



*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Comparación de los diseños, manejos y biodiversidad de
la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas con
granos básicos, Diriamba, Carazo, Nicaragua 2016**

AUTORES

Br. Yeltsin Joell Aguilera Quiroz

Br. Maxdali de los Ángeles Pilarte Morraz

ASESORES

Ing. MSc. Hugo René Rodríguez González

Dr. Dennis José Salazar Centeno

MSc. Leonardo García Centeno

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2017



*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Comparación de los diseños, manejos y diversidad de la
macrofauna edáfica en dos agroecosistemas con granos
básicos, Diriamba, Carazo, Nicaragua 2016**

AUTORES

Br. Yeltsin Joell Aguilera Quiroz

Br. Maxdali de los Ángeles Pilarte Morraz

ASESORES

Ing. MSc. Hugo René Rodríguez González

Dr. Dennis José Salazar Centeno

MSc. Leonardo García Centeno

**Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado
académico de Ingeniero Agrónomo**

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Agronomía, como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Agrónomo.

Miembros del tribunal examinador.

Presidente

secretaria

Vocal

Lugar y fecha (día/mes/año) _____

CONTENIDO

| Sección | Página |
|---|--------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| ÍNDICE DE CUADROS | iv |
| ÍNDICE DE FIGURAS | v |
| ÍNDICE DE ANEXOS | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo general | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 4 |
| 3.1 Ubicación y fecha del estudio | 4 |
| 3.1.1 Clima del municipio de Diriamba | 5 |
| 3.1.2 Vegetación del municipio de Diriamba | 5 |
| 3.1.3 Suelos del municipio de Diriamba | 5 |
| 3.2 Diseño metodológico | 6 |
| 3.2.1 Descripciones de la finca | 6 |
| 3.2.2 Muestreo de macrofauna | 6 |
| 3.2.3 Fase de laboratorio | 7 |
| 3.3 Manejo de las fincas | 7 |
| 3.3.1 Finca El Chipote | 7 |
| 3.3.2 Finca El Manantial | 7 |
| 3.4 Variables evaluadas | 7 |
| 3.4.1 Complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad. | 7 |
| 3.4.2 La diversidad de clases, órdenes y familias de macrofauna | 8 |
| 3.4.3 Diversidad alfa o riqueza de clases, órdenes y familias de macrofauna | 8 |
| 3.4.4 Uniformidad de clases, órdenes y familias de macrofauna | 8 |
| 3.4.5 Dominancia de clases, órdenes y familias de macrofauna | 8 |
| 3.4.6 Equidad (Berger-Parker) de clases, órdenes y familias de macrofauna | 8 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.4.7 | Diversidad beta o disimilitud de clases, órdenes y familias de macrofauna | 8 |
| 3.5 | Análisis de los datos | 9 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 11 |
| 4.1 | Características de los diseños y manejos de la biodiversidad en dos agroecosistemas de granos básicos. | 11 |
| 4.1.1 | Diseño y manejo de la biodiversidad productiva | 11 |
| 4.1.2 | Manejo y conservación del suelo | 12 |
| 4.1.3 | Manejo y conservación de agua | 13 |
| 4.1.4 | Manejo de las intervenciones sanitarias en los rubros productivos. | 14 |
| 4.1.5 | Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar. | 15 |
| 4.1.6 | Estado de los elementos de la biodiversidad asociada. | 16 |
| 4.1.7 | Coefficiente de medición de la biodiversidad. | 17 |
| 4.2 | Macrofauna edáfica en dos agroecosistemas con granos básicos con diseño y manejo de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos | 18 |
| 4.2.1 | Caracterización de organismos por clase encontrados en agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo | 19 |
| 4.2.2 | Categorización de organismos por orden encontrados en agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos | 20 |
| 4.2.3 | Categorización de organismos por familia encontrados en agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo | 20 |
| 4.3 | Rol funcional de organismos encontrados en agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo | 22 |
| 4.3.1 | Depredadores | 22 |
| 4.3.2 | Detritívoros | 22 |
| 4.3.3 | Fitófagos | 24 |
| 4.3.4 | Hematófagos | 24 |
| 4.4 | Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las clases en dos fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo | 24 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.5 | Índice de disimilitud para las clases de organismos encontrados en dos agroecosistemas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo | 26 |
| 4.6 | Índice de diversidad alfa para los órdenes de organismos encontrados en dos fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo | 27 |
| 4.7 | Índice de disimilitud para los órdenes de organismos encontrados en dos fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo | 28 |
| 4.8 | Índice de diversidad alfa para las familias encontradas en dos fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo | 29 |
| 4.9 | Índice de disimilitud para las familias encontradas en dos fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo | 30 |
| V. | CONCLUSIONES | 32 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 33 |
| VII. | LITERATURA CITADA | 34 |
| VIII. | ANEXOS | 40 |

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios que me ha regalado entendimiento y numerosas bendiciones para poder cumplir mi gran objetivo de convertirme en ingeniero agrónomo, permitiéndome terminar con éxito mi carrera.

A mi Madre Norma Elena Quiroz Cárcamo por confiar plenamente en mis capacidades, apoyándome en todos mis compromisos, dándome la mano en los momentos más difíciles.

A mi Hijo por ser de mucha bendición en mi vida, tenerlo me ha servido de ánimo para triunfar en mi vida.

A todos aquellos familiares y amigos cercanos que me apoyaron siempre cuando más los necesité. Los amare y respetare siempre.

Br. Yeltsin Joell Aguilera Quiroz

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por su Sabiduría, amor y bendiciones que me ha regalado en especial la de culminar con éxito mis estudios, dándome el entendimiento para seguir adelante sin importar los obstáculos.

A mis padres Lila Morras y Rene Pilarte por brindarme su apoyo en todos los momentos en que los necesité, ganando mi amor y respeto hacia ellos, por lo que no tengo palabras para agradecerles.

A mi hijo por ser mi inspiración, mi adoración y mi fortaleza ante las situaciones difíciles.

A todos aquellos amigos que me tendieron su mano cuando los necesité, estaré plenamente agradecido con ellos.

Br. Maxdali de los Ángeles Pilarte Morraz

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por guiarme en el camino correcto de la felicidad has ahora, me ha bendecido y cuidado siempre y confió que así seguirá.

En segundo lugar, a mi madre Norma Elena Quiroz Cárcamo que con su sudor me apoyo en lo necesario para afrontar los problemas de mi vida, dándome también ánimos y consejos para que siguiera siempre por el buen camino.

A mis abuelas María Cárcamo é Isabel Aguilera que siempre aportó un granito de arena para facilitarme mis objetivos, siempre estuvieron cuando más lo necesité las quiero mucho nunca me olvidare de lo bendecido que he sido al tenerlas.

A mi tía Rosario Moncada Cárcamo que siempre me ayudó en lo que podía, considerándola otra de las bendiciones que me ha dado Dios.

A la mujer que me ha acompañado durante tres años, en las buenas y las malas siempre estuvo a mi lado y le agradezco que me haya permitido obtener lo más lindo que dios me haya dado para querer y amar por siempre.

Al **Dr. Dennis Salazar** y al **MSc. Hugo Rodríguez** por haberme propuesto realizar esta investigación que me permitió obtener mucha experiencia y por ayudarme a estructurar esta investigación, estando siempre cuando yo necesité asesoría.

A los maestros que durante todo el transcurso de mi carrera me brindaron nuevos conocimientos importantes en mi futuro.

Al proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional (SAN) de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica, generando aportes al modelo de producción con enfoque agroecológico tanto a la seguridad y a la soberanía alimentaria y nutricional, como al desarrollo sostenible de fincas de pequeños productores.

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Página |
|---|---------------|
| 1. Lotificación de los subsistemas en la finca El Chipote y El Manantial | 5 |
| 2. Nivel de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en agroecosistema | 6 |
| 3. Escala de disimilitud para el índice de Bray Curtis | 9 |
| 4. Clases taxonómicas encontradas en dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo 2015-2016 | 19 |
| 5. Ordenes taxonómicos encontrados en dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016 | 20 |
| 6. Familias taxonómicas encontradas en dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejo de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016 | 21 |
| 7. Número de organismos según las familias taxonómicas y su rol funcional que desempeñan en la finca El Chipote (F. Ch) y la finca El Manantial (F.M) | 23 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|---------------|---|---------------|
| 1 | Ubicación geográfica del área perimetral y subsistemas de la finca El Chipote y la finca El Manantial. | 4 |
| 2 | Diseños y Manejos de la Biodiversidad Productiva en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 12 |
| 3 | Manejo y Conservación del Suelo en dos agroecosistemas con granos básico, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 13 |
| 4 | Manejo y conservación del agua en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 14 |
| 5 | Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 15 |
| 6 | Manejo de los elementos de la Biodiversidad Auxiliar en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 16 |
| 7 | Estado de los Elementos de la Biodiversidad Asociada en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 17 |
| 8 | Coeficiente del Manejo de la Biodiversidad en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 18 |
| 9 | Índice de Biodiversidad alfa (Renyi) para las clases de dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 25 |
| 10 | Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las clases de dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 26 |
| 11 | Índice de Biodiversidad alfa (Renyi) para los órdenes de dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 27 |
| 12 | Índice de disimilitud según Bray-Curtis para los órdenes de dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 28 |
| 13 | Índice de Biodiversidad alfa (Renyi) para las Familias de dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 30 |
| 14 | Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las familias de dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016. | 31 |
| Anexo | | Página |

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Hoja de campo utilizada para colecta de insectos | 40 |
| 2 | Indicativos e indicadores de la biodiversidad. | 40 |
| 3 | Aplicación de la metodología para la colecta de la macrofauna en la finca El Manantial | 41 |
| 4 | Aplicación de la metodología para la colecta de la macrofauna en la finca El Chipote | 42 |

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación fueron evaluados dos agroecosistemas con granos básicos, ubicados en la comunidad El Limón, Diriamba, Carazo, 2015-2016. En estos sistemas de producción se evaluó el diseño y manejo de la biodiversidad de la macrofauna edáfica con el objetivo de comprobar el impacto que provoca el manejo de la biodiversidad en ambos sistemas, esta investigación se inició en octubre del 2015. Se realizó un estudio de complejidad de los sistemas de producción en donde la finca el chipote obtuvo un coeficiente de manejo de su biodiversidad de 2.95 categorizándola como compleja; la finca EL Manantial obtuvo 1.46 que la convierte en medianamente compleja. Dentro de la macrofauna los organismos encontrados fueron clasificados taxonómicamente en Clase, Orden y Familia, la clase Insecta fue la más abundante, los órdenes Hymenoptera e Isóptera los más representativos y las familias Formicidae y Rhinotermitidae las que poseen mayor cantidad de organismos. Se determinó su rol funcional en el sistema entre las que se encontraron están las de depredadores, detritívoros, fitófagos, hematófagos y omnívoros, en donde los detritívoros son los más abundantes. Se realizó un análisis de su diversidad mediante los índices de Renyi y Bray-Curtis. El índice de Renyi para las clases indicó que ambas fincas tienen la misma riqueza de clases, pero es más abundante en órdenes y familias la finca compleja, la finca compleja resultó más diversa y más uniforme. El índice de Bray-Curtis resultó con una baja disimilitud de las clases Insecta y Diplopoda en ambos sistemas hay presentes estas clases en cantidades similares.

Palabras clave: artrópodos, biodiversidad, diversidad, rol, manejo.

ABSTRACT

Two agroecosystems with basic grains, were evaluated in the community of El Limón, Diriamba, Carazo, 2015-2016. In these production systems, the management and design of the biodiversity of edaphic macrofauna was evaluated in order to verify the impact of biodiversity management in both systems. This research was initiated in October 2015. A study of Complexity of the production systems in which the farm the Chipote gave a management coefficient of its biodiversity of 2.95 categorizing it as complex; The farm El Manantial obtained 1.46 that makes it moderately complex. Within the macrofauna, the organisms found were classified taxonomically in Class, Order and Family, the class Insecta was the most abundant, the orders Hymenoptera and Isóptera the most representative and consequently the families Formicidae and Rhinotermitidae those that possess greater amount of organisms. Its functional roll was determined in the system among which were found those of predators, detritivores, phytophagous, hematophagous and omnivorous, where detritivores are the most abundant. An analysis of its diversity was carried out using the Renyi and Bray-Curtis indices. Renyi's index for the classes indicated that both farms have the same richness of classes, but the complex farm is more abundant in orders and families, the complex estate is more diverse and more uniform in terms. The Bray-Curtis index resulted in a low dissimilarity of the classes Insecta and Diploda in both systems are present these classes in similar quantities.

Key words: arthropods, biodiversity, diversity, role, management.

I. INTRODUCCIÓN.

Vandermeer (1995) describe que la agroecología va más allá de un punto de vista unidimensional de los agroecosistemas (su genética, edafología y otros) para abrazar un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de coevolución, estructura y función. En lugar de centrar su atención en algún componente particular del agroecosistema, la agroecología enfatiza las interrelaciones entre sus componentes y la dinámica compleja de los procesos ecológicos.

Sarandon y Flores (2014) afirman que la biodiversidad es uno de los componentes agroecológicos; constituye la base de la vida en el planeta y de la sustentabilidad de los agroecosistemas. Es fuente de genes, proporciona una variedad de servicios ecológicos y permiten reducir el uso de insumos externos. La biodiversidad no siempre es tenida en cuenta o valorada correctamente desde el enfoque de agricultura convencional. Este modelo se basa en la simplificación del agroecosistema hasta reducirlo a unos pocos componentes biológicos de alto valor económico.

Vanegas (2010) describe que, en pocas décadas, la diversidad biológica ha sido reconocida a nivel nacional e internacional como un elemento fundamental para el desarrollo de planes de conservación y el uso sustentable de los recursos naturales. Su conocimiento, cuantificación y análisis es fundamental para entender el mundo natural y los cambios inducidos por la actividad humana.

Los ecosistemas que se simplifican y modifican para satisfacer las necesidades alimenticias de humanos, quedan inevitablemente sujetas a daños por plagas y generalmente, mientras más intensamente se modifican tales ecosistemas más abundantes y serios son los problemas de plagas (Altieri, 2001).

Normalmente, se hacen llamar sistemas complejos a aquellos sistemas que tienen mucha interdependencia entre las relaciones de sus componentes. La fragmentación de la complejidad, la asignación del valor de cada uno de los componentes y las interacciones entre dichos componentes, ejerce toda fuerza como mecanismo validador o probatorio que determina la complejidad. Entre menos interacciones contenga un sistema éste será menos complejo (Tarride, 1995).

La evidencia demuestra que en la medida que se incrementa la diversidad vegetal, la reducción de plagas alcanza un nivel óptimo resultando en rendimientos más estables. Aparentemente, mientras más diverso es el agroecosistema y mientras menos disturbada es la diversidad, los nexos tróficos aumentan promoviendo la estabilidad de la población de insectos. Es claro que esta estabilidad no sólo depende de la diversidad trófica sino más bien de la respuesta dependiente de la densidad que tengan los niveles tróficos más altos; por ejemplo, los predadores se reproducen más o se alimentan más en la medida que los herbívoros aumentan su población (Southwood y Way, 1970).

