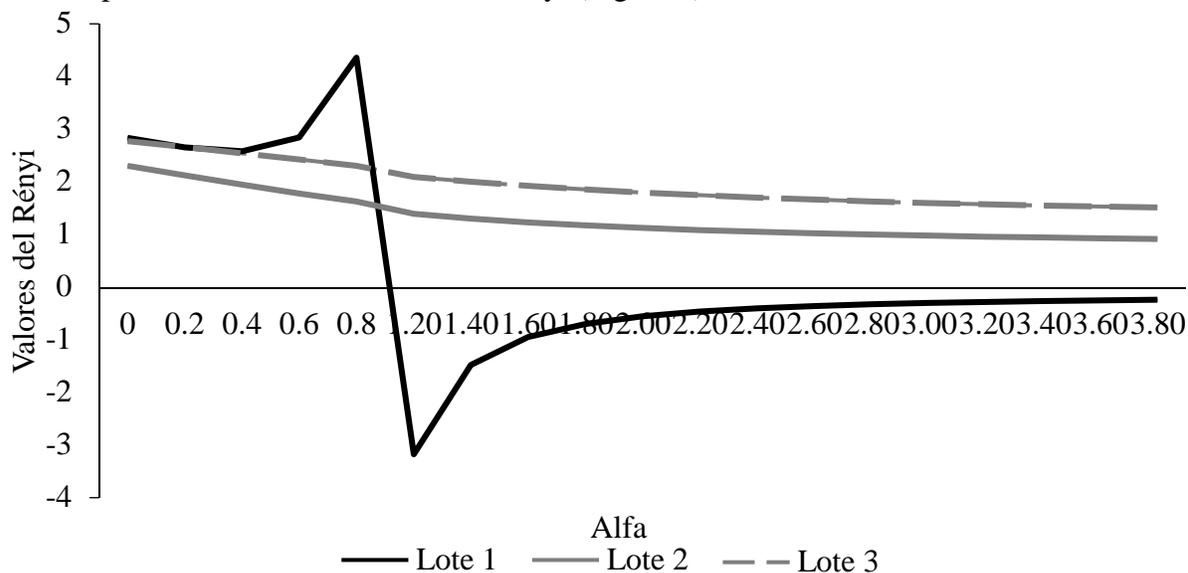


Figura 8. Índice de biodiversidad según Rényi para las familias encontradas en los tres lotes del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

Cuando alfa es cercano a uno esta ecuación no es capaz de explicar el comportamiento del lote uno respecto a los otros lotes. La razón por la que se muestra una discrepancia en el comportamiento de los perfiles se debe a que la familia Formicidae tuvo mayor número de individuos, esta familia taxonómica está presente en los tres lotes del agroecosistema, pero con una menor frecuencia en lote dos y lote uno.

Las hormigas son insectos eusociales lo que las convierte en una especie abundante. López y Fidel (2010) “las hormigas se encuentran en todos lados, incluso en los ambientes más perturbados y sólo están ausentes en las regiones con glaciares permanentes y los cuerpos de agua” (p. 1). Escárraga M. y Guerrero R. (2014) “estos insectos son un componente sobresaliente de la biodiversidad terrestre, reconociéndose una cifra superior a las 13 000 especies, un número que posiciona a esta familia de insectos como un taxón hiperdiverso” (p. 5).

Se efectuó una búsqueda de literatura basada en estudios similares, no fue posible encontrar antecedentes documentados científicamente que den un seguimiento al comportamiento de los perfiles de Rényi en el comportamiento de la macrofauna.

5.3.4. Índice de disimilitud a nivel de clases taxonómicas en el agroecosistema

“La biodiversidad de un ecosistema puede abordarse desde distintas perspectivas: variabilidad genética dentro de poblaciones de seres vivos, diversidad de especies, heterogeneidad en los hábitats, etc” (Ferriol y Merle, 2012, p. 2). Whittaker (1960) “la diversidad beta cuantifica qué tan diferentes son dos conjuntos de especies de dos localidades” (p. 321).

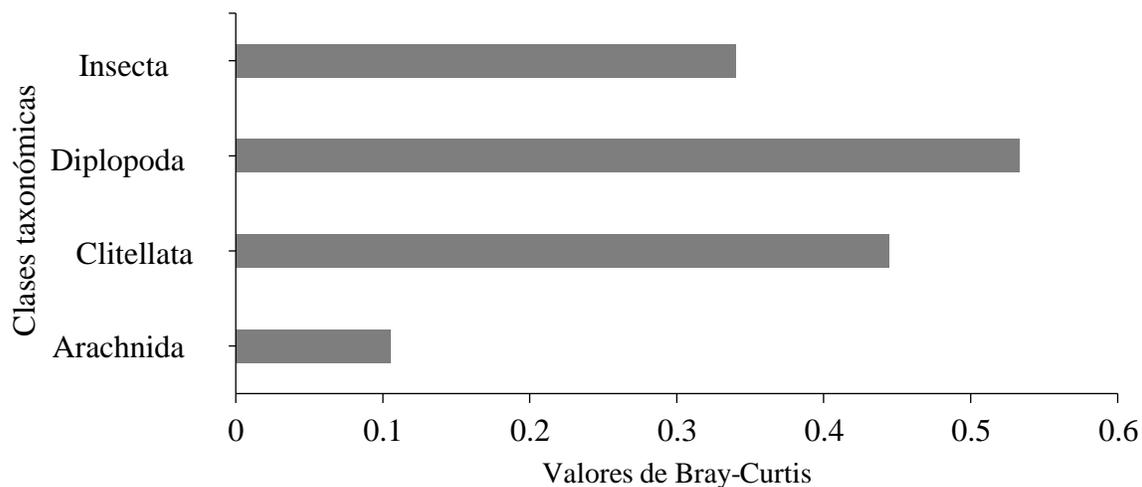


Figura 9. Índice de disimilitud según Bray-Curtis a nivel de clases taxonómicas para los organismos encontrados en los tres lotes del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

En la Figura 9 se evidencia que tan disimiles son las clases encontradas en los tres lotes del agroecosistema El Progreso.

La clase, Diplopoda, se encuentra con menos disimilitud, categorizándose con disimilitud intermedia alcanzando los valores más cercanos a uno (0.53). Esta clase presentó mayor homogeneidad en cuanto a presencia de organismos por lotes, con una ligera diferencia de uno y dos organismos en comparación con cada lote. El lote tres con cinco individuos, seguido por el lote uno con cuatro individuos y posterior, el lote dos con tres individuos.

La Clitellata se encuentra con disimilitud intermedia, indicando que su presencia se encuentra en los tres lotes muestreados, con mayor dominancia en el lote tres con ocho individuos, seguido por el lote uno con seis individuos posteriormente el lote dos con cinco individuos.

La clase Insecta se presentó con rangos de disimilitud alta, manifestándose en los tres lotes, obteniendo valores más altos en el lote uno y dos. Esta clase muestra mayor número de individuos por lote, con respecto a las otras clases, su discrepancia en cantidad de insectos de macrofauna por lote es mayoritario.

Arachnida se exhibe con disimilitud alta, resultando ser la más disímil. Esta clase se encontró en los tres lotes, pero con menor incidencia con respecto a las otras clases encontradas. Se encontró mayor presencia en el lote uno con 13 individuos y lote tres con cinco individuos, por debajo estos valores se muestra el lote uno con un individuo encontrado perteneciente a misma.

La composición de especies en un ecosistema presenta variaciones a lo largo de gradientes altitudinales, esto permite explicar patrones de composición y riqueza específica (MacCoy, 1990 p. 313-314). Herradora y Galeano (2017) en su estudio encontró resultados similares donde las clases que presentan una intermedia disimilitud son: Arachnida, Chilopoda y Diplopoda.

5.3.5. Índice de diversidad beta a nivel de órdenes taxonómicos en el agroecosistema El Progreso 2021

La riqueza y distribución de los órdenes taxonómicos de los organismos de macrofauna puede estar determinado fundamentalmente por el mayor número de árboles en el lote uno. “La presencia del estrato arbóreo en este tipo de sistemas provee sombra que mejora las condiciones microclimáticas del suelo, al disminuir la acción erosiva de los vientos, el sol, conservar la humedad y disminuir la temperatura edáfica” (Rodríguez et al. 2000, párr. 4).

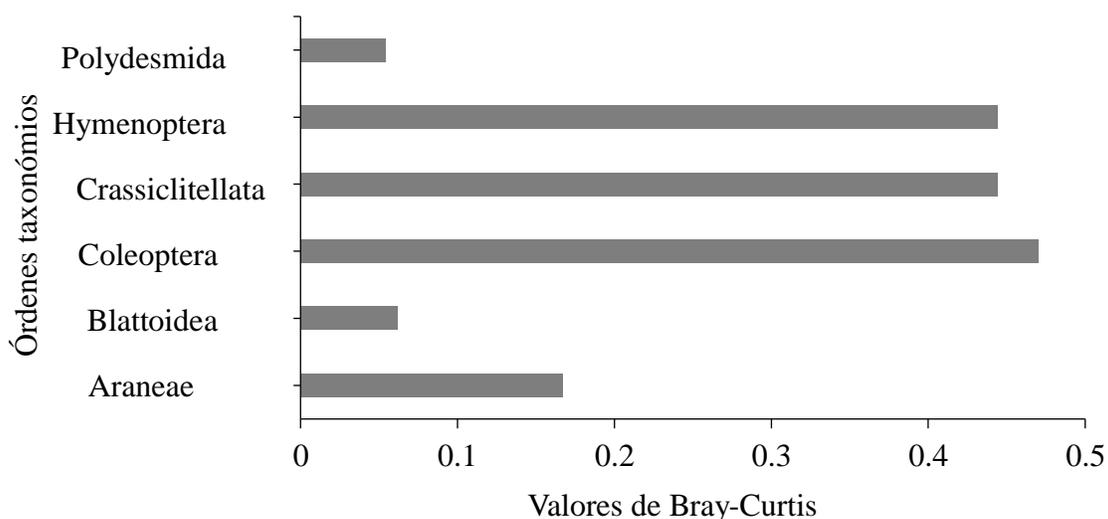


Figura 10. Índice de disimilitud a nivel de órdenes taxonómicos de macrofauna en tres lotes del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

La disimilitud entre los órdenes taxonómicos de macrofauna encontrados en los tres lotes del agroecosistema diversificado El Progreso se muestran en la Figura 10. Los órdenes que presentan una disimilitud intermedia de acuerdo con la valorización alcanzada son: Coleoptera (0.47), Crassiclitellata (0.44) y Hymenoptera (0.44) esto indica que la presencia de estos ordenes en cuanto a número de organismos se comportaron ligeramente homogéneos. Los órdenes taxonómicos que comparten una alta disimilitud son: Araneae (0.16), Blattoidea (0.06), Polydesmida (0.05) cabe destacar que esto puede estar asociado a las actividades de manejo que el productor estaba dando al lote uno y lote dos, debido a que estos estaban chapeados.