La fauna del suelo está constituida por organismos que pasan toda o una parte de su vida sobre la superficie inmediata del suelo, en los troncos podridos y la hojarasca superficial de la tierra, incluyendo desde animales microscópicos hasta vertebrados de talla mediana. Para vivir en el suelo estos organismos han tenido que adaptarse a un ambiente compacto, con baja concentración en oxígeno y luminosidad, pocos espacios abiertos, baja disponibilidad y calidad de alimento y fluctuaciones microclimáticas que pueden llegar a ser muy fuerte (Lavelle *et al.*, 1992).

La diversidad y la abundancia de la macrofauna variará en función de la intensidad de uso de la tierra y la aplicación de diferentes prácticas agrícolas. Un manejo adecuado del suelo proporcionará una mayor variedad y cantidad de organismos edáficos que puedan ayudar a asegurar el reciclaje de nutrientes, un rápido crecimiento de las plantas y una capacidad productiva sostenible del sistema. Esto sería particularmente importante en áreas cultivadas de bajos insumos y en suelos infértiles (Cabrera, 2014).

Por su función e impacto en el suelo, su forma de vida y su fuente de alimentación o hábito alimentario, la macrofauna se puede dividir en distintos grupos funcionales, entre ellos los detritívoros, los herbívoros y los depredadores y con una repercusión especial en la evolución y productividad del suelo se pueden señalar a los ingenieros del ecosistema (Zerbino *et al.*, 2008).

La diversidad de especies es un tema en ecología de comunidades como en biología de la conservación. Su estudio ha adquirido mayor relevancia en los últimos años debido a su relación con el funcionamiento de los ecosistemas y la estabilidad (Maclaurin y Sterelny, 2008)

La diversidad ha sido separada en diferentes componentes de acuerdo a los fenómenos que son de interés para los ecólogos (Whittaker, 1972). Así, la diversidad alfa mide la riqueza de especies de un ensamble local; mientras que la beta, el grado de diferencia entre las comunidades (Whittaker *et al.*, 2001).

Se realizó una comparación entre dos agroecosistemas, en las cuales se han implementado principios y estrategias agroecológicas para el diseño y manejo de la biodiversidad de sistemas agrarios sostenibles durante varios años, así como una evaluación de la macrofauna edáfica y su rol funcional en dos agroecosistemas con granos básicos.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Comparar la complejidad de los diseños, manejos de la diversidad, la macrofauna edáfica, su rol funcional y el comportamiento de sus poblaciones en dos agroecosistemas con granos básicos.

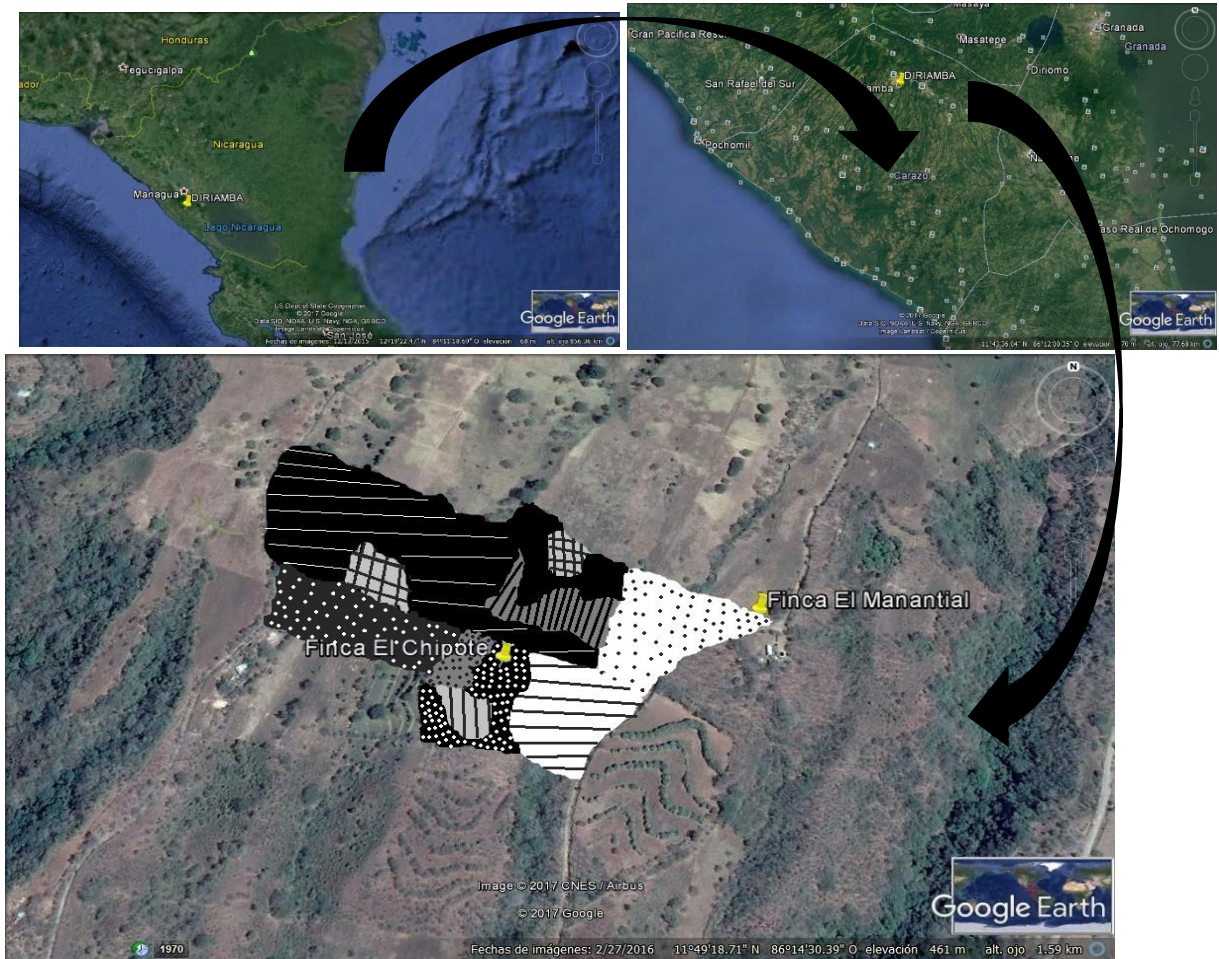
2.2.Objetivos específicos

- 1.** Determinar el grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en dos agroecosistemas con granos básicos.
- 2.** Categorizar taxonómicamente los organismos de macrofauna edáfica en dos agroecosistemas con granos básicos.
- 3.** Describir el rol funcional de la macrofauna en dos agroecosistemas granos básicos,
- 4.** Cuantificar el perfil de diversidad alfa y el índice de disimilitud beta de la macrofauna en dos agroecosistemas granos básicos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fecha del estudio

El estudio se realizó en la comunidad Rio del Limón del municipio de Diriamba, departamento de Carazo, Nicaragua, desde octubre del 2015 hasta diciembre del 2016, en las fincas el Manantial y El Chipote de los productores Miguel Sandino y Evelio Sandino, este municipio se encuentra ubicado entre 11° 51' de longitud norte y 86° 14' de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 580.13m (INIDE y MAGFOR, 2013).



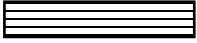
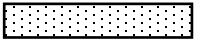


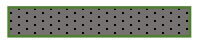





| El Chipote | | El Manantial | |
|--------------------|---|--------------|---|
| Bosque |  | Bosque |  |
| Musáceas + guayaba |  | Pasto |  |
| Frijol + Maíz |  | Frijol+ Maiz |  |
| Sorgo + Gandul |  | Sorgo |  |
| Frutales |  | Potreros |  |

Figura 1. Ubicación geográfica del área perimetral y subsistemas de la finca El Chipote y la finca El Manantial.

Cada agroecosistema o finca se dividió en 5 subsistemas según los siguientes criterios:

1. Pendiente (escoger la parte alta, media y baja del terreno como parcelas hasta completar los 5 subsistemas).
2. Vegetación.
3. Cultivos anuales.
4. Cultivos perennes.
5. Ganado y pasto.

Basados en estos criterios, se hizo un mapa de la finca georreferenciado indicando su poligonal y cada subsistema. Reflejados en la figura 1.

Cuadro 1. Lotificación de los subsistemas en la finca El Chipote y El Manantial.

3.1.1 Clima del municipio de Diriamba

El área de estudio se caracteriza por dos zonas intermedias con un clima tropical semi húmedo, siendo relativamente fresco con leves alzas de temperatura, que oscilan entre los 25°C y 27°C, con un promedio anual de precipitaciones que alcanzan entre los 1,200 y 1,400mm, las máximas elevaciones se encuentran entre los 580.13 msnm. Predomina un relieve de 2 y 8% en las partes altas y bajas de la zona, aunque es posible encontrar pendientes de 8 al 30% en la parte media (INIFOM, 1996).

3.1.2 Vegetación del municipio de Diriamba

La clasificación de Holdridge (1987) describe que esta zona se caracteriza por tener bosques secos tropicales. El relieve de Carazo está formado por suaves colinas y pequeñas depresiones formadas por ríos y quebradas que circulan por el corredor biológico. Sus suelos son de características entre franco-limosa y franco-arenosa. El departamento posee el 46.5 % de su territorio con suelos de uso agropecuario, de los cuales el 33.4 % es de uso amplio, es decir suelos sin ningún tipo de restricción para la producción de los cultivos, el 13.1 % restante posee algún tipo de limitación ya sea de clima o suelo, lo que restringe el desarrollo adecuado de los cultivos, siendo necesario la aplicación de medidas especiales de manejo y conservación de suelos (INIDE y MAGFOR, 2013).

3.1.3 Suelos del municipio de Diriamba

Según el Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM, 1996.), los suelos pertenecen a la provincia costera del pacífico y subprovincia de la cordillera del pacífico. Se caracteriza por ser lomas redondeadas y colinas homoclinales de sedimentos marinos del terciario inferior y medio. Correspondientes a la serie Diriamba (Di) con permeabilidad moderadamente lenta, capacidad de humedad disponible moderada y una zona radicular de profunda a moderadamente profunda. El contenido de materia orgánica es moderado los suelos son moderadamente altos en bases y la saturación de bases es mayor del 65%. Los suelos son deficientes en fósforo asimilables y el potasio asimilable es medio

3.2 Diseño metodológico

3.2.1 Descripción de las fincas

Para la determinación del grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en dos agroecosistemas con granos básicos se aplicó la metodología de Vázquez (2013), que tiene seis componentes, 64 indicadores y un coeficiente de manejo de la biodiversidad que categoriza a la finca en diferentes grados de complejidad.

Para realizar los cálculos se establecieron los indicadores que cita Vázquez (2013) donde se evalúan las fincas mediante una escala de 0 a 4 grados, considerando recomendaciones de Sarandon & Flores (2014), quedando el último valor de la escala (4) como óptimo y permite ponderar los indicadores que más interesan respecto a la capacidad de autorregulación del sistema. A medida que avanza hacia el valor óptimo se considera que la finca posee una mejor resiliencia ante el cambio climático, respecto a la reconversión de los sistemas de producción agropecuaria hacia sistemas sostenibles.

Al concluir el proceso de diagnóstico con esta metodología se determina el coeficiente de manejo de la biodiversidad (CMB) del sistema de producción. Para determinar el CMB se promedian los valores correspondientes de cada componente. Los valores de estos coeficientes y su significado se ilustran en el Cuadro 1.

Cuadro 2. Nivel de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en el agroecosistema Vázquez (2013).

| CMB | Grado de complejidad |
|-----------|----------------------------|
| 0 – 1.0 | Simplificado (s) |
| 1.1 – 2.0 | Poco complejo (pc) |
| 2.1 – 3.0 | Medianamente complejo (mc) |
| 3.1 – 3.5 | Complejo (c) |
| 3.6 – 4.0 | Altamente complejo (ac) |

3.2.2 Muestreo de macrofauna

El muestreo se realizó en el mes de octubre correspondiente a la época lluviosa esto permite el incremento de diversidad y mayor actividad de organismos. El método utilizado fue propuesto por el Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF) (Anderson y Ingram, 1993).

Este procedimiento se realizó en cinco sitios para completar los cinco puntos de muestreos por parcela para un total de 25 muestras para finca El chipote y de la misma manera para La finca El Manantial. El distanciamiento es de cinco metros entre monolitos colocados en zigzag de forma aleatoria.

Cada monolito tenía las siguientes dimensiones: 25 cm x 25 cm x 30 cm. Los monolitos fueron extraídos del suelo marcándolos con un cuadro de madera de 25 cm x 25 cm (0.0625m²). Las profundidades de extracción del nivel superficial a 10cm de profundidad, luego 20cm y 30cm. los especímenes fueron extraídos en el sitio del muestreo golpeando y quebrando los trozos de madera y revisando la hojarasca (Anexo 3).

Los especímenes frágiles de cada estrato fueron extraídos con un pincel y el resto con una pinza; se colocaron en un frasco plástico (Anexo 4) con su respectiva información (finca, parcela, muestra, profundidad); las lombrices fueron conservadas en formaldehído al 4% para evitar la supuración de la mucosa y el resto de la macrofauna en alcohol al 70% y posteriormente se procedió a la identificación.

3.2.3 Fase de laboratorio

Las muestras recolectadas se trasladaron al Laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional Agraria para su respectiva identificación. Se extrajeron los especímenes de los frascos y se colocaron en papel toalla. Una vez secos se ubicaron sobre un vidrio reloj bajo el lente de un estereoscopio, donde se detallaron sus características morfológicas para ser clasificados taxonómicamente desde Phylum hasta familia (Anexo 1). Para la identificación se utilizaron claves taxonómicas de diferentes literaturas como McGavin (2000), Jiménez (2009), Cabrera (2014), Ayala & Monterroso (1998), Mendoza & Gómez (2006), Cabezas (1996), Coronado & Márquez (1991) & Andrews y Caballero (1989).

3.3 Manejo de las fincas

3.3.1 Finca El Chipote

En esta finca se cultivan una gran variedad de cultivos (Gandul, Caupi, Sorgo, Maiz y frijol) establecidos normalmente en asocio el frijol con el maíz y el sorgo con gandul y caupi. En esta finca se realizan técnicas de conservación de suelo incorporando los residuos de las cosechas, abonos orgánicos, aplicaciones con productos a base de ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.), apasote (*Dysphania ambrosioides* L.).

3.3.2 Finca el Manantial

En esta finca se cultivan (maíz, Sorgo, pasto, Frijol), se realizan aplicaciones de abonos sintéticos (urea 46%, Completo 15-15-15), se realizan aplicaciones de Glifosato, Phyton, Cypermetrina, Engeo, y se realizan actividades como la chapia y poda.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1. Complejidad de los diseños y manejo de la biodiversidad

Con esta variable se pretende identificar el nivel de complejidad de los diseños y manejo de la biodiversidad en las fincas El Chipote y El Manantial. Para ello se realizó un diagnóstico (tipo encuesta) basado en la metodología de Vázquez (2013), en la que se presentan 7 índices y 64 indicadores (Anexos 2). Este diagnóstico se realizó en el mes de julio del 2016.

3.4.2. a diversidad de clases, órdenes y familias de macrofauna

Se puede definir como el número de familias (riqueza) dentro de un área de referencia local de un determinado de hábitat (como un lote de cultivo). Generalmente en las evaluaciones biológicas se usan índices de diversidad que responden a la riqueza de familias y a la distribución de los individuos entre las familias, la estimación se realiza a través de diferentes índices, son el de Shannon- Wiener, el de Simpson, Berger Parker (Orellana, 2009).

3.4.3 Diversidad alfa o riqueza de clase, órdenes y familias de macrofauna

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una muestra territorial, adaptadas a un hábitat homogéneo, cuyo tamaño determina el número de especies por la relación área-especie, en la cual mayor área mayor cantidad de especies (Whittaker, 1972).

3.4.4 Uniformidad de clase, órdenes y familias de macrofauna

El índice de Shannon es indicado para representar la diversidad de familias basada en la teoría de información; De esta forma, el índice contempla la cantidad de familias presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Magurran, 2001).

3.4.5 Dominancia de clase, órdenes y familias de macrofauna

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies el más utilizado es el de Simpson. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001).

3.4.6 Equidad (Berger Parker) de clase, órdenes y familias de macrofauna

Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

3.4.7 Diversidad beta o disimilitud de clase, Orden y familia de macrofauna

Con este tipo de diversidad se comparan distintas comunidades en tramos equivalentes, esta expresa el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Estos índices pueden obtenerse con base en datos cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Baev y Panev, 1995).

Para categorizar el taxón con el índice de disimilitud se tomaron diferentes rangos para agruparlos:

Cuadro 2. Escalas de disimilitud para el índice de Bray-Curtis.

| Escala de disimilitud (índice de Bray- Curtis) | |
|---|------------------------|
| 0-0.33 | Disimilitud alta |
| 0.34-0.66 | Disimilitud intermedia |
| 0.67 -1 | Disimilitud baja |

3.5 Análisis de los datos

La determinación de la diversidad de los datos obtenidos de artrópodos asociada a dos sistemas de manejo de granos básicos se realizó mediante un análisis cualitativo-descriptivo con gráficos radicales para la representación de la complejidad de los diseños y manejo de la biodiversidad, usos de tablas de frecuencia para la presentación de la clasificación taxonómica y rol funcional de los organismos muestreados en ambos agroecosistemas, y un análisis descriptivo de graficas de barras y curvas para determinar los índices alpha de perfiles según Renyi y beta de disimilitud según Bray-Curtis.

Índice de Renyi o diversidad alfa: Se realizó con la ecuación de Renyi donde se pueden resumir los aspectos más importantes de la diversidad alfa: la riqueza de especies, la equidad de la distribución y la dominancia.

$$H_q(p) = \frac{1}{1-q} \ln \sum_{i=1}^n p_i^q$$

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

Partiendo de los datos de abundancia de los individuos colectados se calculan los perfiles de Renyi para cada una de los agroecosistemas (Renyi, 1961).

El índice de diversidad de Renyi (Renyi, 1961) 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 especies; alfa es cercano a 1 el perfil se comporta como el índice de Shannon-Weaver; alfa es igual a 2 se comporta como el índice de Simpson; para valores infinitos muy grande se comporta como el índice de Berger-Parker (Gómez, 2008).

Índice de distancia de Bray-Curtis o diversidad beta: La diversidad beta tiene el objetivo de determinar la distancia ecológica entre dos agroecosistemas (fincas) o dos sub sistemas dentro de una misma finca. Esta distancia se mide entre dos comunidades a través de la abundancia de los grupos taxonómicos presentes. Los valores de diversidad beta oscilan entre 0 y 1. Si el valor es cercano a 0 los sub sistemas o agros ecosistemas son completamente diferentes en cuanto a su composición taxonómica. En la medida que el valor se acerca más a 1 los sub sistemas o agros ecosistemas son más similares.

La distancia de Bray-Curtis para cada par de parcelas o fincas se calcula con la siguiente fórmula:

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

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”.

Finalmente se realizó una escala multidimensional no métrico para la comprobación de la hipótesis, todo esto se hizo aplicando el análisis de multivarianza basado en disimilitudes.

Fuente: (Kindt y Coe 2005).

Para categorizar el taxón con el índice de disimilitud se tomaron diferentes rangos para agruparlos y consistió en los siguientes valores: $0 \leq$ Disimilitud alta ≤ 0.33 , $0.33 <$ Disimilitud intermedia ≤ 0.66 y $0.66 <$ Disimilitud baja ≤ 0.99 .

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de los diseños, manejos de la biodiversidad en dos agroecosistemas con granos básicos.

4.1.1 Diseño y manejo de la biodiversidad productiva

La importancia de la biodiversidad para la conservación de los sistemas de producción de productos agropecuarios hacia la sostenibilidad y la Resiliencia, así como el valor que esta tiene para la soberanía tecnológica, energética y alimenticia de los sistemas agrarios, demanda procesos de innovación local que contribuyan a generar diseños y manejos complejos, así como metodologías para evaluarlos (Vasquez, 2013).

En la figura 2 se muestra los indicadores del componente del diseño y manejo de la biodiversidad productiva. La finca El Chipote presentó un mejor manejo de su biodiversidad 2.87; El Manantial obtuvo 2. El Chipote de los 18 indicadores cumple con 9 en su punto óptimo y la Finca El Manantial con 1 indicador en su punto óptimo. Una finca contiene mayor diversidad de especies arbustivas y arbóreas, una alta integración y diversificación. cuando la finca tiene un alto porcentaje de uso de policultivos con una variedad de especies, este agricultor obtiene gran parte de sus semillas de la cosecha realizada y el alimento de sus animales es generado dentro de la finca. La finca “El Manantial” realiza poco asocio de cultivos, hay poca diversidad de los rubros productivos porque se especializa más en la actividad pecuaria, en estas tierras hay establecido gran cantidad de pasto provocando una dependencia de este rubro lo que la hace sensible ante cualquier cambio del precio en la venta de sus pocos productos. El tener un sistema diversificado garantiza una mejor estabilidad de los sistemas productivos, esto asegura una buena disponibilidad de los recursos y una mayor cantidad de productos que podrían salir en algún momento al mercado local asegurando un balance de entradas y salidas en la finca. La finca el chipote está realizando prácticas que aseguran una mejor sustentabilidad del sistema. El propietario de la finca pretende volverlo un sistema agroecológico modificándolo frecuentemente.

Altieri, (1995) afirma que la diversificación de agroecosistemas da como resultado un incremento de oportunidades ambientales para los enemigos naturales y mejoramiento del control biológico de plagas. A medida que los investigadores dirigen sus investigaciones hacia los mecanismos de uso de recursos en poli y monocultivos, se hace más evidente que las ventajas de producción de los policultivos están a menudo asociadas con el uso de una mayor proporción de luz, agua y nutrientes disponibles (captación mayor de recursos) o con el uso más eficaz de una determinada unidad de recursos (mayor eficacia de conversión de recursos) Willey (1990).

La diversificación de cultivos y actividades productivas en una finca contribuyen a la sostenibilidad dando estabilidad. La producción de un solo cultivo para un mercado específico es muy sensible a cambios de mercado, de políticas y otros riesgos naturales. Con la diversificación, aunque un cultivo o el mercado falle hay otras actividades complementarias que pueden generar ingresos para mantener la finca (Morales, 1996).

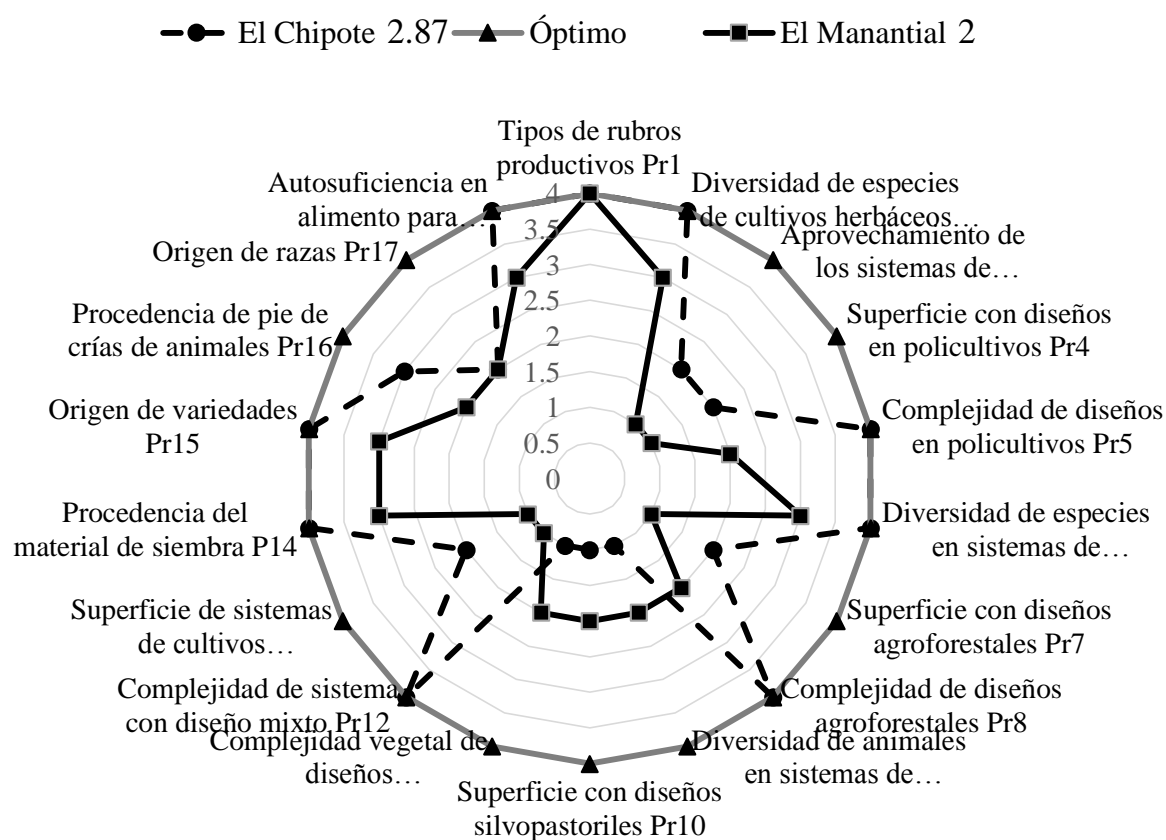


Figura 2. Diseños y manejos de la biodiversidad productiva en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo 2015-2016.

4.1.2 Manejo y conservación del suelo (MCS)

La finca El Chipote alcanzó un valor de 3.11 resultando de los 7 indicadores 5 en el punto óptimo (Figura 3), el productor realiza frecuentemente una rotación en los espacios para cultivos anuales, no se realizan aplicaciones químicas fitosanitarias, hay una buena cobertura, realiza incorporaciones de abonos verdes y restos de cosechas, también sus implementos son especializados en la conservación. La Finca El Manantial obtuvo 1.44, el área de cultivos anuales es pequeña y se realiza el establecimiento del mismo cultivo todas las temporadas. No incorpora biomasa, no realiza un laboreo mínimo y pocas prácticas anti erosivas. Estos resultados demuestran que un manejo debido del suelo garantiza una mejor productividad del mismo.

Morgan (1997) asegura que con el manejo adecuado del suelo se pretende mantener la fertilidad y estructura. Los suelos con elevada fertilidad proporcionan cultivos con altos rendimientos, buena cobertura vegetal y como consecuencia condiciones que permiten minimizar los efectos erosivos de la lluvia al caer, de la escorrentía y el viento.

—●— El Chipote 3.11 —▲— Óptimo —■— El Manantial 1.44

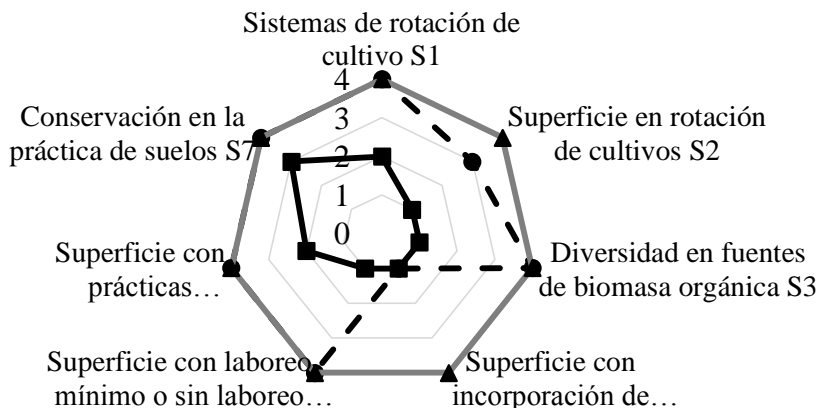


Figura 3. Manejo y conservación del suelo en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo 2015-2016.

La pérdida en la productividad del suelo es más importante que la pérdida del suelo mismo. Por tanto, la conservación del suelo es una parte integral del desarrollo general de la agricultura, empieza con el manejo de una finca y una producción mejorada, esta no debe ser considerada como una actividad aparte (FAO, 1996).

4.1.3 Manejo y conservación del agua (MCA)

Ambas fincas no utilizan sistemas de riego (Figura 4). En la finca El Chipote se encontró un valor de 1.86 debido a que también utiliza una fuente artesanal para abastecerse de agua para uso agrícola, se realizan obras de drenaje de agua. En la finca El Manantial se obtuvo un valor de 1.14 debido a que realizan pocas prácticas que ayudan al drenaje de sus aguas. Las fincas no aprovechan el agua que disponen de sus pozos, utilizándolas más en las labores del hogar que en la actividad agrícola, ambas fincas producen sus cultivos en la época de invierno. El uso del agua y su desperdicio están muy influenciados por el precio, desde la salubridad hasta la erosión del suelo, puede depender de lo que la gente pague por el agua (o lo que crea que paga por ella, que no siempre es lo mismo), los subsidios abiertos y ocultos alteran estos precios reales o supuestos y en la misma forma alteran el comportamiento Umbría *et al.*, (2008).

Donde la existencia de aguas superficiales y subterráneas lo permita, el control de la humedad del suelo con aplicación de agua de riego ofrece un medio para reducir los riesgos de producción e incrementar la productividad agrícola, siempre que se evite el problema de la solarización. Para una producción sustentable en los sistemas de riego, hay que tomar en cuenta las limitaciones físicas del suelo, el contenido y tipos de sales en el agua de riego y el drenaje (FAO, 1996).

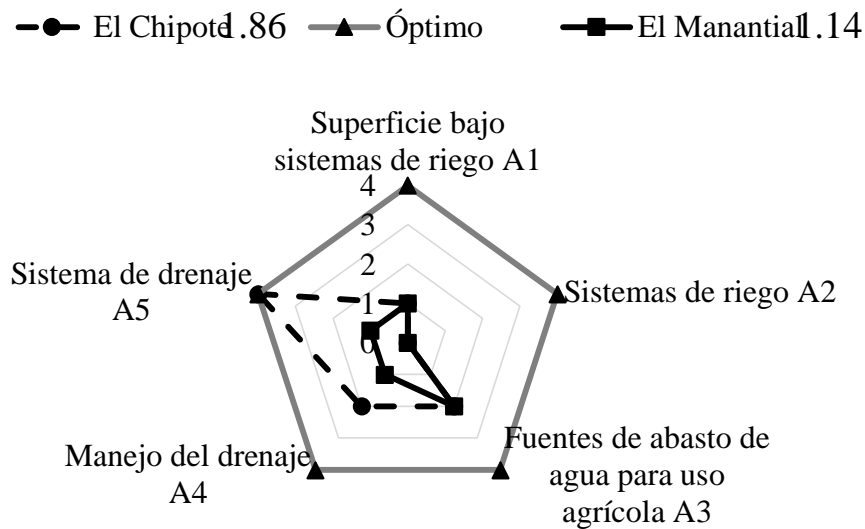


Figura 4. Manejo y conservación del agua en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo 2015-2016.