Zerbino, (2005), afirma que la riqueza, diversidad y equitativita de las comunidades de la macro fauna del suelo, variaron de acuerdo a la intensidad y frecuencia de perturbación, cantidad y calidad de los recursos del sistema.

5.3.6. Índice de diversidad beta a nivel de familias taxonómicas en el agroecosistema El Progreso 2021

Whittaker (1960) “La diversidad total de especies de una región es el resultado de la combinación de la diversidad a nivel local, diversidad alfa, y de la disimilitud en la composición de especies entre comunidades y diversidad beta”(p. 329).“Los insectos forman una parte importante de la diversidad biológica, son considerados indicadores de heterogeneidad de los hábitats, de la diversidad de los agroecosistemas y de su nivel de intervención agrícola o de estrés ambiental” (García *et al.*, 2015, p. 755).

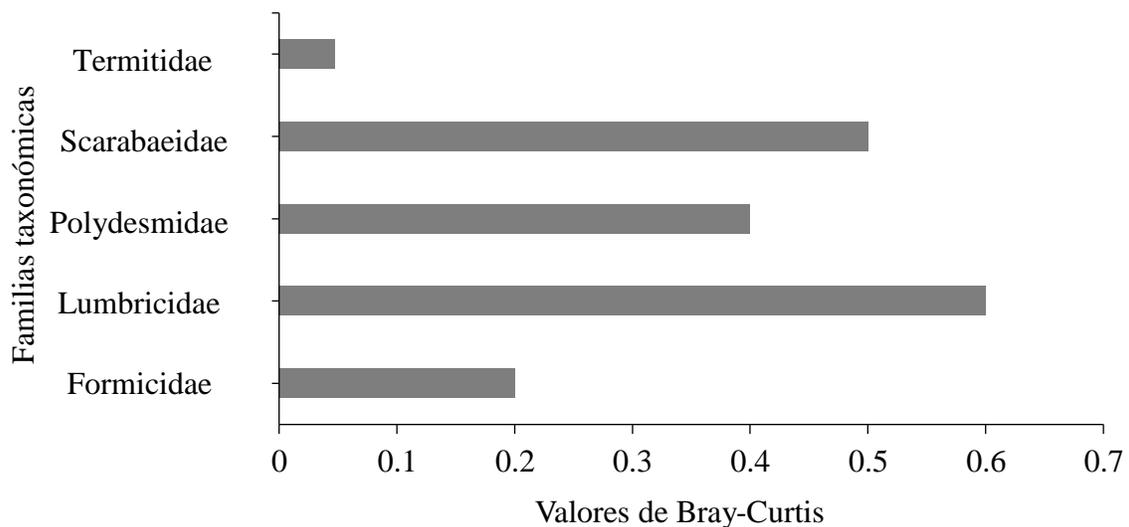


Figura 11. Índice de diversidad beta comparando las familias taxonómicas encontradas en tres lotes del agroecosistema El progreso, Catarina, Masaya, 2021.

En la Figura 11 se evidencia los valores alcanzados por cada familia siendo Lumbricidae (0.6) la que presenta disimilitud baja debido a que es la familia de taxones con la valorización más cercana a uno. Scarabaeidae (0.5) y Polydesmidae (0.4) presentaron disimilitud intermedia, por otra parte, las familias Formicidae (0.2) y Termitidae (0.04) se mostraron con disimilitud alta.

En estudio realizado por Chavarría y Martínez (2017) demostraron que: la presencia de macrofauna es mayor en el agroecosistema con presencia de cobertura vegetal, producto del rastrojo y manejo de los cultivos, por otra parte, mencionan que la macrofauna edáfica disminuye por la intensidad y frecuencia de las perturbaciones agrícolas que se ocasionan en los agroecosistemas.

5.4. Rol y función de la macrofauna

“La macrofauna edáfica desempeña un papel primordial en el ecosistema, debido a que sus funciones están íntimamente relacionadas con los principales procesos que ocurren en el suelo” (Sánchez y Reinés, 2001, p.8). Huhta et al., (1994) Son responsables de los procesos de mineralización, humificación contribuyendo al ciclaje de nutrientes y materia orgánica.

Cabrera (2012) menciona que:

Los sistemas productivos con elementos arbóreos presentan una riqueza de grupos y una abundancia de la macrofauna comparables con las de ecosistemas naturales, como los bosques, debido a la mayor disponibilidad de recursos para el refugio y la alimentación de la edafofauna. (p. 8).

De acuerdo con los hábitos alimenticios de la macrofauna se puede agrupar en las siguientes categorías (Cuadro dos).

5.4.1. Depredadores

Uno de los principios de actuación más destacables del cultivo ecológico es el de buscar que las plagas sean controladas por sus predadores y parasitoides naturales (Cañellas, et al., 2005, p.1). Jiménez (2009) “los depredadores buscan, capturan y devoran presas. A menudo necesitan varias presas para completar su desarrollo y en general tanto adultos como inmaduros son carnívoros” (p.57). El mayor número de organismos depredadores colectados en el agroecosistema corresponde al lote uno, con un total de 14 familias predatoras. Cabe mencionar que se encontraron tres familias de depredadores pertenecientes al grupo de las arañas. “Las arañas son artrópodos que constituyen el séptimo grupo en riqueza específica conocida a nivel mundial con unas 42.055 especies descritas hasta la actualidad” (Platnick, 2011, párr. 4).

Benamú (1999) menciona que “las arañas (Arachnida, Araneae) son depredadoras de gran importancia, que contribuyen a disminuir las poblaciones de insectos fitófagos en los diferentes cultivos” (p. 154).

5.4.2. Detritívoros

Cabrera (2012) menciona que “los detritívoros son insectos que viven en la hojarasca, en la superficie e interior del suelo. Intervienen en la descomposición de la materia orgánica y se encargan de la trituración de los restos vegetales y animales que componen la hojarasca” (párra 3). La mayor diversidad de familias de detritívoro mostro más abundante en el lote uno predominando la familia Polydesmidae con nueve insectos, seguidamente de Styloniscidae que fue el segundo alcanzando valores de seis insectos.

En el lote dos se encontró un total de cuatro familias detritívoras siendo más representativa la familia Termitidae con valores de 41 numero de organismos, seguidamente por Lumbricidae con 39 organanismos. Las termitidae son una familia de insectos que se manejan en eusocialidad. “Dentro de los ecosistemas cumplen una función importante como consumidores primarios de celulosa y descomponedores de materia orgánica, madera y mantillo (Vargas et al., 2005, p. 1).

Dentro de las familias que desempeñan un papel importante el agroecosistema está Crassicitellata, representado por las lombrices de tierra. Según Chamorro (1989) la lombriz de tierra es uno de los macroorganismos más importantes en el suelo. Es un indicador biológico de las diversas etapas evolutivas de los diversos ecosistemas: señala ante todo su calidad de acuerdo con el estado de las poblaciones.

Lavelle y Spain (2001), “Tienen la función de transformar el material orgánico en humus e ingieren de manera selectiva una gran cantidad de material orgánico y mineral” (p. 654). Registrándose este orden en los tres lotes, con mayor incidencia en el lote uno y tres. Lavelle (1997) recalca que las actividades de esta familia conducen a la producción de estructuras que influyen directamente en las propiedades físicas del suelo como el aumento de la porosidad y la aireación.

En el lote tres se encontraron dos familias Termitidae y Lumbricidae.

5.4.3. Omnívoros

Los insectos omnívoros tienen la particularidad de alimentarse ocasionalmente de presas y de cualquier parte de las plantas como las raíces, las ramas, hojas, frutos, semillas, polen y néctar. Tienen mejores oportunidades de supervivencia en los agroecosistemas por sus hábitos alimenticios, son muy comunes en los campos agrícolas en todo el mundo. La mayor cantidad de familias encontradas en el agroecosistema corresponde al lote uno, encontrándose siete familias omnívoras, superior al lote dos y tres, las que mostraron un valor de dos familias (formicidae y temitidae). la familia formicidae. La familia Formicidae comprende cuatro subfamilias fósiles y 21 vivientes, divididas en alrededor de 300 géneros y 11.000 especies (Fernández y Sharkey, 2006, p. 1). Cumplen múltiples funciones ecológicas: utilizan distintos estratos en la nidificación, poseen un amplio espectro de alimentación y se asocian con numerosas especies de plantas y animales. Su actividad es capaz de modificar las condiciones físicas y químicas del suelo, su estructura, porosidad, la disponibilidad de nutrientes y el contenido de materia orgánica (Farji-Brener & Tadey, 2009).

5.4.4. Fitófagos o herbívoros

“Los insectos fitófagos representan una cuarta parte de todas las especies vivas” (Jiménez, 2009, p. 10). Zumbado y Azofeifa (2018) “en su dieta incluyen materia vegetal y animal, pueden, por ejemplo, alimentarse de plantas y también de otros insectos (p. 31). Insectos con estas características alimenticias se encontraron una familia Passalidae, únicamente se encontró en el lote uno.

Cuadro 3. Rol funcional de la macrofauna edáfica a nivel de familia en tres lotes (L1, L2,L3) del agroecosistema diversificado El Progreso, Masaya-Nicaragua 2021

| Familia | <u>Depredadores</u> | | | Familia | <u>Detritívoros</u> | | | Familia | <u>Omnívoros</u> | | | Familia | <u>Fitofágos o herbívoros</u> | | |
|----------------|---------------------|----------|----------|-----------------|---------------------|-----------|-----------|--------------|------------------|------------|-----------|------------|-------------------------------|----|----|
| | L1 | L2 | L3 | | L1 | L2 | L3 | | L1 | L2 | L3 | | L1 | L2 | L3 |
| Carabidae | 1 | - | - | Glomeridae | 2 | - | - | Blattidae | 2 | - | - | Passalidae | 1 | - | - |
| Reduviidae | 1 | - | - | Nitidulidae | 1 | - | - | Ectobiidae | 7 | - | - | | | | |
| Agelenidae | - | 2 | - | Scarabaeidae | 1 | 9 | - | Formicidae | 10 | 95 | 12 | | | | |
| Amaurobiidae | 1 | - | - | Styloniscidae | 6 | - | - | Phalangiidae | 5 | - | - | | | | |
| Theraphosidae | - | - | 1 | Julidae | 2 | - | - | Arionidae | 3 | - | - | | | | |
| Elateridae | 1 | - | - | Grylloblattidae | 1 | - | - | Termitidae | 1 | 41 | 10 | | | | |
| Tenebrionidae | 1 | 2 | - | Polydesmidae | 9 | 2 | - | | | | | | | | |
| Sphecidae | 1 | - | - | Termitidae | 1 | 41 | 10 | | | | | | | | |
| Vespidae | 1 | - | - | Lumbricidae | - | 31 | 4 | | | | | | | | |
| Lithobiidae | 1 | - | - | Passalidae | 1 | - | - | | | | | | | | |
| Parasitidae | 1 | - | - | Forficulidae | 2 | - | - | | | | | | | | |
| Cheliferoidea | 1 | - | - | | | | | | | | | | | | |
| Scolopendridae | 1 | - | - | | | | | | | | | | | | |
| Forficulidae | 2 | - | - | | | | | | | | | | | | |
| Total | 13 | 4 | 1 | | 26 | 83 | 14 | | 27 | 136 | 22 | | 1 | | |

5.5. Análisis de las dimensiones de HESOFI

La dimensión socio-cultural se compone de cuatro componentes (bienestar, relaciones internas, relaciones externas y cultura y territorio) y 24 indicadores. En el agroecosistema el progreso la dimensión Socio- cultural alcanzo valores que oscilan entre 50 y 100 % de sostenibilidad (Figura 12).

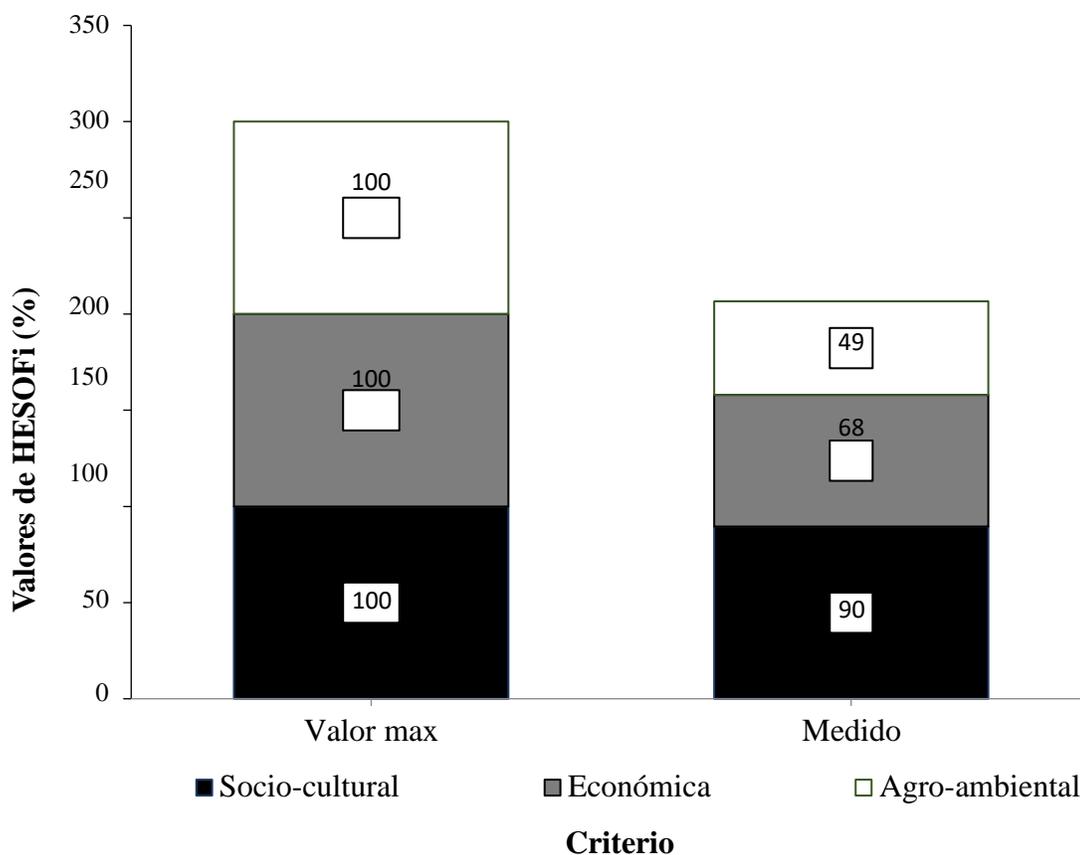


Figura 12. Sostenibilidad de sistema por dimensiones en el agroecosistema El Progreso 2021.

“La seguridad alimentaria de una familia rural y de un país está ligada a las actividades agropecuarias, y deben efectuarse en equilibrio para alcanzar un desarrollo sustentable” (Purroy et al., 2016. párr. 1). Chiappe (2001) “la importancia de tener en cuenta la dimensión social en los sistemas agrícolas para avanzar hacia la sustentabilidad ha dado lugar al estudio de los diversos aspectos que intervienen en la viabilidad y permanencia de las comunidades rurales” (p. 61).

En un estudio realizado por Velázquez Hernández (2014) demuestran que el nivel de escolaridad de la comunidad Las Perlas en el municipio de Ticuantepe es relativamente bajo registrando solo un 7 % de la población con estudio técnicos. En la comunidad no se cuenta con un centro de salud, las familias productoras cuentan con el servicio de agua potable, aunque con dificultades durante el verano.

La dimensión económica se compone de dos componentes (desarrollo, eficiencia y dinamismo) en estos dos componentes su índice de sostenibilidad oscilo entre 0 y 100 %, siendo eficiencia y dinamismo el componente más sostenible.

En el agroecosistema se implementan tecnologías que son factible para la reducción de los costos del manejo de plagas y enfermedades, utiliza prácticas alternativas amigables con el ambiente de bajo costo y de fácil preparación. El caldo sulfocálcico es un fungicida que permite mitigar la incidencia de enfermedades fungosas en los diferentes cultivos de una manera más ecológica y reduciendo los costos de manejo.

La familia obtiene una producción diversificada, vende al mercado local de Masaya, convirtiéndose en su principal fuente de ingresos para satisfacer las necesidades básicas de la familia. En la finca los dos cultivos de mayor importancia son aguacate y cítricos.

La dimensión Agro – ambiental dispone seis componentes (biodiversidad, territorio, suelo y agua, defensa de los cultivos, energía y parte animal) y 32 indicadores, en la finca El Progreso los valores alcanzados por los componentes oscilo entre 10 – 100 % promediando 49 %.

“Los sistemas diversificados de pequeña escala, que utilizan principalmente recursos locales y combinaciones complejas de los cultivos, son relativamente estables y productivos, y presentan rendimientos altos por unidad de trabajo y energía” (Altieri, y Nicholls, 2004, p. 8). La diversificación y el manejo del agroecosistema El Progreso, aportan grandes beneficios al ambiente, debido a que no contamina: suelos, fuentes hídricas y no altera el recurso suelo. En el agroecosistema se produce el material de siembra para sustituir a las plantaciones viejas manteniendo una sostenibilidad ambiental y agrícola.

La implementación de un agroecosistema diversificado, aporta grandes beneficios al desarrollo social agrícola, debido a que los productores se capacitan y crean intercambio de experiencias a través del apoyo de algunas instituciones. Esto les permite adoptar alternativas viables y de bajo costos para disminuir los costos de producción. Las prácticas son fáciles de ejecutar y no perjudican a la salud de los pobladores ni futuros consumidores.

Cabe mencionar que los indicadores de energía y la parte animal no son productivos, infiriendo directamente sobre la dimensión agroambiental en comparación a las otras dimensiones.

“La producción pecuaria, provee alimentos de alto valor nutricional, sobre todo proteico, que contribuyen a mejorar la salud, el bienestar económico y las condiciones generales de vida de las familias” (Linares, 2019, p. 90). Ramos y Galarza (2012) en su estudio exponen que las actividades agrícolas y crianza de animales son altamente importantes para mejorar los ingresos y la nutrición de la familia productora.

5.5.1. Grado de sostenibilidad de sistema por componente

En la Figura número 13 se presentan la comparación de sostenibilidad por componente evaluados en el agroecosistema, se observa que cultura y territorio se ubica como el mejor indicador se debe a que la tenencia de la tierra en la finca El Progreso es propia, las técnicas agrícolas utilizadas permitieron un fortalecimiento de la conciencia unión de la finca con el territorio y la historia, es decir con las tradiciones y los conocimientos.

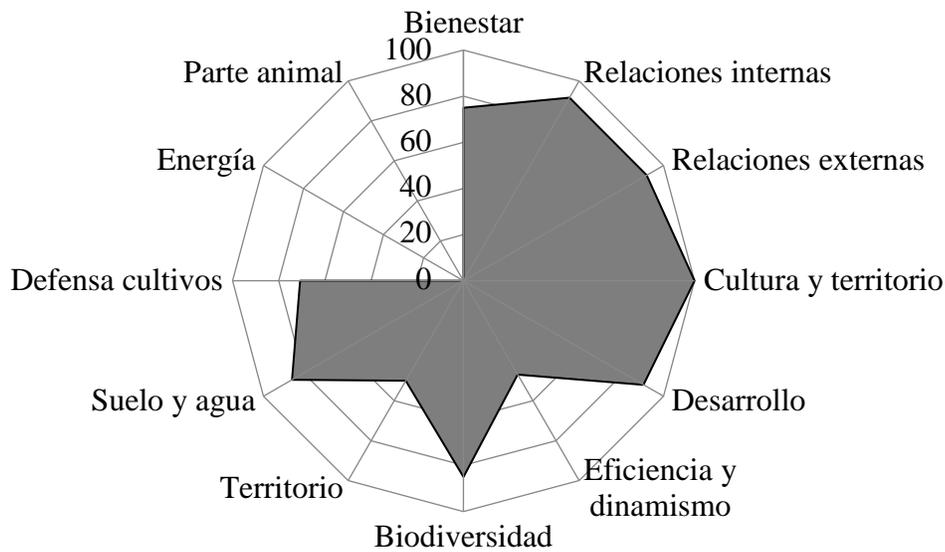


Figura 13. Sostenibilidad de sistema por componente en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

En términos generales las relaciones internas y externas de la finca y su desarrollo alcanzaron la misma categorización, las relaciones internas y externas son excelentes le han permitido un buen funcionamiento y un desarrollo en infraestructura para la vivienda y algunas tecnologías agrícolas convirtiendo el agroecosistema en un sistema más sostenible. Esto contribuye al bienestar de la familia productora y mejorar el acceso a servicios básicos: energía, agua potable, alimentación, salud y educación.

En la finca se encuentra una gran variabilidad de cultivos criollos y acriollados, estos se trabajan con socios, las cercas vivas están compuestas por árboles maderables. Cabe mencionar que energía y la parte animal no es productivo. La diversificación de la finca actúa como distractor y defensa de los cultivos ante plagas y enfermedades. El manejo del suelo es de manera agroecológica sin contaminar ni alterar suelo y agua. Esto permite mayor porcentaje de materia orgánica y disponibilidad de los nutrientes, presencia de macrofauna y microorganismos benéficos. El agua es utilizada de forma eficiente con sistema de riego.