4.1.4 Manejo de las Intervenciones Sanitarias en Rubros Productivos (MISRPr)

En la finca El Chipote se encontró el valor de 3.57 (Figura 5), la utilización de insumos biológicos para el manejo de plagas y enfermedades y la mayor parte de los insumos son generados en la misma. La finca El Manantial obtuvo 0.43 debido a que todas las intervenciones son hechas con productos químicos de distintas casas comerciales, esto quiere decir que es totalmente dependiente de ellas.

Reducir el uso de insumos externos a la finca y los no renovables con gran potencial de daño al ambiente y a la salud garantiza que un sistema sea más sustentable. Vázquez (2013), afirma que existen diferentes formas de evaluar la optimización de intervenciones en los agroecosistemas, como por ejemplo la disminución de la carga tóxica; son muy útiles los indicadores relacionados con el sistema de decisiones, la reducción del número de aplicaciones o tratamientos, el nivel e integración de productos biológicos y, de estos, los que son obtenidos en el propio sistema.

Altieri y Rosset (1995) describen que la necesidad de subsidiar los monocultivos requiere incrementos en el uso de pesticidas y fertilizantes, pero la eficiencia del uso de insumos aplicados es decreciente y los rendimientos en la mayoría de los cultivos importantes se están estancando. Algunos creen que los rendimientos se están estancados porque el máximo potencial de rendimiento de las actuales variedades ha sido alcanzado, y consecuentemente la ingeniería genética debe ser aplicada con el objetivo de rediseñar el cultivo.

En los sistemas ecológicos intactos las plagas potenciales tienen sus enemigos naturales, que ayudan a mantener su población a un nivel aceptable. En el caso de sistemas agroecológicos y tratándose de insectos plagas no nativos del país, estos organismos pueden ser aprovechados para un sistema de protección vegetal estable (Bachelt, 2004).

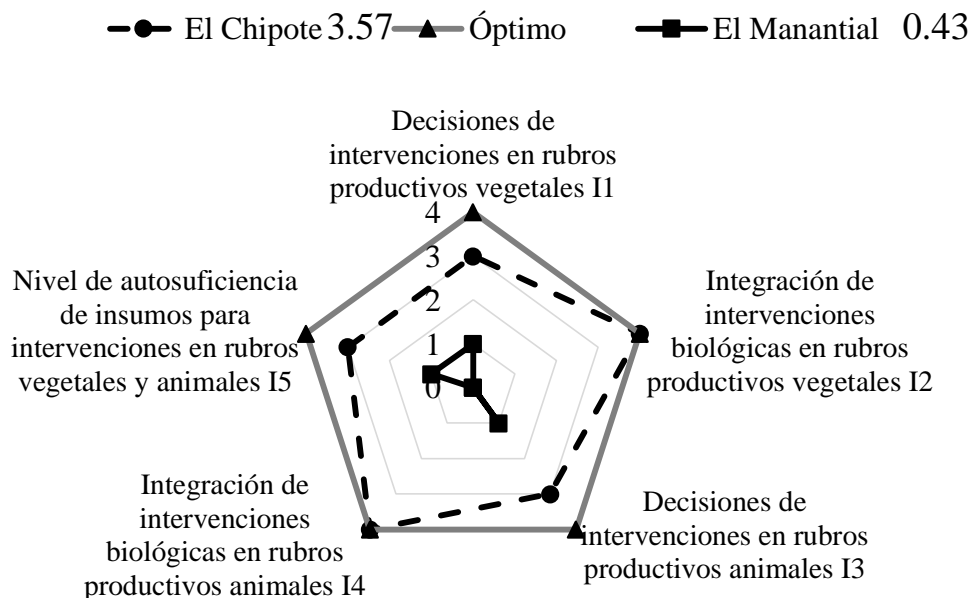


Figura 5. Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo 2015-2016

4.1.5 Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar (DMBA)

La finca El Chipote logró un valor de 3.41 debido a que de los 15 indicadores cumple con 9 en el punto óptimo y la finca El Manantial un valor de 2.05 (Figura 6). La finca El Chipote tiene establecida barreras vivas en más del 75% de su finca, favoreciendo el manejo de una gran diversidad de fauna del suelo, resultando un complemento útil en la conservación de los recursos. Hay una poca diversidad de animales por que la finca está empezando a integrar ganado, por el momento cuenta con pocas gallinas. En la finca El Manantial se encontraron barreras vivas en la mitad de sus campos, el área boscosa está presente en ambas fincas, esta tiene una mejor diversidad de animales (Gallinas, Vacas y caballos). Las barreras vivas generalmente proveen un hábitat y un sitio de refugio para una variedad de enemigos naturales incluyendo arañas y escarabajos depredadores. También pueden usarse para establecer y mantener especies nativas de vegetación. Esto refleja las variaciones que genera el diferente manejo realizado en ambos sistemas agrícolas.

Los sistemas donde se encuentran una alta diversidad de especies arbóreas permiten la captura de carbono. Los sistemas agroforestales tienen una alta complejidad estructural que sirve como amortiguador frente a grandes fluctuaciones de temperatura, manteniendo así el cultivo principal más cerca a sus condiciones óptimas (Altieri y Nicholls, 2013).

En la agricultura de sistemas de producción y las bases agroecológicas, la biodiversidad constituye un recurso natural esencial que se puede diseñar, planificar y manejar por el propio agricultor para favorecer su conservación y los procesos eco sistémicos que contribuyan a la eficiencia del sistema de producción (Vázquez *et al.*, 2014).

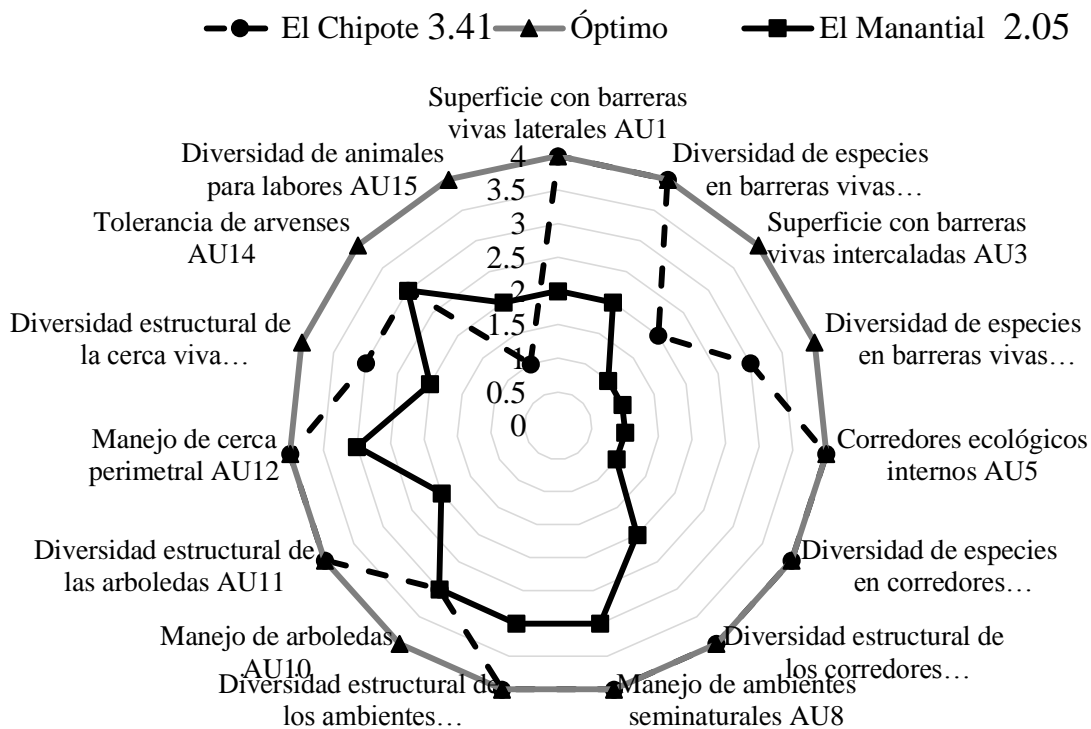


Figura 6. Manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo 2015-2016.

4.1.6 Estado de los Elementos de la Biodiversidad Asociada (EBAs)

La Figura 7 muestra que la finca El Chipote obtuvo un valor de 2.88, esta finca cumple con 5 indicadores en el punto óptimo y la finca El Manantial obtuvo 1.69. Una finca cuenta con una alta incidencia de Nematodos, así como de organismos que pueden ser perjudiciales en sus cultivos. La finca El Manantial debido a la alta presencia del rubro ganadero se encontró la incidencia de organismos patógenos como es el caso de la garrapata. El chipote está favorecido por una abundancia de organismos que ayudan a mantener un equilibrio en el sistema. Andow (1991). Describe que la diversidad de los agroecosistemas se asocia con la estabilidad a largo plazo de las poblaciones de insectos presentes, quizá porque existe una variedad de parásitos de depredadores disponibles para suprimir el crecimiento de la población potencial de especies plagas. La dispersión de cultivos en el campo puede dificultar la migración y la búsqueda de plantas hospedadoras y en consecuencia afectar el crecimiento exponencial de fitófagos o patógenos.

Vázquez, (2013) describe que la diversidad y población o intensidad con que se manifiestan algunos elementos, pueden servir como referencia, sobre todo los que son organismos nocivos, sus reguladores naturales y la macro fauna del suelo, que pueden considerarse como representativos por su nivel de interacción con los rubros productivos, este estudio sirvió para conocer las características de cada finca de acuerdo a su manejo e intervención.

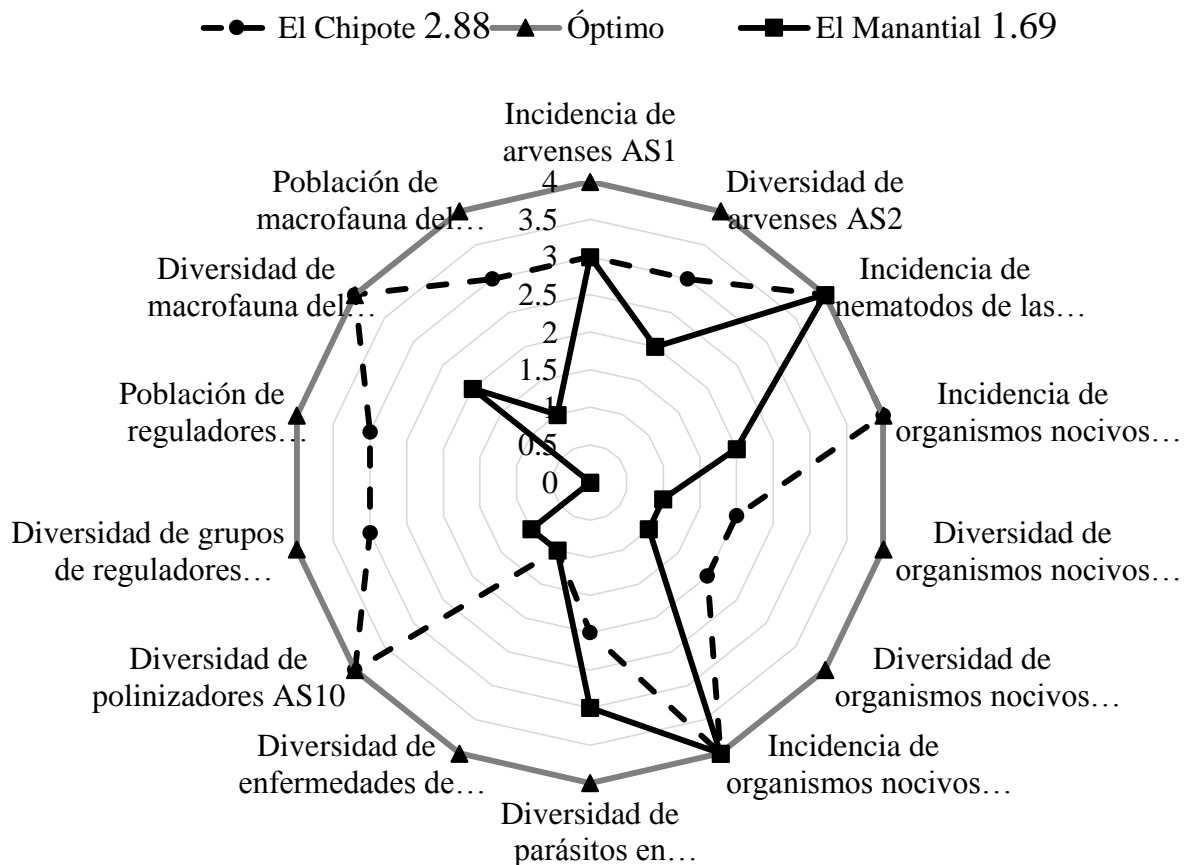


Figura 7. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada en dos agroecosistemas con granos básicos, Diriamba, Carazo 2015-2016.

4.1.7 Coeficiente del Manejo de la Biodiversidad (CMD)

La finca El Chipote logró un promedio de 2.95 y la finca El manantial con 1.46 (Figura 8). Este valor permitió clasificarla, según el diseño y manejo de la biodiversidad, a la finca El Chipote como “medianamente Compleja” y a la finca El Manantial “Poco Compleja”. Una finca medianamente compleja por sus distribuciones y arreglos le permite disponer de mayor alimento, estabilidad antes las variaciones climáticas y un equilibrio en sus agroecosistemas. La evaluación de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas productivos agropecuarios, no solamente constituyen una herramienta para el seguimiento del avance en la transición hacia la sostenibilidad, sino que permiten determinar la capacidad de respuesta ante eventos extremos del cambio climáticos (Altieri, 2013).

La importancia de la biodiversidad tiene que ver con la estabilidad de los ecosistemas tanto naturales como aquellos modificados en mayor o en menor grado por la actividad humana. Se postula que, a mayor biodiversidad, mayor será la estabilidad del sistema biológico, porque cada especie (incluso individuo) persiste y/o prospera mejor bajo ciertos valores ambientales FAO (1996).

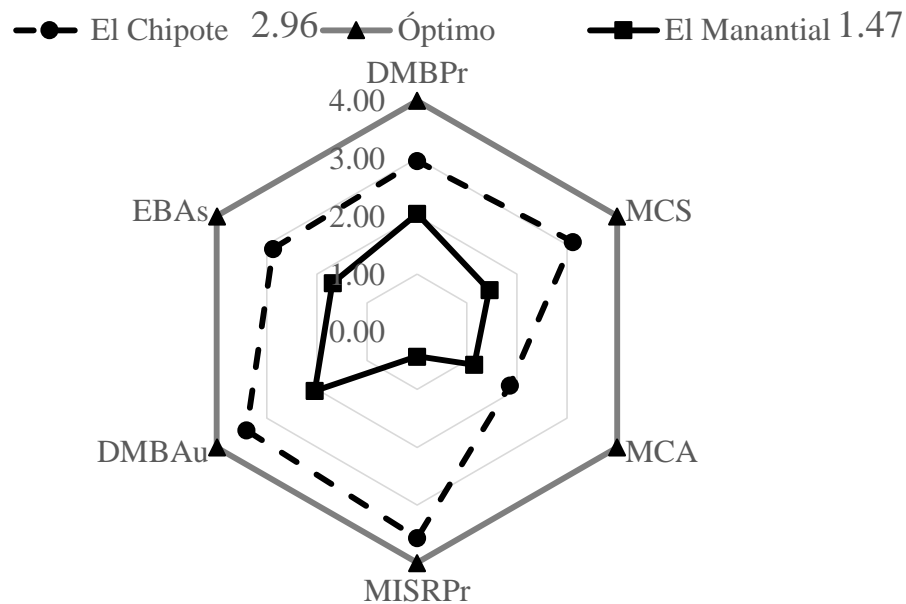


Figura 8 Coeficiente del manejo de la biodiversidad (CMB), en dos agroecosistemas con granos básicos. Diriamba, Carazo, Nicaragua 2017.