5.5.2. Componente bienestar de la familia

Unión Mundial para la Naturaleza (1997) “la salud, la riqueza y calidad de vida de la gente se hallan unidas de forma indisoluble, con la diversidad, la productividad y la calidad del ecosistema del cual forman parte” (p. 20). La diversificación del agroecosistema permite que la familia productora coseche una variabilidad de frutas y verduras, destinando parte de la cosecha para autoconsumo y la comercializa para cubrir necesidades básicas de la familia.

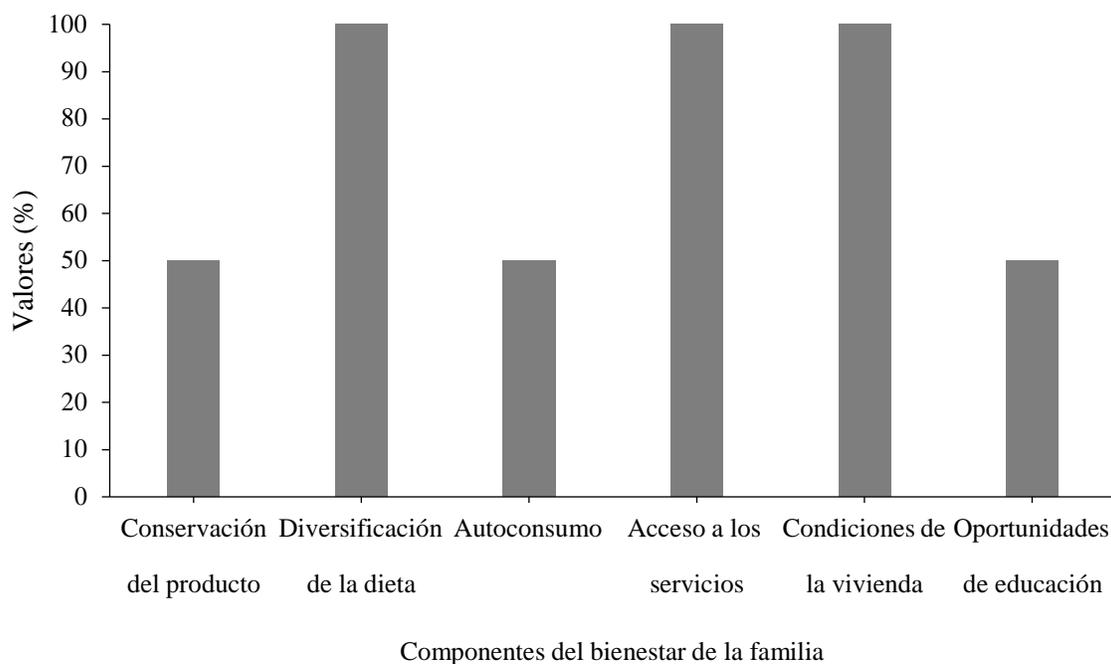


Figura 14. Sostenibilidad por indicadores del componente bienestar del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

En la Figura 14 se denota que diversificación de la dieta, acceso a los servicios y condiciones de la vivienda se muestran con mayor sostenibilidad. Luego se encuentran conservación de productos, auto consumo y oportunidades de educación.

En la finca se cuenta con servicio eléctrico y de agua potable, en verano el servicio de agua presenta un pequeño problema debido a que esta llega a la finca dos veces a la semana. La casa está construida de pared de ladrillo y bloque, piso de cerámica, y techo de zinc, servicio higiénico (inodoro) y cuenta con dos cocinas.

Salas-Borgoin (2012), indican que el índice de calidad de vida de la vivienda (ICVV), se fundamenta en un procedimiento sencillo con análisis multicriterio, dirigido a seleccionar, del conjunto de características que tiene una vivienda (p. 63).

Las condiciones de la vivienda se encuentran en buen estado. Benavides y Morán (2013), al analizar las condiciones de vida de nueve comunidades de Nicaragua, menciona que las condiciones físicas de las viviendas presentan techo de zinc (87.1%) tejas (9.2%), el piso de tierra (65.9%), concreto (21.7%), los materiales más utilizados en las paredes fueron: madera (43.6%), adobe (21.3%), bloque (18.1), ladrillo (8%).

En la finca se hace la conservación de granos básicos destinados para el auto consumo de la familia productora lo que le permite gozar de seguridad alimentaria.

“La educación es fundamental para potenciar el desarrollo integral de un país. A mayor nivel de educación y formación se traducen en mayores y mejores oportunidades de empleo y condiciones de vida” (Instituto Nacional de Información de Desarrollo, 2005. párr. 62). Oportunidades de educación en cuanto a capacitación están vigentes por parte de instituciones como el INTA, UNA, MOANIC, quienes brindan charlas y capacitación al productor. De todos los miembros de la familia productora uno es bachiller y el resto se encuentra con la primaria incompleta. resultados similares encontró, Peralta en su estudio realizado en período (2015) sobre” La equidad de género en la toma de decisiones a nivel de la Unidad de Producción Agropecuaria y de la Comunidad de Nandarola. Municipio de Nandaime expone” primaria incompleta y analfabetismo es el estado académico frecuente en la comunidad. resultados similares.

5.5.3. Componente relaciones internas

Escobar G. (1988) “Conocer el estado de las relaciones internas y externas del agroecosistema es una estrategia completa, pertinente y económica que permite identificar lo que estas hacen y la forma en que lo hacen” (p. 26). Las estrategias de producción de la finca deben de estar orientadas hacia un fin productivo de aprovechamiento de los recursos existentes, con la integración de los jóvenes y la mujer en los procesos de logística del agroecosistema demostrando democracia en el sistema productivo.

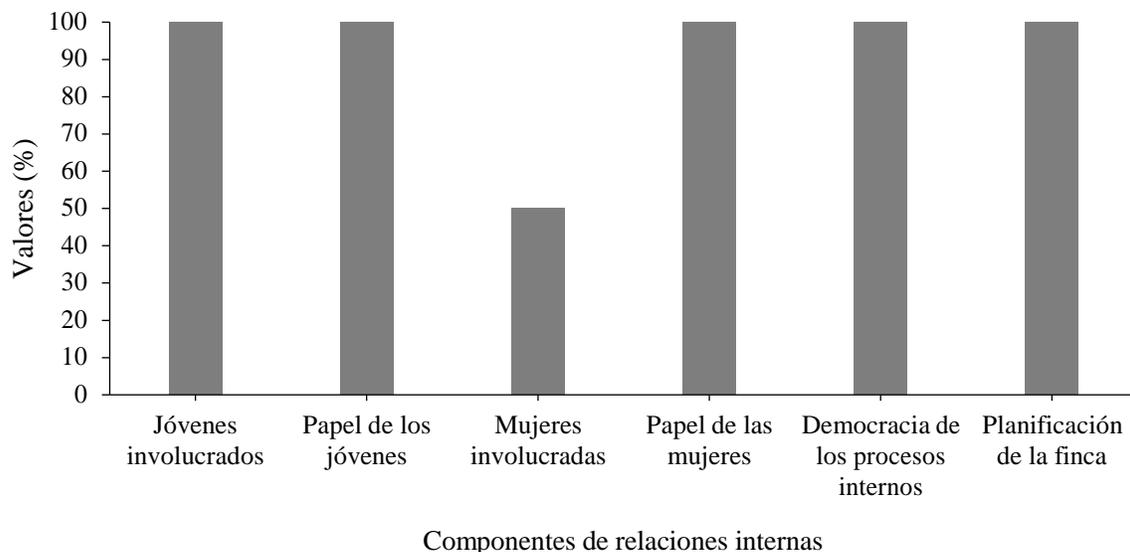


Figura 15. Sostenibilidad por indicadores del componente relaciones internas del agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

El componente relaciones interna se compone de seis indicadores (Figura 15) de los cuales sobresalen jóvenes involucrados, papel de los jóvenes, papel de las mujeres, democracia de los procesos internos y planificación de la finca, a excepción de mujeres involucradas en las actividades de la finca, esto se atribuye a que la esposa del productor únicamente se involucra en la toma de decisiones y comercialización.

Las relaciones internas de la finca son excelentes, permitiendo un mejor funcionamiento de la misma, los jóvenes participan en las actividades agrícolas en el agroecosistema, planifican y ejecutan alternativas que se adaptan a las condiciones y recursos existentes en la finca.

El agroecosistema El Progreso cuenta con dos mujeres las cuales forman parte de la toma de decisión de la finca demostrando democracia y equidad de género. Una de las mujeres se encarga de la comercialización de la producción obtenida en los diferentes mercados. Leyva (2019) menciona que en América Latina y el Caribe la mujer se ha insertado cada vez más en el mercado laboral, y en la actividad agrícola desempeñado un papel crucial y preponderante en diversas labores en el agroecosistema, como arar la tierra, recoger las cosechas y atender a los animales y vender la producción. Peralta en su estudio (2015) expone que el 20% de las mujeres de la comunidad se dedican a las actividades agrícolas, estas son viudas o divorciadas, mujeres solas que han enfrentado el reto de sobrevivir con lo que produce su finca y el 80% se dedica a las actividades domésticas.

5.5.4. Componente relaciones externas

Para Helmut (2021) las relaciones externas de un agroecosistema son las encargadas de dar a conocer la imagen, las actividades y objetivos para proyectarla en el mercado nacional a sus clientes, instituciones, productores y medios de comunicación. “Cuando la sustentabilidad se propone como un objetivo a alcanzar en ámbitos superiores, el cambio sólo puede venir de los agentes sociales a través de mediaciones institucionales” (González, 2012, p. 7).

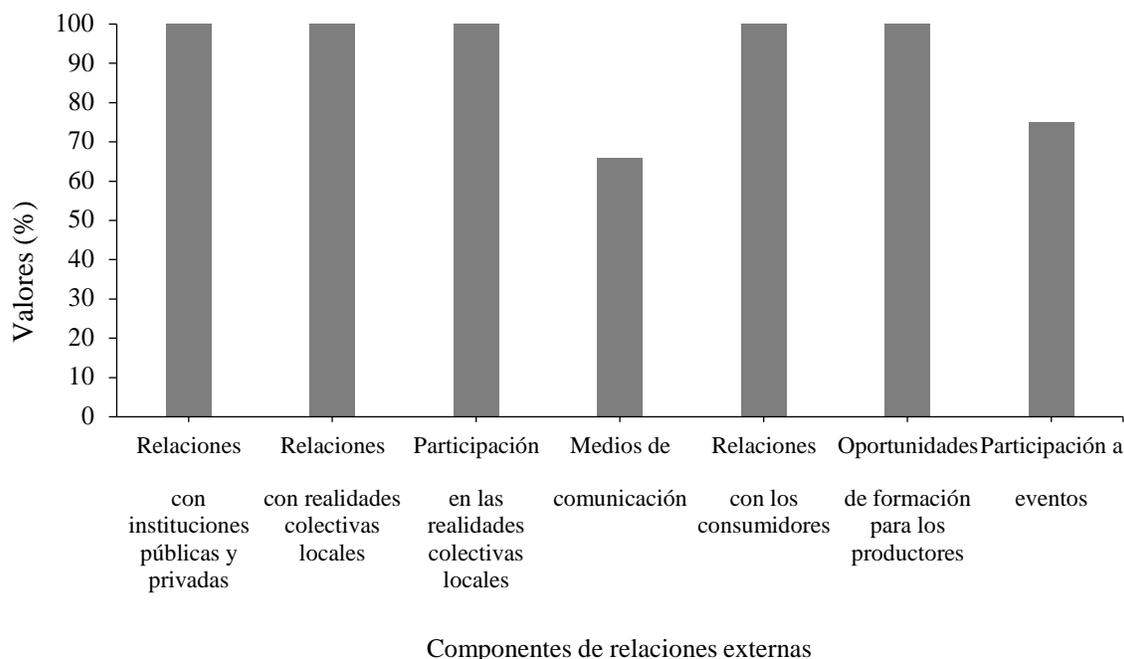


Figura 16. Sostenibilidad por indicadores del componente relaciones externas en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

El componente relaciones externas se compone de siete indicadores de sostenibilidad siendo medios de comunicación y participación en eventos los que están discrepante al resto de indicadores (figura 10), los que se muestran iguales, esto se debe a que de todos los miembros de la familia solo posee un celular el cual es usado para llamadas y WhatsApp. Este medio de comunicación que permiten a la familia productora mantenerse informados y en comunicación con clientes y familiares. La familia productora participa poco en actividades deportivas y religiosas debido a la distancia que recorren para asistir a un evento.

Trejos et al., 2004 “en particular, son urgentes las políticas en las áreas de desarrollo tecnológico, promoción de la innovación, fomento del riego, desarrollo del capital humano, impulso al mercado de servicios en el agro y desarrollo gremial” (p. 33).

El productor ha mantenido una estrecha relación con las instituciones gubernamentales estas brindan asesoramiento y capacitación gracias a este acercamiento el agroecosistema ha sido escenario de intercambio de experiencia entre productores agroecológicos a nivel nacional.

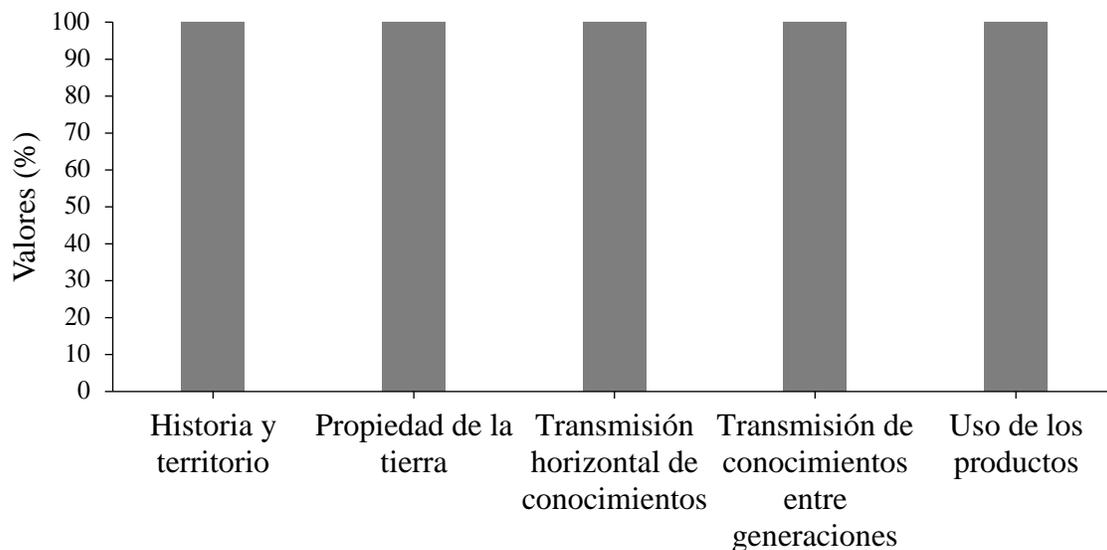
La calidad e inocuidad de la producción ofrecida a los consumidores, les ha permitido ganar preferencia en los mercados, algunos clientes llegan a la finca a comprar, la familia productora aprovecha para dar a conocer el manejo agroecológico que se implementa en los cultivos.

En el último año el productor recibió más de 10 capacitaciones sobre los temas de análisis de suelo, materia orgánica, aboneras mineralizadas, biofertilizantes, cambio climático, agroecología. Las oportunidades de capacitación técnica del productor son diversas, lo que le ha permitido viajar a tres países (Honduras, Costa Rica y Japón) donde aprendió nuevos métodos y alternativas adaptables a la finca.

5.5.5. Componente cultura y territorio

Sili, (2016) “Los territorios rurales de América Latina han experimentado en las últimas décadas cambios significativos, tanto en su dinámica productiva como en sus condiciones sociales y demográficas” (p.2). Para Medina (2021) El relevo generacional (transmisión de costumbres, creencias, conocimientos y procesos productivos) es de gran importancia como estrategia para realizar un reconocimiento, recuperación y conservación prácticas y tecnologías productivas. Tratando también de incentivar a una nueva generación de jóvenes agricultores para contribuir al desarrollo del sector agrícola del país.

El componente cultura y territorio se compone de seis indicadores (Figura 17).



Componentes de cultura y territorio

Figura 17. Sostenibilidad por indicadores cultura y territorio en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

El agroecosistema El Progreso inicialmente era parte de una cooperativa, cuando esta se desintegro los socios se dividieron la propiedad y algunos vendieron, de esta forma el productor Leonel Calero recibe media manzana y tiempo después compra la parte de uno de los miembros. Como parte de la cultura y tradición del departamento de Masaya se celebran fiestas patronales, agüizotes, el toro venado. Elaboran platos típicos y para ello se utilizan frutas y verduras que se producen en el agroecosistema.

Las técnicas agrícolas que han implementado por mucho tiempo son: rotación quemada y dos siembras al año con espeque. La tenencia de la tierra es propia y se encuentra legal con su título de propiedad, apareciendo como dueños Leonel Calero y su esposa. Se han realizado 25 intercambios de experiencias en los últimos dos años, con productores de todo el país tanto de agricultura convencional y agroecológica. Cabe señalar que el agroecosistema ha sido escenario de alguno de estos. Las temáticas impartidas han sido múltiples dentro de la agroecología. Los productores más grandes y experimentados comparten su experiencia junto a jóvenes agricultores con la finalidad de incentivarlos.

5.5.6. Componente desarrollo

Santoyo et al (2000) expone que:

Desarrollo agrícola es un proceso por medio del cual se obtiene una mayor producción comercial con los recursos agropecuarios disponibles, a través de la expansión, diversificación de la producción, cambio tecnológico, incremento de la productividad, cambios en la infraestructura productiva, entre otros (p. 7).

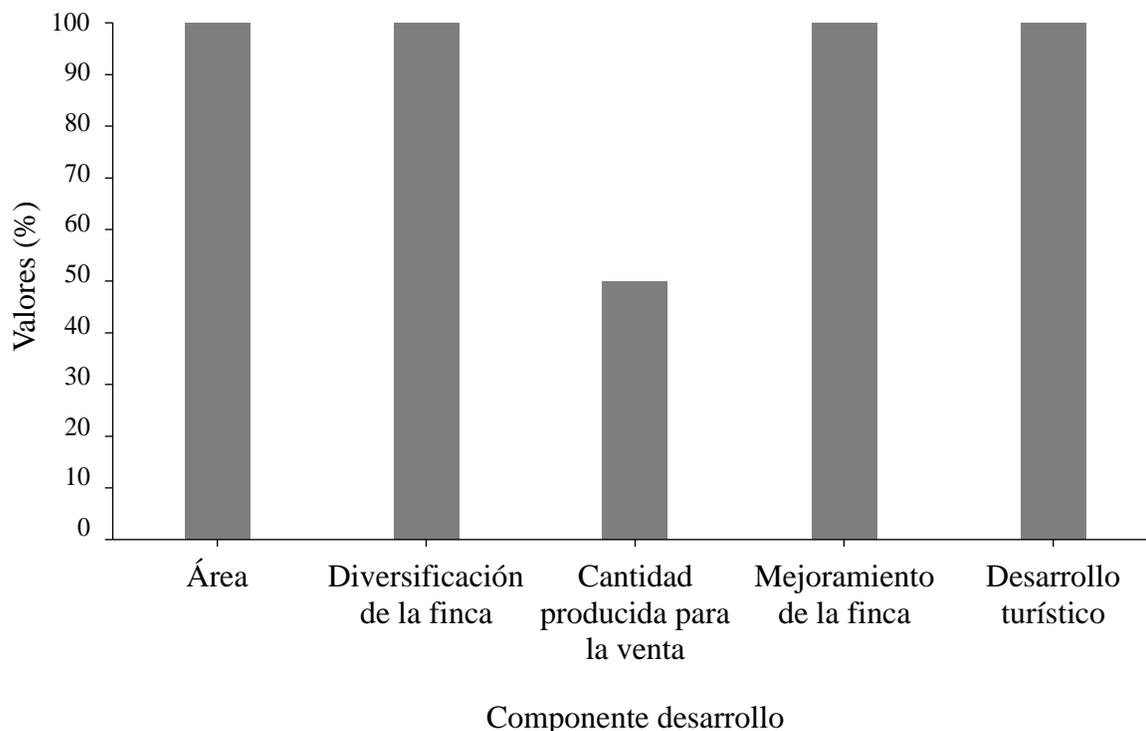


Figura 18. Sostenibilidad por indicadores desarrollo en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

El componente desarrollo consta de cinco indicadores en la Figura 18 se observa que el indicador cantidad producida para la venta es el que se muestra por debajo de los niveles del resto, a esto se le atribuye que el productor no vende el 100% por ciento de su producción obtenida, de esta forma asegura el sustento para la familia.

La finca cuenta con un área total de 1.35 ha, se divide en tres lotes con diversificación de cultivos, a estos se les da un manejo agroecológico. En la finca se producen frutales, hortalizas, granos básicos, cultivos de enramadas, arboles maderables etc. Del 100% de la producción el 30 % es para auto consumo y el 70% para la comercialización.