Finca poco compleja

Los agroecosistemas que poseen poca complejidad, son aquellos en los cuales existe una interacción de organismos, creando un ambiente estable sin complicaciones, dejando por suprimido el uso de productos sintéticos que degradan la actividad ecológica de los organismos, facilitando la labor de descomposición de la materia y el control biológico de plagas.

Finca medianamente compleja

El grado de complejidad de una finca lo determina el manejo de la misma, especialmente la cantidad de prácticas convencionales realizadas, entre menos se hacen más complejos son, esto quiere decir que las medianamente complejas dependen en gran parte de la utilización de químicos que erradican la presencia de algún organismo.

4.2 Macrofauna edáfica en dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos

La fauna del suelo o edáfica está constituida por organismos que pasan toda o una parte de su vida sobre la superficie inmediata del suelo, en los troncos podridos y la hojarasca superficial y bajo la superficie de la tierra, incluyendo desde animales microscópicos hasta vertebrados de talla mediana (por ejemplo, tuzas). Para vivir en el suelo, estos organismos han tenido que adaptarse a un ambiente compacto, con baja concentración en oxígeno y luminosidad, pocos espacios abiertos, baja disponibilidad y calidad de alimentos y fluctuaciones microclimáticas que pueden llegar a ser muy fuertes (Lavelle, 1997).

Al realizar la debida clasificación de los organismos encontrados en ambas fincas se obtuvo una mayor cantidad de organismos que pertenecen a la clase Insecta, encontrándose una mayor cantidad en la finca medianamente compleja (Cuadro 2). La finca posee una mayor diversidad de cultivos, una mayor cobertura vegetal debido a la incorporación de los restos de cosechas a los suelos, además no se realizan prácticas de manejo de plagas. La finca poco compleja se ejecuta un plan de manejo de plagas en los cultivos establecidos.

Los insectos, contribuyen en la construcción de la productividad del suelo, ayudan a romper las partículas de roca, a mezclarlas en sus diferentes estratos y exponerlas a la acción de los factores climáticos, la formación de túneles facilita la circulación del aire, esencial para la respiración de otros seres, de las mismas plantas y el movimiento capilar del agua. Los barrenadores del suelo actúan hasta tres metros de profundidad como sucede con algunas especies de ninfas de cigarras (Lozano, 2006).

4.2.1 Caracterización de organismos por clase encontrados en dos agroecosistemas con granos básicos, con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

En el cuadro 2 se observa que las clases de insectos están representadas con un mayor número de organismos en la finca medianamente compleja debido a que estos organismos están favorecidos con un alto porcentaje de cobertura tanto de hojarasca como de vegetal vivo. La finca poco compleja no tiene mucha cobertura, aportando a esto la presencia de ganado bovino que con su pisoteo mantienen una alta compactación de los suelos. Los residuos y cultivos de cobertura que están sobre el suelo proporcionan numerosos hábitats para los insectos, bacterias y hongos. En los sistemas de agricultura de conservación ocurren más insectos y microorganismos ya que son capaces de hibernar hasta el siguiente cultivo (González *et al.*, 2003).

Cuadro 2 Clases taxonómicas encontradas en dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo 2015-2016.

| Número de organismos en los sistemas | | |
|---|-------------------|---------------------|
| Clase | El Chipote | El Manantial |
| Arachnida | 22 | 4 |
| Clitellata | 25 | 2 |
| Diplopoda | 32 | 32 |
| Gastropoda | 7 | 3 |
| Insecta | 313 | 306 |
| Malacostraca | 24 | 4 |
| Total | 423 | 351 |

4.2.2 Categorización de organismos por orden encontrados en agroecosistemas con granos básicos, con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

En el cuadro 3 se observa que los órdenes presentan un mayor número de organismos en la finca medianamente compleja siendo las más representativas la *Rhinotermitidae* y la *Hymenoptera*. La finca medianamente compleja presenta una diversidad de cultivos que ayudan a el aumento de las poblaciones de estos organismos, los formícidos están beneficiados por el alto número de árboles frutales. La finca poco compleja está formada por pastizales para pastorear el ganado. Los cambios en las condiciones de temperatura y humedad del suelo como consecuencia de la menor cantidad de residuos, afecta a algunas unidades taxonómicas; que normalmente requieren de la humedad permanente para adaptarse a ese agroecosistema. (Masters, 2004).

Cuadro 3. Ordenes taxonómicos encontrados en dos agroecosistemas de granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo 2015-2016.

| Orden | Número de organismos | |
|-----------------|----------------------|--------------|
| | El chipote | El Manantial |
| Araneae | 17 | 3 |
| Blattodea | 10 | 1 |
| Coleoptera | 59 | 17 |
| Grylloblattodea | 1 | 0 |
| Haplotaxida | 29 | 2 |
| Hemiptera | 4 | 2 |
| Hymenoptera | 116 | 129 |
| Isopoda | 25 | 4 |
| Isoptera | 116 | 155 |
| Ixodida | 4 | 0 |
| Lepidoptera | 1 | 1 |
| Opiliones | 2 | 2 |
| Orthoptera | 2 | 2 |
| Phasmatodea | 1 | 0 |
| Polydesmida | 36 | 33 |
| Total | 423 | 351 |

4.2.3 Categorización de organismos por familia encontrados en agroecosistemas con granos básicos, con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

En el Cuadro 4 se muestran los valores de individuos de las familias taxonómicas obtenidas en los agroecosistemas. Se registraron 29 familias para la finca medianamente compleja. Las más representativas son: *Rhinotermitidae*, *Formicidae*, la poca intervención convencional en el sistema ayuda a mantener una alta presencia de estos organismos, en la poco compleja se ven afectadas por las transformaciones físicas y de manejo. El suelo no sólo sirve de anclaje para raíces, es el escenario de una gran actividad biológica, que posibilita el desarrollo de las plantas, afectando su productividad. Las nuevas tecnologías en el manejo del suelo deben considerar una estrategia sostenible en la producción agrícola con sentido conservacionista (Ararat *et al.*, 2002).

Cuadro 4. Familias taxonómicas encontradas en dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo 2015-2016

| Familia | Número de organismos por finca | |
|-----------------|--------------------------------|--------------|
| | El Chipote | El Manantial |
| Acrididae | 1 | 2 |
| Argasidae | 3 | 0 |
| Armadillidae | 28 | 4 |
| Blattidae | 10 | 1 |
| Carabidae | 6 | 1 |
| Cercopidae | 0 | 1 |
| Chrysomelidae | 2 | 1 |
| Cicadellidae | 1 | 0 |
| Clubionidae | 3 | 3 |
| Coccinellidae | 0 | 1 |
| Coreidae | 1 | 0 |
| Elateridae | 4 | 4 |
| Forficulidae | 1 | 0 |
| Formicidae | 116 | 129 |
| Geometridae | 1 | 1 |
| Gonyleptidae | 2 | 2 |
| Gryllidae | 1 | 0 |
| Grylloblattidae | 1 | 0 |
| Histeridae | 2 | 0 |
| Lampyridae | 2 | 0 |
| Lithobiidae | 1 | 0 |
| Lumbricidae | 29 | 2 |
| Pentatomidae | 0 | 1 |
| Phasmatidae | 1 | 0 |
| Polydesmidae | 36 | 33 |
| Rhinotermitidae | 113 | 155 |
| Scarabaeidae | 30 | 9 |
| Staphylinidae | 4 | 0 |
| Tenebrionidae | 9 | 1 |
| Theridiidae | 13 | 1 |
| Thyreocoridae | 2 | 0 |
| Total | 423 | 351 |

4.3 Rol funcional de organismos encontrados en dos agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

La macrofauna está integrada por organismos pequeños que habitan en el suelo, pero fácilmente detectables, entre los que se encuentran las lombrices de tierra, las termitas, las hormigas (*Hymenoptera*), los milpiés (*Polydesmidae*), las cochinillas (*Armadillidae*), y otros. Ellos realizan importantes procesos y servicios ecosistémicos como son el reciclaje de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica y la conservación de la estructura del terreno, lo que garantiza la calidad y fertilidad del medio edáfico en sistemas naturales, agrícolas y forestales (Brown *et al.*, 2001).

4.3.1 Depredadores

El grupo funcional de los depredadores tienen una mayor presencia en la finca medianamente compleja siendo los más representativos los de la Familia *Scarabaeidae* y *Theridiidae* (Cuadro 5), estos organismos son controladores biológicos de plagas insectiles. Nicholls (2008), afirma que la mayoría de los depredadores se alimentan de un gran número de insectos plaga durante su desarrollo, pero algunos resultan más eficaces que otros en el momento de controlar a las plagas. Los estados juveniles usan la presa para su desarrollo y crecimiento, mientras que los adultos las usan para su mantenimiento y reproducción. Los insectos depredadores se alimentan de todos los estados de presa: huevos, larvas (o ninfas), pupas y adultos.

Los depredadores son considerados enemigos naturales que necesitan alimentarse de varias presas (de la misma o distinta especie), para poder completar la totalidad de su ciclo biológico y se diferencian de los parasitoides, en que éstos para completar su ciclo necesitan tan sólo un huésped, al que además matan en el transcurso de su fase preimaginal. Los artrópodos depredadores constituyen uno de los grupos más importantes de enemigos naturales (Urbaneja *et al.*, 2005).

4.3.2 Detritívoros

Los detritívoros se encuentran con una mayor presencia en la finca medianamente compleja siendo las familias *Formicidae* y *Rhinotermitidae*. Estos organismos los encontramos en materia vegetal en descomposición ya que estos se alimentan de detritos o materia orgánica en descomposición por lo que en la finca compleja se encontraban en todo el sistema. Cabrera, (2014) afirma que este grupo funcional vive en la hojarasca, en la superficie e interior del suelo. Interviene en la descomposición de la materia orgánica y, fundamentalmente los invertebrados que habitan en la superficie, se encargan de la trituración de los restos vegetales y animales que componen la hojarasca. La fragmentación mecánica de estos restos hace que haya mayor disponibilidad de alimentos para otros invertebrados más pequeños y para los microorganismos (hongos y bacterias), jugando los detritívoros un papel importante en el reciclaje de nutrientes.

Los ingenieros del suelo involucran grupos consumidores de materia orgánica como las lombrices, las termitas y las hormigas, los cuales tienen un impacto específico en las propiedades físicas del suelo, porque la actividad de estos grupos favorece la formación de agregados, mejora la estructura del suelo, contribuye al movimiento y retención del agua, así como el intercambio gaseoso. En este estudio se reporta la presencia de las termitas y las hormigas, pero no se cuantificaron, por ser insectos sociales que podrían enmascarar datos más precisos (Ramírez, 2013).

Cuadro 5. Número de organismos según las familias taxonómicas y su rol funcional que desempeñan en la finca El Chipote (F. Ch) y la finca El Manantial (F.M)

| Familia | <u>Detritívoros</u> | | Familia | <u>Depredador</u> | | Familia | <u>Fitófagos</u> | | Familia | <u>Hematófagos</u> | |
|-----------------|---------------------|-----|---------------|-------------------|-----|---------------|------------------|-----|-----------|--------------------|-----|
| | F. Ch | F.M | | F. Ch | F.M | | F. Ch | F.M | | F. Ch | F.M |
| Armadillidae | 28 | 4 | Argasidae | 3 | - | Acrididae | 1 | 2 | Argasidae | 3 | - |
| Blattidae | 10 | 1 | Carabidae | 6 | 1 | Carabidae | 16 | 1 | Total | 3 | 0 |
| Carabidae | 6 | 1 | Chrysomelidae | 2 | 1 | Cercopidae | 1 | - | | | |
| Elateridae | 4 | 4 | Clubionidae | 3 | 3 | Chrysomelidae | 2 | 1 | | | |
| Formicidae | 116 | 129 | Coccinelidae | - | 1 | Cicadelidae | 1 | - | | | |
| Histeridae | 2 | - | Coreidae | 1 | - | Coccinelidae | - | 1 | | | |
| Lumbricidae | 29 | 2 | Forficulidae | 1 | - | Coreidae | 1 | - | | | |
| Polydesmidae | 36 | 33 | Gonyleptidae | 2 | 2 | Formicidae | 116 | 129 | | | |
| Rhinotermitidae | 133 | 155 | Histeridae | 2 | - | Geometridae | 1 | 1 | | | |
| Scarabaeidae | 30 | 9 | Lampyridae | 2 | - | Gryllidae | 118 | 131 | | | |
| Staphylinidae | 4 | - | Lithobiidae | 1 | - | Histeridae | 2 | - | | | |
| Tenebrionidae | 9 | 1 | Scarabaeidae | 30 | 9 | Pentatomidae | 0 | 1 | | | |
| Total | 407 | 339 | Staphylinidae | 4 | - | Scarabaeidae | 30 | 9 | | | |
| | | | Tenebrionidae | 9 | 1 | Staphylinidae | 4 | - | | | |
| | | | Theridiidae | 13 | 1 | Thyreocoridae | 2 | - | | | |
| | | | Total | 83 | 23 | Total | 295 | 276 | | | |

4.3.3 Fitófagos

Estos organismos estaban presentes en cantidades considerables en ambos sistemas, siendo las Familias *Tenebrionidae* y *Scarabaeidae* las más abundantes estos organismos se encuentran en la hojarasca fresca y en partes de la planta (raíz, tallo, hojas, flores) donde obtienen su alimento. Aquellas especies que se alimentan de la parte viva de las plantas (Fitófagos), las que además en grandes cantidades son consideradas como plagas al causar daños a los cultivos, que de igual manera han representado enormes gastos anuales por parte de los agricultores para poder controlarlos o eliminarlos (Romero, 2013).

Especies de plantas ampliamente distribuidas son hospedadoras de más especies de fitófagos que las plantas escasas. Esto es así debido fundamentalmente a dos mecanismos uno de ellos es que las especies vegetales más comunes crecen en más hábitats diferentes que las raras, por lo que diferentes especies de insectos son encontradas en diferentes partes del área de distribución de las plantas, y a que las plantas distribuidas ampliamente presentan blancos más conspicuos para los organismos colonizadores (Southwood, 1961).

4.3.4 Hematófagos

Estos organismos los encontramos solamente en la finca medianamente compleja, siendo la Familia Argasidae (Cuadro 5), Son organismos generalmente más pequeños que el hospedero y por lo general uno solo no mata al hospedero, varios pueden molestar, debilitar y marchitar al hospedero ocasionándole la muerte (garrapatas, tenia, pulgas, piojos, mosquitos), los parásitos generalmente son estudiados como plagas (Jiménez, 2009).