En los últimos años se le hicieron mejoras a la vivienda y se construyó una pileta para almacenar agua potable y de lluvia para uso doméstico y riego. El productor planea construir un salón de eventos en lo más alto de la propiedad con la finalidad de convertir la finca en un atractivo turístico y un centro de capacitaciones e intercambio de experiencia.

5.5.7. Componente eficiencia y dinamismo

El componente eficiencia y dinamismo se compone de ocho indicadores, de estos se aplicaron cinco indicadores de los cuales los que sobresalen son: canales comerciales, poder de negociación del productor y auto suficiencia en insumos por otra parte el indicador empleo y diversificación de los mercados simultáneamente fueron los más bajos (Figura 19).

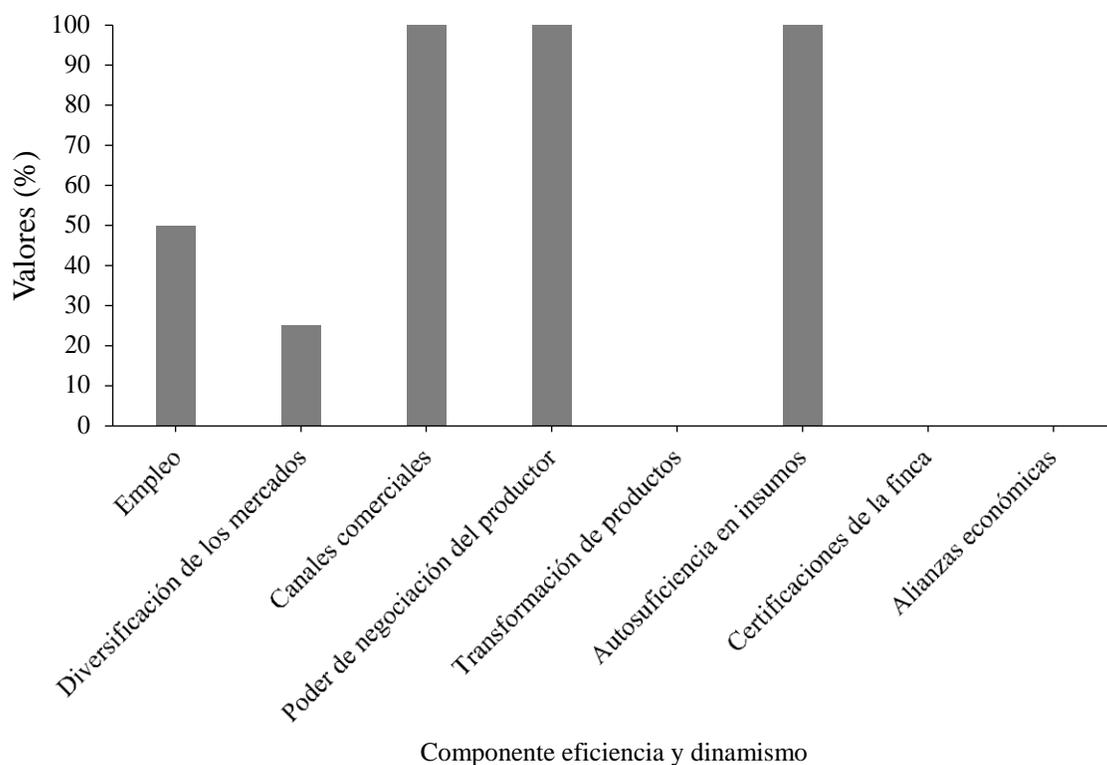


Figura 19. Sostenibilidad por indicadores eficiencia y dinamismo en el agroecosistema El Progreso, Catarina, Masaya, 2021.

FAO (2002) “la apertura comercial, junto al crecimiento de la población, el aumento en los ingresos y los cambios en las preferencias de los consumidores, han abierto nuevas oportunidades en mercados (párr. 12). En el agroecosistema la producción se vende de manera directa a los clientes consumidores, ofreciendo calidad y no cantidad con precios competitivos que se ajustan a los bolsillos de los clientes.

El 90% de los insumos agrícolas que se utilizan son elaborados en la finca aprovechando los recursos del agroecosistema, esto lo convierte en un sistema agrícola autosuficiente. Guzmán (2021) “La agricultura ecológica (también llamada orgánica) es una alternativa que permite utilizar otros productos y formas de manejo naturales. Así evitamos el uso de productos químicos nocivos para el ambiente y para la salud de los agricultores/as y consumidores” (p. 16).

La familia productora vende la producción principalmente en el mercado de Masaya, Catarina y en la finca venden en menor cantidad, se venden rosas en el cementerio de Masaya el dos de noviembre ajustándose a los precios competitivos del mercado.

La mano de obra empleada en las diferentes actividades del agroecosistema es familiar, donde trabajan los tres miembros de la familia y en algunas ocasiones se contratan dos personas. Esto permite que los ingresos económicos de la familia estén ligados a la producción del agroecosistema, no solo para la familia si no de algunos trabajadores contratados.

VI. CONCLUSIONES

El agroecosistema El Progreso es un sistema de producción diversificado, la familia productora desempeña un excelente trabajo en el diseño y manejo de cada uno de sus lotes. La producción obtenida es destinada al auto consumo y la comercialización, existe un flujo de energía y nutrientes, también existe una pérdida de energía por plagas y enfermedades, descomponedores y forma calórica.

La mayor diversidad y riqueza a nivel de clases, órdenes y familia se mostró mayor en el lote uno, seguido por el lote tres, obteniéndose disimilitud intermedia entre los tres lotes del agroecosistema. Se encontraron 14 familias de insectos depredadores, 11 familias detritívoros, seis familias de omnívoros y una familia de fitófagos. Un aspecto importante al que se le atribuye el bajo número de individuos en el lote dos fue que el suelo estaba descubierto producto de la chapia excesiva y mal manejo del suelo, esto influye con la retención de humedad, que es uno de los parámetros fundamentales para que exista mayor diversidad y actividad de la macrofauna.

En el agroecosistema el progreso la dimensión Socio- cultural es la dimensión más sostenible alcanzando el 100% de sostenibilidad en 20 de sus 24 indicadores, el valor más bajo fue de 50% por lo tanto los valores alcanzados oscilaron entre 50 a 100% grado de sostenibilidad. La dimensión económica se posesiona en segundo lugar, esto indica que la familia productora se mantiene por encima del salario mínimo del campo agrícola. Oscilo entre 0 y 100 %, siendo eficiencia y dinamismo el componente mejor. La dimensión Agro – ambiental es la dimensión más baja con respecto a sostenibilidad debido a que los componentes parte animal y energía no son productivos por lo tanto eso causa un declive en la sostenibilidad de la dimensión en general.

VII. RECOMENDACIONES

Un aspecto que no fue considerado como parte de la herramienta desarrollada en esta tesis, es el ingreso y egreso en la metodología HESOFI, el cual debería de integrarse en futuros trabajos investigativos.

Realizar un sistema de captación de agua tipo cisterna con bomba EMA FLEXI para regar en verano.

Integrar al agroecosistema ganado menor (gallinas, gansos, patos, chompipes, cerdos, etc.).

Se deben de mejorar los indicadores de sostenibilidad mano de obra y diversificación de los mercados mediante un plan estratégico a mediano plazo.

VIII. LITERATURA CITADA

- Altamirano Hernández, I. J., Amador López, M F., Montalván Castellón, O. (2017). Complejidad y sostenibilidad de dos agroecosistemas con cacao, Siuna, Revista Universitaria del Caribe, Vol (19). <http://ecampus.uraccan.edu.ni/index.php/Caribe/article/view/493/545>
- Altieri, M.A., y Nicholls, C.I. (2004). Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Costa Rica. p. 5 0 - 6 4. <http://agroecologia.pbworks.com/f/biodiversidad+y+manejo+de+plagas.pdf>
- Asociación de Municipios del Departamento de Masaya [AMUDEMAS] (2009). *Estudio de ordenamiento territorial con énfasis en el patrimonio cultural para los municipios del sur del Departamento de Masaya.* <http://www.aecid.org.ni/wp-content/uploads/2014/04/Interno-zona-sur.pdf>
- Benamú M. A. (1999). Estudio preliminar de la araneofauna presente en mandarina cultivada en Vitarte, Lima, Peru. Rev. Per. Ent. 41: 154-157. https://www.researchgate.net/publication/262686828_Estudio_preliminar_de_la_araneofauna_presente_en_mandarina_cultivada
- Benavides González, Álvaro, y Morán Centeno, J. C. (2013). Análisis numérico de características básicas de unidades familiares productivas (ufp) en nueve comunidades rurales de Nicaragua. *La Calera*, 13(21). <https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/233>
- Bouwman, A.F., A.H.W. Beusen & G. Billen. (2009). Human alteration of the global nitrogen and phosphorus soil balances for the period 1970–2050. *Global Biogeochemical Cycles* 23 GB0A04: 1- 16.
- Bray, J. R & J. T. Curtis. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, 27(4): 325-349. <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1942268>

- Brévault, T; Bikay, S; Maldes, J; Naudin, K. (2007). Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system. *Soil. Til. Res.* 97p.
- Brown, G. G., Moreno, A. G., Barois, I., Fragoso, V., Rojas, P., y Hernández, B. (2004). Soil macrofauna in SE Mexican pastures and the effect of conversion from native to introduced pastures. *Agric. Ecosys. Environ.* 103(2):313 - 327. <http://bba.bioucm.es/cont/docs/604.pdf>
- Cabrera Dávila, G., y López Iborra, G.M. (2018). Caracterización ecológica de la macrofauna edáfica en dos sitios de bosque siempre verde en El Salón, Sierra del Rosario, Cuba. *Vol.*, 39 (.3). 2. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002018000300363>
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/ perturbación del suelo. Cuba. *Pastos y Forrajes*, vol, 35, (4). 2. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000400001&lng=es&tlng=es.
- Cañellas, N., Piñol, J., y Espadaler, X. (2005). Las tijeretas (Dermaptera, Forficulidae) en el control del pulgón en cítricos. *Bol. San. Veg. Plagas*, 31: 161-169. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-31-02_161-169.pdf
- Caranqui, J. (2015). Composición y diversidad de especies arbóreas en transeptos de localidades del bosque siempre verde de tierras bajas del Ecuador. Recuperado de: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/72/76>
- Casas, A., y Vallejo, M. (2019). *Agroecología y agrobiodiversidad*. https://www.researchgate.net/publication/335526491_Agroecologia_y_agrobiodiversidad
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE] (1985). *Agroecosistema: conceptos básicos*. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/891/Conceptos_basicos_sobre_agroecosistemas.pdf;jsessionid=AB9C8E66513A16BEBD228692A7A7FA0B?sequence=1