Estrada (2015) describe que todas las garrapatas (Argasidae) tienen un cuerpo redondeado, sin segmentación, que recibe el nombre de idiosoma. Algunas especies pueden llevar un par de ojos en los laterales del idiosoma (una única especie tiene dos pares de ojos). Los ixódidos se caracterizan por la presencia de una gran placa esclerotizada en la superficie dorsal, el escudo, del que reciben su calificativo de “garrapatas duras”. Los argásidos carecen de este escudo esclerotizado y su superficie externa recuerda al aspecto del cuero. Todas las garrapatas tienen las piezas bucales separadas del idiosoma, recibiendo el nombre de gnathosoma o capítulo. Su posición es anterior en los ixódidos.

4.4 Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las clases en dos fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos

La Biodiversidad (“variedad de vida”) es un concepto complejo, que involucra varios niveles de organización biológica y además representa una construcción socio-política y una entidad ecológica medible. (Sarandon y Flores, 2014)

Al medir la diversidad según el índice de Renyi ambas fincas con diseño poco complejo y medianamente complejo, cuando el perfil está en 0 ambas fincas presentan la misma riqueza de clases taxonómicas (Figura 9). Cuando el perfil se aproxima a 1 según el índice de biodiversidad Shannon-Wiener indica que hay una mayor diversidad, mayor uniformidad, y mayor abundancia de organismos en la finca compleja. Cuando alfa es igual a 2, el perfil se comporta según Simpson, mostrando que la diversidad de clases es dominante en la finca medianamente compleja. Cuando alfa es igual 2.2 hasta 3,8 el perfil horizontal de la gráfica se comporta según el índice de Berger-Parker lo que muestra que la finca medianamente compleja presenta una mayor equidad de sus clases taxonómicas.

La clase Insecta domina en ambos sistemas, pero presenta una mayor abundancia de organismos la finca medianamente compleja esto permite que la curva de la finca sea superior a la de la poco compleja. Esto puede estar influenciado por la mayor cobertura presente en la finca compleja. Estos resultados coinciden con los de Granados y Barrera (2007) quienes encontraron mayor número de especies, géneros y familias en relictos de bosques en comparación con las áreas sin cobertura arbórea y, de modo general, concluyeron que las áreas con mayor diversidad y riqueza de plantas y un porcentaje más alto de cobertura pueden manifestar una mayor diversidad de la macrofauna del suelo.

Esta diferencia se debe a que en los sistemas poco intervenidos por el hombre hay menor y casi nula alteración del suelo, y la presencia de vegetación multiestratificada provee protección y fuentes de alimento en diferentes grados de descomposición a los macro invertebrados, humedad constante, así como mayores contenidos de materia orgánica (Ararat y Aristizabal., 2002).

Los ecólogos reconocen que la diversidad de un ecosistema o comunidad, es determinada por algo más que solo el número de especies. Una comunidad de 50 árboles de sequoia, 50 robles y 50 abetos es más diversa que una comunidad conformada de 130 sequoia, 10 robles y 10 abetos. Ambas tienen el número de especies y total de individuos, pero los individuos de la primera comunidad están distribuidos más uniformemente entre las especies que aquellos de la segunda comunidad, donde dominan arboles de sequoia (Gliessman, 2002).

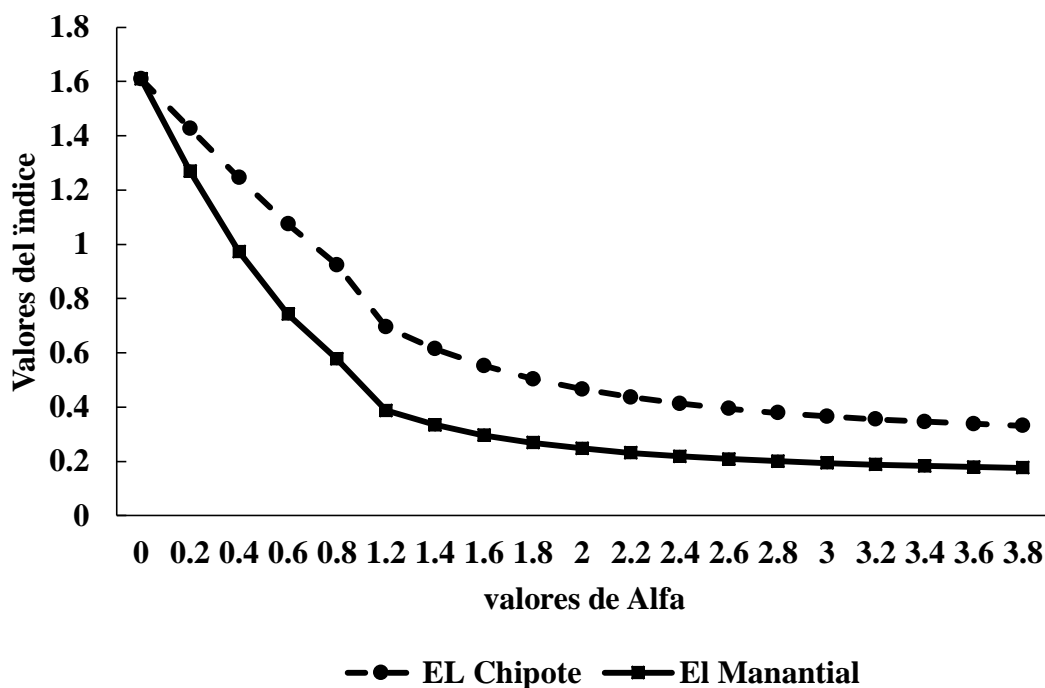


Figura 9. Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las clases de dos agroecosistemas con granos básicos y con manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016.

4.5 Índice de disimilitud para las clases de organismos encontrados en dos agroecosistemas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos

La figura 10 indica que las clases con un valor bajo de disimilitud para las fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos son: la *Diplopoda* e *Insecta* con un Valor muy cercano a 1 lo cual indica que comparten la mayoría de organismos pertenecientes a estas clases. Las clases *Arachnida* y *Clitellata* presentan un valor de disimilitud intermedio. Las clases *Gastropoda* y *Malacostraca* son las que presentan una alta disimilitud de sus clases. Las fincas comparten las mismas clases taxonómicas, pero con una menor cantidad de organismos en la finca poco compleja (Figura 10), con estos resultados observamos la importancia que tienen las diversas técnicas agroecológicas, generando medidas de conservación de organismos que ayudan de diferentes formas (la descomposición de la materia, la mejora de las propiedades físicas del suelo y en la regulación de daños causados por plagas agrícolas).

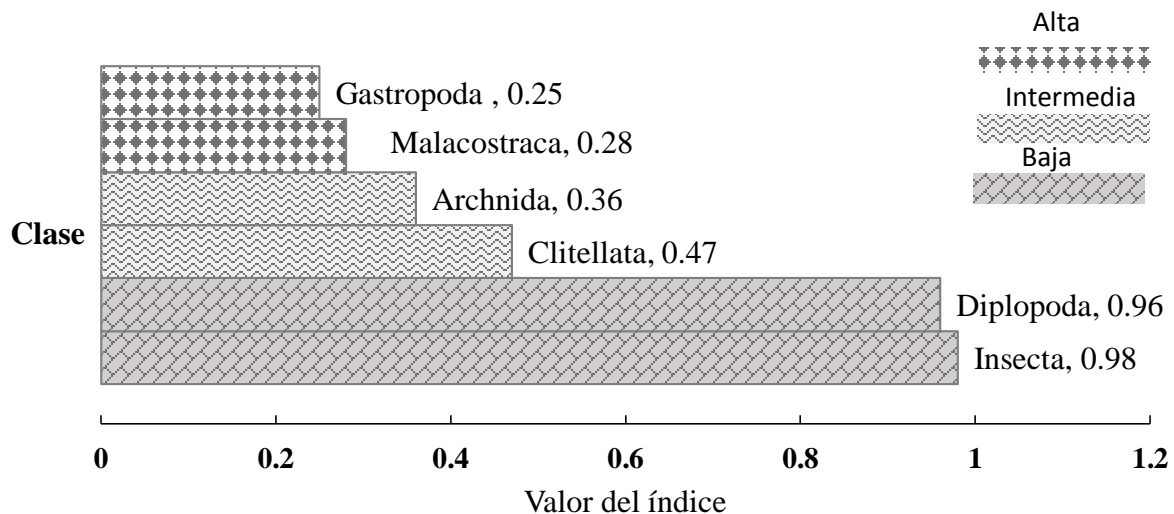


Figura 10. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las clases de dos agroecosistemas de granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016.

Cañedo *et al.*, (2011) describe que el uso indiscriminado de plaguicidas de amplio espectro trae como consecuencia una reducción, que en algunos casos es eliminación, de las poblaciones de insectos benéficos. Por todos los riesgos mencionados, es necesario romper con el esquema convencional de controlar las plagas basándose solamente en el control químico, utilizando exclusivamente insecticidas, y reemplazarlo con un manejo holístico, que nace del reconocimiento de que los cultivos crezcan como parte del agroecosistema.

MacArthur (1965) menciona que en los trópicos existen más áreas compuestas por varios tipos de hábitats, con una mayor diversidad, que, en las zonas templadas, y añade que eso se debe a una subdivisión más fina de los hábitats, más que a un incremento notable de la diversidad dentro de los hábitats.

4.6 Índice de biodiversidad alfa para los órdenes de organismos encontrados en dos fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos

La finca con diseño y manejo de su biodiversidad medianamente compleja cuando alfa es 0 presenta una mayor riqueza de órdenes taxonómicos (Figura 11). cuando el perfil se aproxima a 1 según el índice de biodiversidad Shannon-Wiener indica que hay una mayor uniformidad, mayor diversidad y un mayor número de organismos en la finca medianamente compleja. Cuando alfa es igual a 2 el perfil se comporta según Simpson, mostrando que la diversidad de Órdenes es dominante en la finca medianamente compleja. Cuando alfa es igual a 2.2 hasta 3.8 el perfil se comporta como Berger-Parker lo que muestra que la finca compleja presenta una mayor equidad de sus Órdenes. El orden Hymenoptera e isóptera dominan en ambos sistemas (Cuadro 3), aunque la finca medianamente compleja presenta una mayor abundancia de organismos. La diversidad de cultivos presentes en una finca proporciona un mejor hábitat adecuado para los organismos. Esto se debe a que los agrosistemas 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 (Primavesi, 1982).

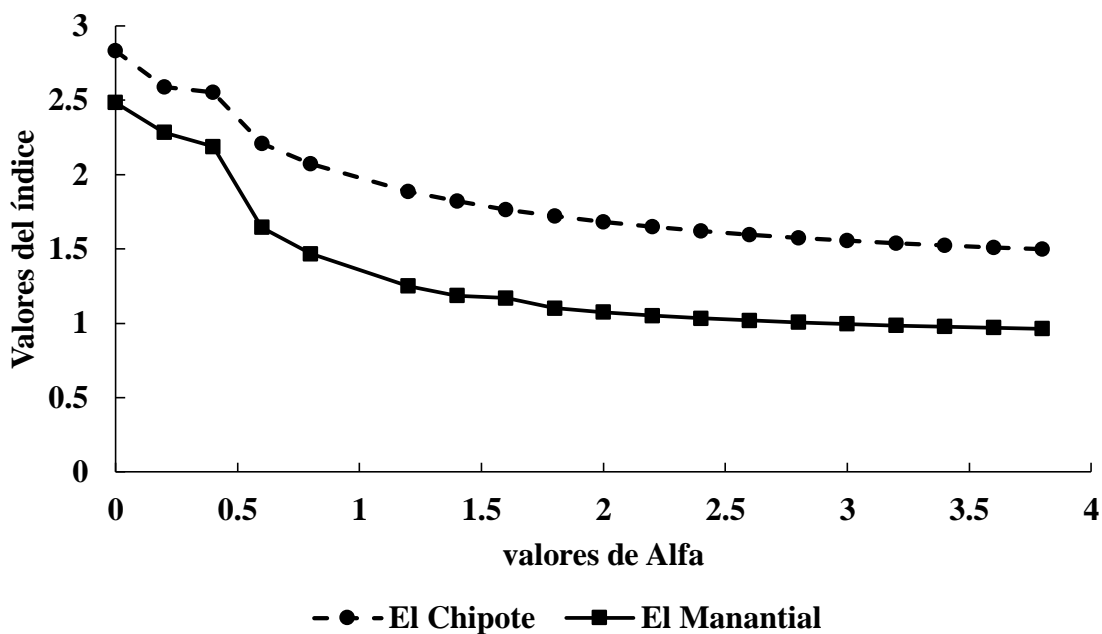


Figura 11 Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para los órdenes de dos agroecosistemas de granos básicos, con manejos de su biodiversidad complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016.

La intensa explotación de un sistema origina que solo las especies de alta tasa de renovación y con una producción relativamente alta para la biomasa logren persistir, de manera que el número total de especies presentes disminuye. En ausencia de explotación, habrían de ser las relaciones mantenidas entre las especies las que posibilitaran allí un número determinado, tal vez relativamente alto de ellas (Díaz y Casado, 1998).

Odum & Barret (2006) describe que el motivo por el cual es importante considerar la abundancia relativa y también el componente de riqueza es que dos ecosistemas pueden tener la misma riqueza pero ser muy distintos, porque la distribución de los tipos es diferente, por ejemplo, las comunidades de los dos distintos ecosistemas podrían tener cada uno 10 especies, pero una comunidad podría tener aproximadamente el mismo número de individuos (por ejemplo, 10 individuos) de cada especie (gran uniformidad), mientras que la mayoría de los individuos de la otra comunidad podrían pertenecer a una sola especie dominante (baja uniformidad).

4.7 Índice de disimilitud para los órdenes de organismos encontrados en dos fincas con diseños y manejos de su biodiversidad pocos complejos y complejos

Los órdenes que presentan un valor bajo de disimilitud para las fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos son el *Orthoptera*, *Opiliones*, y *Lepidoptera* (Figura 12) con un rango cercano a uno, lo cual indica que comparten la mayoría de estos órdenes. Los órdenes *Coleoptera*, *Araneae* presentan un valor intermedio de disimilitud. Los órdenes *Isópoda*, *Hymenoptera* y *Blattodea* presentan el mayor valor de disimilitud. La finca medianamente compleja posee más órdenes que la finca poco compleja. Esta disimilitud está influenciada por las distintas técnicas de manejo que se realizan en ambas fincas, recibiendo la finca medianamente compleja un rígido plan de manejo convencional para mantener una producción aceptable de sus cultivos.

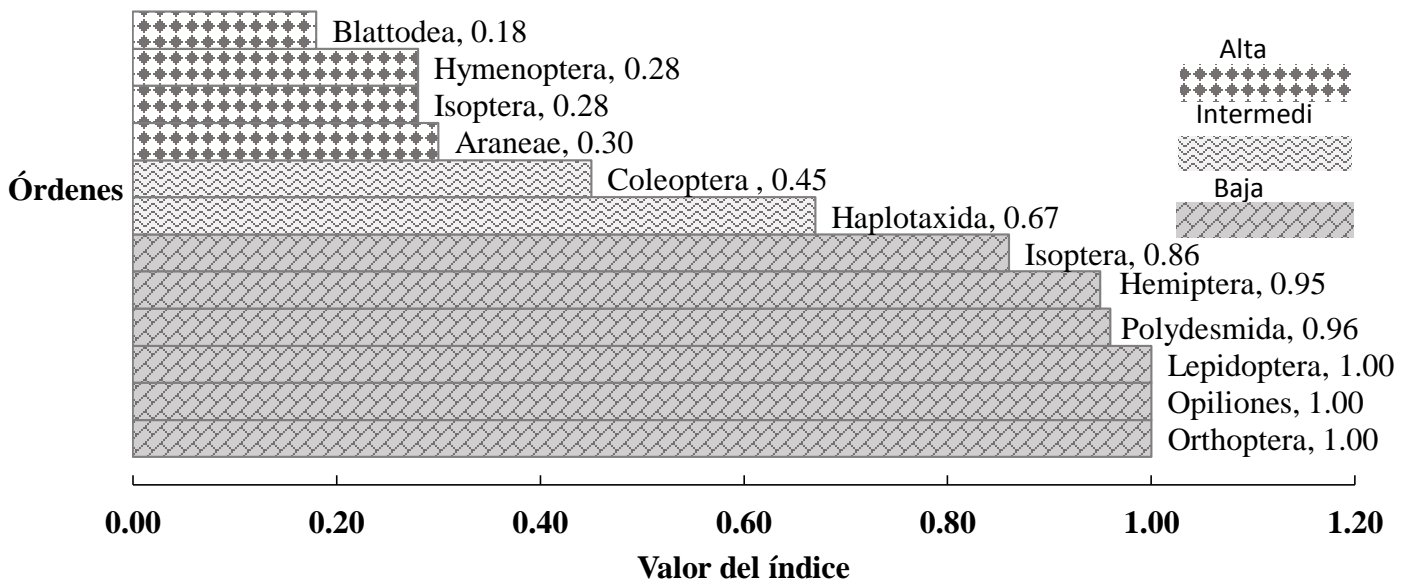


Figura 12 Índice de disimilitud según Bray-Curtis para los Órdenes de dos agroecosistemas con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad complejos y medianamente complejos, Diriamba, Carazo, 2015-2016.

Algunas investigaciones en flora indican que la disimilitud en bosques tropicales es mayor, mostrando que esos bosques no solo localmente son más diversos, sino espacialmente presentan una distribución más agrupada, lo cual podría reflejarse en la disimilitud entre localidades (Vasquez y Givnish 1998).

Respecto a la diversidad beta, los valores más altos de disimilitud se presentan cuando se compara el sitio bajo con los sitios medio y alto. La mayor similitud se presenta entre los sitios medio y alto, ya que todas las especies del sitio medio se encontraron en el sitio alto y solo difieren en sus abundancias (Trujillo *et al.*, 2016).

4.8 Índice de biodiversidad alfa para las familias encontradas en dos fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos

La finca con diseño y manejo de su biodiversidad medianamente complejo cuando alfa es igual 0 presenta una mayor riqueza de familias taxonómicas. La finca medianamente compleja cuando el perfil se aproxima a 1 (Figura 13) según el índice de Shannon-Wiener hay mayor uniformidad, mayor diversidad y un mayor número de organismos en la finca medianamente compleja. Cuando alfa es igual a 2, el perfil se comporta según Simpson, mostrando que la diversidad de familias es dominante en la finca medianamente compleja. Cuando alfa es igual a 2.2 hasta 3.8 el perfil se comporta como Berger-Parker lo que indica que hay una mayor equidad de sus familias taxonómicas en la finca medianamente compleja. Las familias Rhinotermitidae y Formicidae dominan en ambos sistemas, presenta mayor abundancia en la finca medianamente compleja, esto permite que el perfil de la finca con manejo de su biodiversidad medianamente complejo sea superior al de la finca con manejo de su biodiversidad poco complejo. La incorporación de prácticas ecológicas permite un aumento en la diversidad de organismos, el objetivo de estas es garantizar un nivel óptimo de especies benéficas en la sostenibilidad del sistema.

Otro elemento que puede ayudar a explicar el mayor número de individuos en el sistema agroecológico en todos los estratos, es el sistema de laboreo del suelo con que se trabaja ya que todos los residuos quedan en el área de trabajo beneficiando de esta manera a los macro invertebrados en sus diferentes interacciones con el medio, facilitando las labores de control de plagas en el sistema productivo (Moran y Alfaro 2015).

La diversidad declina en función inversa a la intensidad del manejo; por lo que un uso intensivo del suelo en la explotación agrícola disminuye las comunidades de los organismos del suelo como consecuencia del efecto tóxico de los agroquímicos, la destrucción física de los hábitats y la reducción del alimento y de la materia orgánica del suelo, provocando la destrucción del suelo por consiguiente la presencia de organismos benéficos, aumentando así los gastos de producción de los productores (Ruiz y Lavelle 2008).

Un estudio realizado por Artavia (2001), demuestra la influencia del sistema de manejo sobre la presencia de artrópodos ya que sitios agroecológicos presentan una mayor abundancia debido a que estos no reciben ninguna aplicación de agroquímicos que los mitigue, mientras que sitios con manejo convencional reciben constantes aplicaciones de plaguicidas (fungicidas y herbicidas). Estas aplicaciones determinan comúnmente las diferencias más sobresalientes, por lo cual posiblemente se ha visto afectada la abundancia de artrópodos. Estos productos no tienen restricción sobre ningún organismo.

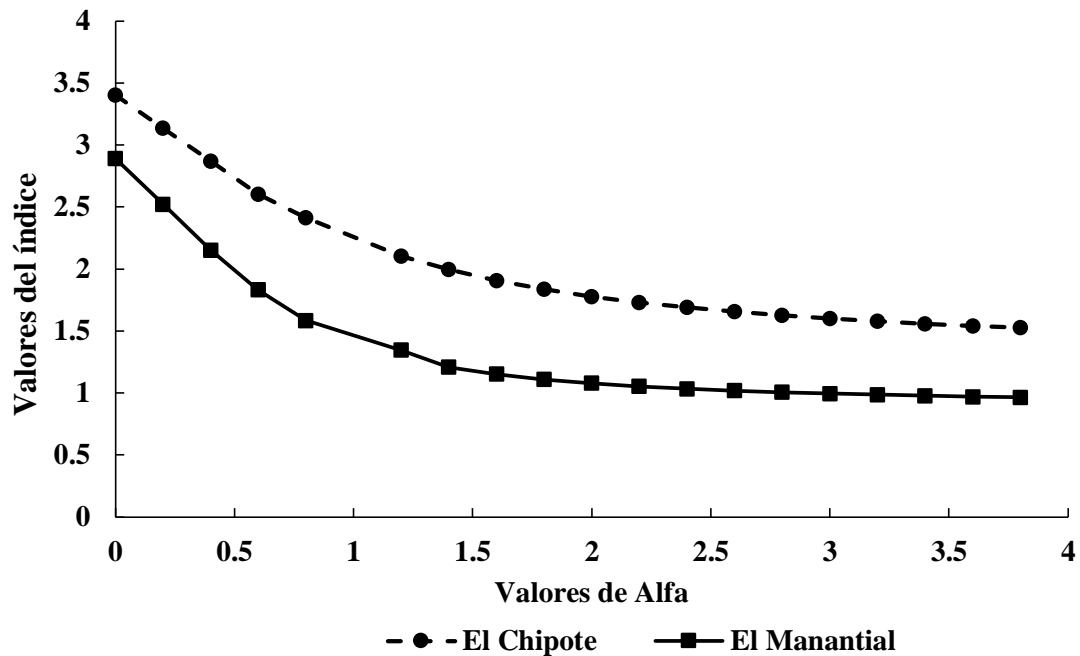


Figura 13 Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las Familias de dos agroecosistemas con granos básicos, con manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo, Diriamba, Carazo, 2015-2016.

4.9 Índice de disimilitud para las familias encontradas en una finca con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos

La figura 14 muestra que las Familias con los valores más bajo de disimilitud son las *Gonyleptidae*, *Geometridae*, *Elateridae*, y *Chrysomelidae* con un rango cercano a 1 lo cual indica que comparten la mayoría de estas familias. La Familia *Scarabaeidae* presenta un valor intermedio de disimilitud. Las Familias *Carabidae*, *Armadillidae*, y *Blattidae*, presentan el menor valor de Bray-Curtis. La finca medianamente compleja cuenta con más familias taxonómicas y con una mayor cantidad de organismos que la finca poco compleja. Algunas prácticas como la incorporación de material restante de la cosecha, así como la restricción en aplicación de productos sintéticos beneficia que una de estas fincas supere a la otra.

Un agrosistema que es más diverso, más permanente, y que se maneja con pocos insumos (sistemas tradicionales de policultivos y agrosilviopastoriles) tienen la ventaja de poseer procesos ecológicos asociados a la amplia biodiversidad del sistema. Esto no sucede en sistemas simplificados de alto insumos (Labrador y Altieri, 2001).

Barrios & Villegas (2015) compararon pasálidos y encontraron que la diferencia en la composición de especies de ácaros entre los pasálidos estudiados puede deberse a dos factores importantes: primero, al sesgo en el muestreo ya que no se cuenta con el mismo número de ácaros para cada pasálidos y, segundo, a la distribución geográfica de cada uno.

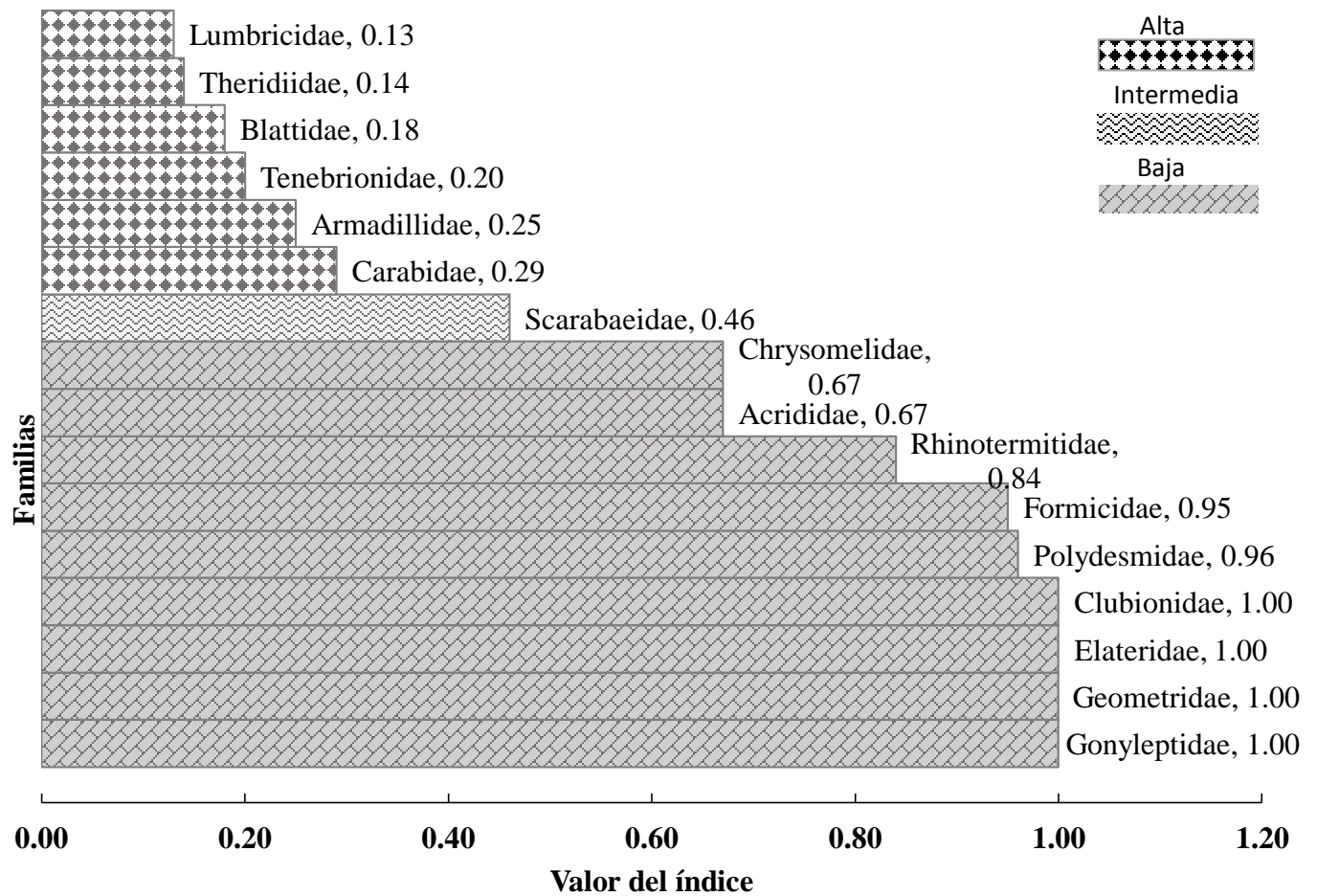


Figura 14. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las familias de un agroecosistema con granos básicos con diseños y manejos de su biodiversidad complejos y medianamente complejos, Diriamba, Carazo, 2015-2016.

V. CONCLUSIONES

Al comparar los dos agroecosistemas La finca El Chipote resultó ser una finca medianamente compleja al obtener un valor de 2.95 como coeficiente de manejo de su biodiversidad (CMB). La finca El Manantial resultó una finca poco compleja ya que obtuvo un valor de 1.46.

La categorización taxonómica mostró que La finca El Chipote presenta las familias Hymenoptera, Isópteras y Armadillidae con una mayor cantidad de organismos, esto es resultado de la diversificación de cultivos presentes en el área y las pocas aplicaciones que realizan con productos químicos.

En ambas fincas el grupo funcional que dominó fue los detritívoros con una mayor cantidad en la finca El Chipote seguido de los omnívoros, debido a la gran presencia de detritos presentes en la finca y la buena cantidad de cobertura presente en el sistema y la alta diversidad de especies arbóreas con las que esta cuenta proporciona un clima favorable a los organismos.

Los perfiles de diversidad demostraron que el sistema medianamente complejo (El Chipote) presentó mejor riqueza, uniformidad, mayor dominancia y buena equidad, este sistema resultó estar mejor diversificado en organismos presentes dentro de las distintas categorías taxonómicas, todo esto debido a las prácticas agrícolas y de conservación. El índice de disimilitud de la macrofauna para las fincas El Chipote y El Manantial, mostró que las clases que tienen una disimilitud baja son la Clase Insecta y la Diplopoda, los órdenes con disimilitud intermedia son el Coleoptera y el Araneae y las familias Lumbricidae y Theridiidae son las más disimiles entre ambas fincas.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar un aumento de rubros productivos que proporcione un aumento de la biodiversidad en ambos sistemas.

Mantener cobertura en todos sus terrenos ayudando así a la estabilidad de la macrofauna del suelo.

Evitar al máximo el uso de productos químicos que perjudiquen el funcionamiento de los organismos benéficos presentes en ambos sistemas.

Aumentar el uso de prácticas de conservación de los recursos presentes en cada uno de los sistemas.

Aplicar metodologías que garanticen un análisis adaptable al sistema estudiado.