- Chamorro, C. (1989). Efecto del uso del suelo sobre la composición edafofaunística de los páramos que circundan la sabana de Bogotá. En: *Suelos Ecuatoriales*. Vol. 19, No 1. p. 48-62.
- Chavarría Díaz B. R., y Martínez Arauz J. A. (2017). *Evaluación de los diseños, manejo de la biodiversidad y macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, Nicaragua 2015-2016*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria (UNA)]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp34ch512.pdf>
- Chiappe, M B. (2001). *Dimensiones sociales de la agricultura sustentable*. capítulo 4. http://www.dedicaciontotal.udelar.edu.uy/adjuntos/produccion/965_academicas__academicarchivo.pdf
- Cisneros, P. (2011). *¿Cómo se construye la sustentabilidad ambiental? Análisis de experiencias conflictivas de la industria minera en el Ecuador*. https://www.researchgate.net/publication/258211733_Como_se_construye_la_sustentabilidad_ambiental_Analisis_de_experiencias_conflictivas_de_la_industria_minera_en_el_Ecuador
- Cruz-Bautistan P., Casanova-Pérez L., Martínez-Dávila J. P., Flores-Martínez C., Y Villegas-Rodríguez I. (2019). Familia como sistema social y agroecosistema patio familiar: modelo teórico conceptual desde la teoría luhmanniana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 22 (2019): 713-722.
- Díaz Torres, K.R. (2019). Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con cacao (*Theobroma cacao* L.) en Siuna, Nicaragua [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria, UNA]. Cenida. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf08d542e.pdf>
- El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas [Sinchi]. (2021). Dimensión social. <https://sinchi.org.co/inirida/dimension-social>
- Escárraga M. y Guerrero R. (2014). Hormigas: un mundo de meñiques gigantes. *INFOZOA Boletín de Zoología Volumen* (4). 1-8. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/205-21-PB.pdf

- Escobar G (Edit). (1988). Clasificación de sistemas de finca para generación y transferencia de tecnología apropiada. Informe 182s. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/8823/IDL-8823.pdf?sequence=1>
- FAO. (2002). Equilibrio entre la seguridad alimentaria y el manejo sustentable de los recursos naturales en América Latina y el Caribe. 27ª Conferencia Regional de la FAO para América Latina y El Caribe, La Habana, Cuba. <https://www.fao.org/3/Y6032S/Y6032S.htm>
- Farji-Brener, A., Tadey, M. (2009). Contributions of leaf-cutting ants to soil fertility: Causes and consequences: Soil Fertility. https://www.researchgate.net/publication/236834292_Contributions_of_leaf-cutting_ants_to_soil_fertility_Causes_and_consequences
- Fernández Hernández, C. (2016). Adaptación y resiliencia al cambio climático, desde la agroecología y la transdisciplinariedad del desarrollo, en las comunidades de la Unión de Campesinos Organizados de San Dionisio. [Tesis de grado, Universidad Autónoma de Nicaragua, UNAN_ León]. CNU. <https://repositorio.unan.edu.ni/4684/1/5989.pdf>
- Fernández, F. y Sharkey, M. J. (2006). Introducción a los Hymenoptera de la región Neotropical. https://www.researchgate.net/publication/268812562_Familia_Formicidae
- Fernandez-Mena, H., T. Nesme & S. Pellerin. (2016). Towards an agro-industrial ecology: A review of nutrient flow modelling and assessment tools in agro-food systems at the local scale. *Science of the Total Environment* 543:467-479.
- Ferriol Molina, M., y Merle Farinós, H. (2012). *Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales.* <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16285/Microsoft%20Word%20-%20articulo%20docente%20def.pdf?sequence=1>

- Galloway, J. N., & Cowling, E. B. (2002). Reactive nitrogen and the world: 200 years of change. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 31(2), 64-71. https://www.researchgate.net/profile/James-Galloway-10/publication/11297112_Reactive_Nitrogen_and_The_World_200_Years_of_Change/links/00b7d5304e858afb66000000/Reactive-Nitrogen-and-The-World-200-Years-of-Change.pdf
- García Centeno, L. C. (2017). Metodologías de campo para determinar profundidad, densidad aparente, materia orgánica, infiltración del agua, textura y Ph en el suelo. <https://cenida.una.edu.ni/documentos/NP33G216m.pdf>
- García Sotelo, D.J., y Barrios Jirón, J.I. (2000). Caracterización florista, estructural del bosque de las riveras de la laguna de apoyo y su contribución a la protección conservación Masaya_ Granada. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/983/1/tnf40g216.pdf>
- García, S., Hernández, M., y Locarno, P. (2015). Escarabajos fitófagos (Coleoptera; Scarabaeidae) en un fragmento de bosque seco tropical del departamento del Atlántico, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(3), 754-763. doi: 10.1016/j.rmb.2015.07.009
- Gargoloff N. A. (2018). *Manejo, conocimiento y valoración de la agrobiodiversidad en fincas familiares de la plata. su relación con un manejo sustentable de los agroecosistemas*. [Tesis doctoral en ciencias agrarias, Universidad Nacional de plata]. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Tesis%20Gargoloff%20NA.pdf-PDFA2u.pdf>
- Gómez Anaya, J.A. (2008). Ecología de los ensamblajes de larvas de odonatos (Insecta) y su uso potencial como indicadores de calidad ecológica en la sierra de Coalcomán, Michoacán, México. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/15734/Ecologia%20de%20los%20ensamblajes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- González de Molina, M. (2012). Algunas notas sobre agroecología y política. *Revista Agroecología* 6: 9-21.
<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/29877/1/Algunas%20notas%20sobre%20agroecolog%c3%ada%20y%20pol%c3%adtica.pdf>
- Gracey Coronado, J. R. (2010). La mesofauna y macrofauna en relaciona las propiedades físicas y químicas del suelo de ex cocal y bosque secundario en el sector de los milagros. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/417/T.CSA-33.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gregorich E. G., Carter M.R., Angers D. A, Monreal C. M., & Ellert B. H. (1994). Towards a minimum data set to assess the quality of soil organic matter in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*. 74 (4): 367-385. <https://doi.org/10.4141/cjss94-051>
- Gutiérrez Cedillo, J. G., Aguilera Gómez, L. I., y González Esquivel, C. E. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*,15(46), 51-87.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352008000100004&lng=es&tlng=es.
- Guzmán, A. V. (2021). *Construcción de biofabrica de insumos agrícolas, para beneficio de la finca Villa Celeste en el municipio de Falan Tolima*. [Proyecto Aplicado o Tesis]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42623>.
- Helmut. S. (2021). *Relaciones públicas internas y externas de una empresa*. <https://www.lifeder.com/relaciones-publicas-internas-externas-empresa/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, Collado. C., Baptista, Lucio, Pilar. (2014). Metodología de la investigación (Sexta edición). <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

- Herradora Gutiérrez, Y. D., Galeano Altamirano, N. M. (2017). *Diseño, manejo de la biodiversidad y macrofauna edáfica en dos agroecosistemas de granos básicos y ganado, La Grecia 2, Chinandega, Nicaragua 2015-2016*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria (UNA)].
file:///D:/TESIS%20EL%20PROGRESO%202021/Tesis%20de%20la%20Yahosca.pdf
- Huhta, V.; Haimi, J. & Setälä, H. (1994). Soil fauna promote nutrient cycling-experimental evidence using simulated coniferous forest floor. 15th World Congress of Soil Science. Vol 4a: Commission III: Symposia. Acapulco, México. p. 76
- INETER. (2021). Clima: Masaya. <https://es.climate-data.org/america-del-norte/nicaragua/masaya-2473/>
- INIDE., MAGFOR., INETER. (2013). IV censo Nacional Agropecuario (CENAGRO): Uso potencial de la tierra compendio de mapas. <http://www.fao.org/3/I9362ES/i9362es.pdf>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), (2005). Estudio nacional de las condiciones de vida y primera versión del índice de bienestar de la niñez y la adolescencia nicaragüense. 35 p. Acción. PNUD-NIC/99/G31-MARENA. Managua, Nicaragua. <https://www.inide.gob.ni/>
- Jarquín, Díaz, J. R., y Valenzuela, Espinoza, A. I. (2020). *Comparación de la resiliencia de cuatro sistemas de producción de Café (Coffea arabica L.), Dipilto, Nueva Segovia, 2018-2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria (UNA)].
<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp40j37.pdf>
- Jiménez Martínez, Edgardo. (2009). Manejo Integrado de Plagas. 1ed. Managua. <https://cenida.una.edu.ni/textos/nh10j61p.pdf>
- Lang-Ovalle, F. P., Pérez-Vázquez., Martínez-Dávila, A., Platas-Rosado, D. E., Ojeda-Enciso, L.A., y González-Acuña, I. J. (2011). Macrofauna edáfica asociada a plantaciones de mango y caña de azúcar. *Terra Latinoamericana*, 29(2), 6-7.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-57792011000200169&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Lavelle, P. (1997). Faunal activities and soil processes: Adaptive strategies that determine ecosystem function. *Adv. Ecol. Res.* 24:93
- Lavelle, P.; Spain, A.V. (2001). *Soil ecology*. Dordrecht: Kluwer Academic. 654p
- Lavelle, Patrick & Blanchart, Eric & Martin, Agnès & Spain, Alister & Martin, S. (1992). Impact of Soil Fauna on the Properties of Soils in the Humid Tropics. Myths and Science of Soils of the Tropics. 10.2136/sssaspecpub29.c9. https://www.researchgate.net/publication/45647276_Impact_of_Soil_Fauna_on_the_Properties_of_Soils_in_the_Humid_Tropics
- Leyva-Trinidad, D. (2019). El rol de la mujer en el agroecosistema y su aporte a la producción de alimentos. *Agro Productividad*, 12(1). <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1337>
- Linares Díaz, A J. (2019). Análisis de la sostenibilidad de proyectos pecuarios con enfoque en seguridad alimentaria y nutricional: la propuesta MESMIS. <http://doi.org/10.15359/prne.17-33.4>
- López-Riquelme G. O. y Fidel R. (2010). El mundo feliz de las hormigas. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 13(1):35-48. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v13n1/v13n1a4.pdf>
- MacCoy, E. (1990). The distribution of insects along elevational gradients. *Oikos*, 58, 313-332. <https://www.jstor.org/stable/3545222?seq=2>
- Machado, H., y Campos, M. (2008). Reflexiones acerca de los ecosistemas agrícolas y la necesidad de su conservación. *Pastos y Forrajes*, Vol 31(4), 2-3. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942008000400005
- Magdoff, F., L. Lanyon & B. Liebhardt. (1997). Nutrient cycling, transformations and flows: implications for a more sustainable agriculture. *Advances in Agronomy* 60:1-73.
- Martínez Castillo, R. (2002). Agroecología: atributos de sustentabilidad. InterSedes: *Revista de las Sedes Regionales*, III (5), 25-45. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66630504>

- McGavin G.C. (2000). Manual de identificación. Insectos. Arañas y otros Artrópodos terrestres. Barcelona. Universidad de Cambridge. Ed. Omega, S.A. P 1-129
- Medina Peña, C. Y. (2021). *El relevo generacional como estrategia para la conservación y recuperación de la cultura cafetera en la vereda el rhin – armenia* [Trabajo de grado, Universidad Católica de Pereira]. <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/9364>
- Ministerio Agropecuario y Forestal [MAGFOR], Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales [MARENA], Universidad Nacional Agraria [UNA], Instituto Nacional Forestal [INAFOR]., y Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales [INETER]. (2015). Atlas de Nicaragua. <https://prezi.com/egre9anqo2cj/atlas-de-nicaragua/?preview=1>
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. (2003). *Manual de Inventarios y Monitoreo de la Biodiversidad*; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). <http://rcc.marn.gob.sv/bitstream/handle/123456789/245/MARN%202004%20Manual%20de%20Inventarios%20Biodiversidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad: M&T–Manuales y Tesis SEA*, (Ed. I). https://www.researchgate.net/publication/304346666_Metodos_para_medir_la_biodiversidad
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2007). *La agricultura y el medio ambiente: es hora de intervención mundial*. <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0704sp1.htm>
- OXFAM Intermon. (2020). *Definición de sostenibilidad: ¿sabes qué es y sobre qué trata?* <https://blog.oxfamintermon.org/definicion-de-sostenibilidad-sabes-que-es-y-sobre-que-trata/#:~:text=La%20sostenibilidad%20se%20refiere%2C%20por,medio%20ambiente%20y%20bienestar%20social>

- Peralta Lovo C. Z. (2015). *La equidad de género en la toma de decisiones a nivel de la Unidad de Producción Agropecuaria y de la Comunidad de Nandarola. Municipio de Nandaimé (2015)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3172/1/tne50p426.pdf>
- Platas-Rosado, D. E., Vilaboa-Arroniz, J., y González-Reynoso, L., y Severino-Lendechy, V. H., y López-Romero, G., y Vilaboa-Arroniz, I. (2017). Un análisis teórico para el estudio de los agroecosistemas. *Agroecosistemas tropicales y subtropicales*, 20 (3), 395-399. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93953814017>
- Platnick, N. I. (2011). *The World spider catalog, version 11.5*. New York: American Museum of Natural History. <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>
- Primavesi, A. (1982). *Manejo ecológico del suelo*. Ed. El ateneo, 5ta edic. https://books.google.com.ni/books/about/Manejo_ecol%C3%B3gico_del_suelo.html?id=n-1HAAAAYAAJ
- Purroy-Vásquez, R., Gallardo-López, F., Ortega-Jiménez, E., Díaz-Rivera, P., López-Ortiz, Silvia, y Torres-Hernández, G. (2016). Eficiencia energética y económica, bienestar familiar y productividad en agroecosistemas tropicales. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(4), 513-527. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000400513&lng=es&tlng=es.
- Ramos Ordóñez D E., y Galarza Chasi M A. (2012). *Plan de desarrollo local para la parroquia rural linares, cantón el chaco, provincia de napo*. [Tesis de grado, Universidad Centra Del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/823/1/T-UCE-0005-103.pdf>

- Renyi, A. (1960). On measures of Entropy and information. In: Neyman, J. (Ed). Proceedings of the 4 th Berkeley Symposium on Mathematica Statitics and Probability, vol.1, pp. 547-561. University of California Press, Berkely, C.A. Research and Development Center. 6 pp.
[https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1667043](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1667043)
- Restrepo M. J., Ángel S. D. I., y Prager M. M. (2000). Agroecología.
https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Agroecologia.pdf
- Riestra D. J. L. (2018). Las Dimensiones del Desarrollo Sostenible como Paradigma para la Construcción de las Políticas Públicas en Venezuela. *Rev. Tekhné. Vol. 21, Núm 1* (2018):024-033. <http://oaji.net/articles/2019/7118-1556541279.pdf>
- Rodríguez González, H. R. (2014). Evaluación agronómica con enfoque agroecológico en un sistema diversificado de guayaba (*Psidium guajava L.*), nopal (*Opuntia ficus L.*), piña (*Ananas comosus L.*) y papaya (*Carica papaya L.*) utilizando vermicompost, Managua, Nicaragua, 2009-2011. Managua, Nicaragua: <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04r696a.pdf>.
- Rodríguez González, H. R., Salazar Centeno, D. J., García Centeno, L. J., y Fernández Álvarez, J. C. (2021). Macrofauna superficial y edáfica en Nicaragua: Distribución espacial, abundancia, diversidad y funciones. En J. Rojas Meza, F. Chavarría Aráuz, y D. J. Salazar Centeno, *La Agroecología y Agroindustria* (pág. 141). Managua: Universitaria.
<http://www.cnu.edu.ni/Revistas/libroSDRA/Libro%20La%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Agroindustria.pdf>
- Rodríguez, I., Crespo, G. & Fraga, S. (2000). Influence of the shaded area from carob (*Albizia lebbek*) trees on *C. nlemfuensis* pasture and soil indicators. *Cuban J. Agric. Sci.* 34: 263.

- Rodríguez, I., Torres, V., y Crespo, G. (2009). Biomasa y diversidad de la Macrofauna del suelo en diferentes pastizales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36 (4): 403-408, 2002. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/unanicaraguasp/reader.action?docID=10357351>
- Sabattini R. A., Wilson, M G., Muzzachiodi N., y Dorsch, A. F. (1999). Guide to characterize the agroecosystems of northern center Entre Ríos. *Revista Científica Agropecuaria* (3): 2. http://ns1.fca.uner.edu.ar/rca/Volumenes%20Anteriores/Vol%20Ante%203/rca_3_pdf/3_7_19.pdf
- Salas-Bourgoin M.A. (2012). Propuesta de Índice de Calidad de Vida en la Vivienda. Cuadernos CENDES, vol. 29. Núm. 79, [Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela]. 63p. <https://www.redalyc.org/pdf/403/40324004004.pdf>
- Salazar Centeno, D. J., García Centeno, L. J. Rodríguez González, H. R., Arsenio Calero, C., Morales Navarro, M. A. Valverde Luna, L. O. (2017). Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.) en San Ramón y dos en condega, Nicaragua. Cenida. <https://cenida.una.edu.ni/documentos/NF08U58ea.pdf>
- Sánchez S. y Reinés. (2001). PAPEL DE LA MACROFAUNA EDAFICA EN LOS ECOSISTEMAS GANADEROS. *Pastos y Forrajes* Vol. 24, No. 3. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Sanchez-y-Reines-2001.pdf>
- Sans, F. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas*, 16(1). 3. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/137/0>
- Santoyo H.; Ramírez P.; Sudevi, M. (2000). Manual para la evaluación de programas de desarrollo rural. Morelos, Zacatecas.p 7. https://repositorio.chapingo.edu.mx/bitstream/handle/20.500.12098/381/L-manual_1ed-00.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sarandón, S. J. (2011). *El agroecosistema: un ecosistema modificado*. Capítulo 4. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/39199/mod_resource/content/1/Capitulo%204%20Agroecosistemas.pdf

- Sarandón, S.J. (2002). El agroecosistema: un sistema natural modificado. Agroecología: El camino para una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Argentina
- Sili, M. (2016). Un modelo para entender la dinámica del territorio rural: El caso de Argentina. *Mundo agrario*, 17 (34), 00. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1515-59942016000100003&lng=es&tlng=en.
- Silva-Santamaría, L., Ramírez-Hernández, O. (2017). Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en san José de las Lajas, provincia de Mayabeque, Cuba. *Luna azul*. Vol (44). 121. <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n44/n44a08.pdf>
- Sonco Suri, R. (2013). Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) en tres localidades de un bosque montano en la region de madidi, la paz-Bolivia. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andres]. http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf
- Trejos, R. A., Pomareda C.,y Villasuso, J. M (2004). Políticas e instituciones para la agricultura de cara al siglo XXI: replanteando las competencias de los ministerios de agricultura y los gremios. ISBN 92-9039-601 6
- Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). (1997). Un enfoque para la evaluación del progreso hacia la sostenibilidad. Serie Herramientas y Capacitación. IDRC-CRDI, Canadá.
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - Managua - Nicaragua, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo - México, Universidad de Caldas - Colombia, Universidad Guglielmo Marconi - Italia, Universidad de Valladolid - España... (2011). Biodiversidad: proyecto Universidad en el Campo (Ed.1). <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4770/biodiversidad.pdf>
- Universidad Pontificia Bolivariana. (2018). *¿Qué es la Dimensión Económica?* <https://www.upb.edu.co/es/sostenibilidad/que-es-dimension-economica-ods>

- Vargas Urbina J. E., Laguna Ramíres M. J. (2017). Diversidad de la macrofauna del suelo en relación al diseño y manejo de los agroecosistemas cafetaleros en Matagalpa, Nicaragua 2016. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria, UNA.]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp34v297.pdf>
- Vargas-Niño, A. P., y Sánchez-Muñoz., O. D. y Serna-Cardona, F. J. (2005). Lista de los géneros de Termitidae (Insecta: Isoptera) de Colombia. *Biota Colombiana. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal* 6 (2), 181-190. <https://www.redalyc.org/pdf/491/49160204.pdf>
- Vega, Mora, L. (2013). Dimensión Ambiental, Desarrollo Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Desarrollo. *Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean vol (14-16)*. 5. <http://laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP256.pdf>
- Velásquez Hernández J. R. (2014). *Análisis de los factores socioeconómicos y culturales que inciden en el Desarrollo Rural de la comunidad de Las Perlas municipio de Ticuantepe 2011-2013* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/852/1/tne50v434.pdf>
- Whittaker, R. H. (1960). Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*, 30, 279–338. <https://doi.org/10.2307/1943563>
- Zaldívar S., N; Benítez, D.; Pérez, B.; Fernández, Y.; Montecelos, Y. (2009). Efecto de la vegetación sobre la biodiversidad de macroinvertebrados del suelo en ecosistemas ganaderos Bayamo, Granma Cuba
- Zerbino Bardier, M.S. (2005). Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. (Tesis de maestría). Universidad de la República de Uruguay. Reportado de: http://ambiente.fcien.edu.uy/tesis/Tesis_Stella_Zerbino.pdf
- Zerbino S y Leoni C. (2004). *Importancia de la biodiversidad para el funcionamiento de los agroecosistemas*. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12660/1/sad-674-2012-Zerbino-Leoni.pdf>

Zumbado Arrieta, M y Azofeifa Jiménez, D. (2018). *Insectos de importancia agrícola*.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Proceso de identificación de macrofauna utilizando claves taxonómicas



Anexo 2. Resultados de pruebas de materia orgánica

Lote 1



Lote 2



Lote 3