VII. LITERATURA CITADA

- Altieri, M.A. (1995). *Agroecología: Creando sinergia para una agricultura sostenible*. U.S.A.
- Altieri, M & Rosset, P. (1995). Agroecology and the conversion of large-scale conventional systems to sustainable management. *International Journal of Environmental Studies*. Recuperado de: <http://www.tandfonline.com/doi/ref/10.1080/00207239608711055?scroll=top>
- Altieri, M.A. (2001). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria*. Universidad de California. US. 192 p
- Altieri, M. (2013). *Construyendo Resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas*. Medellín, Colombia: proyecto REDAGRES. Recuperado de: <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/REDAGRESlibro1.pdf?iv=112>
- Altieri, MA. y Nicholls, CI. (2013). *Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas*. Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California, Berkeley. Universidad de Antioquia, Ciudad de la Robledo, Medellín, CL
- Anderson, J. M., & Ingram, J. S. (1993). *Tropical Soil Biology and Fertility A Handbook of Methods* (Segunda ed.). Wallingford, Inglaterra: CAB Internacional.
- Andow, D. (1991). Vegetational diversity and arthropod population response. *Minesota: Annual Review. Entomology*.
- Andrews, K & Caballero, R. (1989). *Guía para el estudio de Ordenes y Familias de insectos de Centro América*. Cuarta edición. Escuela agrícola panamericana. El Zamorano, Honduras, centro América.
- Ararat, MC; Aristizabal, M. 2002. Efecto de cinco manejos agroecológicos de un Andisol (Typic Dystrandept) sobre la macrofauna en el municipio Piendamó, departamento del Cauca, Colombia: Universidad Nacional de Colombia
- Artavia, O. (2001). Efecto del sistema convencional de producción de banano sobre la abundancia y diversidad de insectos voladores en comparación con dos sistemas alternativos (Tesis de grado) Costa Rica : Universidad EARTH.
- Ayala Moran, J.E; Monterroso, L.E. (1998). Aspectos básicos sobre la biología de la gallina ciega. El salvador. Guatemala. p 5-30.
- Bachelt, A. (2004). *Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades*. Santiago de Chile, Chile: Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. Recuperado de: http://www.rap-al.org/articulos_files/Manejo_Ecologico_de_Plagas_A.Bretchel.pdf
- Baev, P y Panev, L. (1995). BIODIVI: program for calculating biological diversity parameters, similarity niche overlap and chueter análisis. Moscow,

- Barrios, P & Villegas G. (2015). Ácaros asociados a dos especies de odontotaenius (Coleoptera: passalidae). México: Escuela Nacional de Ciencias Biologica. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44939781009>
- Brown, G; Fragoso, C; Barois, I, Rojas, P; Patron, J; Bueno, J , Moreno, A; Lavelle, P; Ordaz, V & Rodríguez, C. (2001). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. Mexico. Recuperado de: http://www3.inecol.edu.mx/csmbgbd/images/stories/resultados_articulos_archivos/6%20DIVERSIDAD%20Y%20ROL%20FUNCIONAL%20DE%20LA%20MACROFAUNA%20EDAFICA.pdf
- Cabezas Melara, F.A. (1996). Introducción a la entomología. Ed. Trillas, S.A. México. P 9-140.
- Cabrera, G. (2014). Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba. La Habana.
- Cañedo, V; Alfaro, A y Kroschel, J. (2011). Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas: principios y referencias técnicas para la sierra central de Perú. Lima, Peru: centro internacional de la papa.
- Coronado, R & Márquez, A. (1991). Introducción a la entomología. Morfología y taxonomía de los insectos. Ed. Limusa. México.
- Díaz, F & Casado, M. (1998). Diversidad biológica y cultural rural en la gestión ambiental del desarrollo. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Estrada, A. (2015). Orden Ixodida: Las garrapatas. España: Universidad de Zaragoza. Recuperado de: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_13.pdf
- FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). (1996). Planificación y manejo de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América latina. Santiago, Chile: oficina regional de la FAO para América Latina Y el Caribe.
- Gliessman, s. (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Costa rica: CATIE.
- 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. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Recuperado de: https://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icbi/doctorado/documentos/Ecologia%20de%20los%20ensamblajes.pdf
- González, V; Díaz, M. y. Prieto, D. (2003). Influencia de la cobertura vegetal sobre las comunidades de la mesofauna edáfica en parcelas de caña de azúcar. Revista de Biología
- Granados, A & Barrera, J. (2007). Efecto de la aplicación de biosólidos sobre el repoblamiento de la macrofauna edáfica en la cantera Soratama, Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de: http://www.erecolombia.com/files/granados_barrera.pdf
- Holdrige, L. (1987). Ecologia basado en zonas de vida. San jose: Costa Rica.

- INIFON (Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal). (1996). Proyecto Formación de Gobiernos Locales 1996-1997. Nicaragua.
- INIDE (Instituto Nacional de Información de Desarrollo) y MAGFOR (Ministerio Agropecuario y forestal). (2013). Iv censo Nacional agropecuario. Departamento de Carazo.
- Jiménez, E. (2009). Entomología, Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/2458/1/nh10j61e.pdf>
- Kindt, R. y Coe, R. 2005. Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies: World Agroforestry Centre (ICRAF) Nairobi. 207 p.
- Labrador, J & Altieri, M. (2001). Agroecología y desarrollo: aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agrosistemas mediterráneos. España: Universidad de Extremadura.
- Lavelle, P. 1997. Faunal activities and soil processes: Adaptive strategies that determine ecosystem function. Recuperado de: <http://www.sciepub.com/reference/79272>
- Lavelle, P; Blanchart, A; Martin & Spain, A. (1992). Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. Madison. SSSA special Publication.
- Lozano, J. (2006). ENTOMOLOGÍA MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DE LOS INSECTOS. Colombia: universidad nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/39805/1/6366273.2014.pdf>
- MacArthur, R. H. (1965). Patterns of species diversity. Biological Review. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=5264678&pid=S1870-3453201200030003400027&lng=es
- Maclaurin, J; Sterelny, K. (2008). What is biodiversity? The University of Chicago. 224p
- Magurran, A. (2001). Ecological diversity and its measurement. Recuperado de: http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/inventarios/GEMA_PRELIMINARES_2ED.pdf
- Masters, GJ. (2004). Belowground herbivores and ecosystem processes: Ecological Studies 173:93-112.
- McGavin G.C. (2000). Manual de identificación. Insectos. Arañas y otros Artrópodos terrestres. Barcelona. Universidad de Cambridge. Ed. Omega, S.A. P 1-129
- Mendoza Hernández, F; Gómez Sousa, J. (2006). Entomología General. Ed. Pueblo y educación. P 5-225.
- Mendoza, F. (1982). Entomología general. La Habana, Cuba: pueblo y educación.
- Morales, J. (1996). Conservación de suelo y agua. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

- Morán, J & Alfaro, F. (2015). Diversidad de macrofauna edáfica en dos sistemas de manejo de *Moringa oleífera* Lam. (Marango) en la finca Santa Rosa, UNA (tesis de grado) Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/3203/1/tnp34m829.pdf>
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, 84 pp.
- Morgan, R. (1997). Erosión y conservación del suelo. Madrid, España: Mundi prensa.
- Movimiento de productoras y productores agroecológicos y orgánicos de Nicaragua. (2013). Manual técnico agroecológicas diagnostic y planificación de fincas con enfoque agroecológicos, directrices sobre buenas prácticas agroecológicas y orgánicas.
- Nicholls, C. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Medellín, Colombia: universidad de Antioquia.
- Odum, E & Barret, G. (2006). Fundamentos de ecología. México. Recuperado de: <https://app.box.com/s/115abu4c9gt8n5z6c4lr>
- Orellana Lara, J. (2009). Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del valle de Sacta. Cochabamba-Bolivia. Recuperado de: <http://www.posgradosfor.umss.edu.bo/boletin/umss/05%20PASANTIAS/6%20pasantia.pdf>.
- Peet, R. (1974). The measurement of species diversity. Annual Review of ecology and Systematics, 5: 285-307.
- Primavesi, A. (1982). Manejo ecológico del suelo. Ed. El ateneo, 5ta edic. Sanchez, S; Reinés, M. 2001. Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. Rev. Pastos y Forrajes.
- Ramírez, W. (2013). Estudio de indicadores de la calidad del suelo en áreas destinadas a la producción intensiva de gramíneas cespitosas (tesis de maestría). Estación experimental de pastos y forrajes, "INDIO HATUEY".
- Renyi, A. (1961). 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.
- Romero, Y. (2013) Evaluación de la diversidad de macroinvertebrados edáficos en cinco microcuencas del Río Estelí y Río Viejo Nicaragua. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional Agraria. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/1173/#sthash.U4H8JQLv.dpuf>
- Ruiz, N. & Lavelle, P. (2008). Soil Macrofauna Field Manual. Francia: FAO.
- Sarandon, S; Flores, C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Argentina: Universidad Nacional de la Plata. Recuerado de: <http://www.mec.gub.uy/innovaportal/file/75868/1/agroecologia.pdf>

- Southwood, J. (1961). The number of species associated with various trees. *Journal of Animal Ecology*. Recuperado de: http://www.britishecologicalsociety.org/100papers/Extended_Commentaries/55_Southwood.pdf
- Southwood, T y Way, M. (1970). Ecological background to pest management. In: Rabb, R. L. And Guthrie, F. E. (eds.). *Concepts of Pest Management*. North Carolina State University, Raleigh, pp. 6-29.
- Tarride, M. (1995). *Complejidad y sistemas complejos*. Manguinbos, Brasil. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v2n1/a04v2n1.pdf>
- Trujillo, A; Carrillo, H; Rivas, S & Andrés, R. (2016)., Estructura y composición de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) en el cerro Chacateca, Zapotitlán, Puebla, México *Revista Mexicana de Biodiversidad*, México: Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México.
- Umbría, I; Trezza, R & Jégat, H. (2008). Uso, manejo y conservación del agua un problema de todos. Venezuela. Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29775/1/articulo2.pdf>
- Urbaneja, A; Ripolles, J; Abas, R; Calvo, J; Vanaclocha, P. Tortosa, D; Jacas, J & Castañera, P. (2005). Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España.
- Vandermeer, J. (1995). The ecological basis of alternative agriculture. *Annual Review of Ecological Systems*,26:201-224.
- Vanegas, M. (2010). Efecto de la complejidad del hábitat en la composición de la comunidad de hormigas en bosques premontanos en el área de influencia de la central hidroeléctrica "Porce II". (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3410/1/9732430.2010.pdf>
- Vasquez, J & Givnish. (1998). Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the sierra de Manatian. *Journal of Ecology*. México: University of Guadalajara. Recuperado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2745.1998.00325.x/pdf>
- Vázquez L, L.; Matienzo Y.; Griffon D. (2014). Diagnóstico participativo de la biodiversidad en fincas en transición agroecológica. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Habana, CU. Universidad Bolivariana de Venezuela. Caracas.
- Vázquez, L. (2013). Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la Resiliencia. La Habana, Cuba: Instituto de investigaciones de sanidad vegetal. La Habana. Recuperado de: <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182951/152441>
- Instituto Nacional de Información y Desarrollo y Ministerio Agrícola Y forestal. (2011). VI Censo Nacional Agropecuario.2010-2011.departamento de Carazo y sus municipios: uso de la tierra y el agua en el sector agropecuario. Managua, NI.96p.
- Whittaker, R. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxón*, 21, 213-251

- Whittaker, R; Willis, K & Field, R. (2001). Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of biogeography*.
- Willey, R. W. 1990. Resource use in intercropping systems. *Agricultural Water Manage.*
Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037837749090069B>
- Zerbino, M; Altier, N; Morón, A & Rodríguez, C. (2008). Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia*.

VIII ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo utilizada para colecta de insectos.

| Fecha | Finca | Lote (I, II, III, IV, V) | Número de Muestra (1,2,3,4,5) | Estrato (0-10 cm 10-20 cm 20-30 cm) | Organismo | Clase | Orden | Familia |
|-------|-------|--------------------------|-------------------------------|---|-----------|-------|-------|---------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Anexo 2. Indicativos e indicadores de la biodiversidad.

En el componente del diseño y manejo de la biodiversidad productiva (DMBPr) se evalúan los siguientes indicadores: Tipos de rubros productivos (Pr1), diversidad de especies de cultivos herbáceos y arbustivos (Pr2), aprovechamiento de los sistemas de herbáceos y arbustivos (Pr3), superficie con diseños en policultivos (Pr4), complejidad de diseños en policultivos (Pr5) diversidad de especies en sistemas de cultivos arbóreos (Pr6), superficie con diseños agroforestales (Pr7), complejidad de diseños agroforestales (Pr8), diversidad de animales en sistemas de crianza (Pr9), superficie con diseños silvopastoriles (Pr10), complejidad vegetal de diseños silvopastoriles (Pr11), complejidad de sistema con diseño mixto (Pr12), superficie de sistemas de cultivos complejos (Pr13), procedencia del material de siembra (Pr14), origen de variedades (Pr15), procedencia de pie de crías de animales (Pr16), origen de razas (Pr17), autosuficiencia en alimento para animales de crianza (Pr18).

Los Indicadores del componente manejo y conservación del suelo (MCS) son: Sistemas de rotación de cultivo (S1), superficie en rotación de cultivos (S2), diversidad en fuentes de biomasa orgánica (S3), superficie con incorporación de biomasa orgánica (S4), superficie con laboreo mínimo o sin laboreo (S5), superficie con prácticas anti erosivas (S6), conservación en la práctica de suelos (S7).

El componente manejo y conservación de agua (MCA) tiene los siguientes indicadores: Superficie bajo sistemas de riego (A1), sistemas de riego (A2), fuentes de abasto de agua para uso agrícola (A3), manejo del drenaje (A4), sistema de drenaje (A5).

El componente de manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) tiene los siguientes indicadores: Decisiones de intervenciones en rubros productivos vegetales (I1), integración de intervenciones biológicas en rubros productivos vegetales (I2), decisiones de intervenciones en rubros productivos animales (I3), integración de intervenciones biológicas en rubros productivos animales (I4), nivel de autosuficiencia de insumos para intervenciones en rubros vegetales y animales (I5).

Anexo 2. Continuación ...

El componente del diseño y manejo de la biodiversidad Auxiliar (DMBDaU) tiene los siguientes indicadores: Superficie con barreras vivas laterales (AU1), diversidad de especies en barreras vivas laterales (AU2), superficie con barreras vivas intercaladas (AU3), diversidad de especies en barreras vivas intercaladas (AU4), corredores ecológicos internos (AU5), diversidad de especies en corredores ecológicos internos (AU6), diversidad estructural de los corredores ecológicos internos (AU7), manejo de ambientes seminaturales (AU8), diversidad estructural de los ambientes seminaturales (AU9), manejo de arboledas (AU10), diversidad estructural de las arboledas (AU11), manejo de cerca perimetral (AU12), diversidad estructural de la cerca viva perimetral (AU13), tolerancia de arvenses (AU14), diversidad de animales para labores (AU15)

Indicadores del componente de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs): Incidencia de arvenses (AS1), diversidad de arvenses (AS2), incidencia de nematodos de las agallas (AS3), incidencia de organismos nocivos en los cultivos (AS4), diversidad de organismos nocivos fitófagos (AS5), diversidad de organismos nocivos fitopatogenos (AS6), incidencia de organismos nocivos en los animales de cría (AS7), diversidad de parásitos en animales de cría (AS8), diversidad de enfermedades de animales de cría (AS9), diversidad de polinizadores (AS10), diversidad de grupos de reguladores naturales (AS11), población de reguladores naturales (AS12), diversidad de macrofauna del suelo (AS13), población de macrofauna del suelo (AS14).

Fuente: (Vázquez, 2013).

Anexo 3 Aplicación de metodología para la colecta de la macrofauna en la finca El Manantial



Anexo 4 Aplicación de metodología para la colecta de la macrofauna en la finca El

