



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Diversidad de la macrofauna del suelo en relación
al diseño y manejo de los agroecosistemas
cafetaleros en Matagalpa, Nicaragua 2016**

Autores

Br. Jin Enmanuel Vargas Urbina

Br. Melvin Josué Laguna Ramíres

Asesores

Ing. MSc. Hugo René Rodríguez González

Ing. MSc. Leonardo García Centeno

Dr. Dennis José Salazar Centeno

Managua, Nicaragua

Abril, 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Diversidad de la macrofauna del suelo en relación
al diseño y manejo de los agroecosistemas
cafetaleros en Matagalpa, Nicaragua 2016**

Autores

Br. Jin Enmanuel Vargas Urbina

Br. Melvin Josué Laguna Ramíres

Asesores

Ing. MSc. Hugo René Rodríguez González

Ing. MSc. Leonardo García Centeno

Dr. Dennis José Salazar Centeno

**Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al título de
Ingeniero Agrónomo**

Managua, Nicaragua

Abril, 2017



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

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

INGENIERO AGRONOMO


Miembro del Tribunal Examinador:



MSc. Juan Avelares Santos
Presidente



MSc. Roberto Laríos G.
Secretario



Ing. Norman Cruz Vela
Vocal

Managua, 05 de abril del 2017.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	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 fechas del estudio	4
3.1.1 Clima del municipio de San Ramón	4
3.1.2 Vegetación del municipio de San Ramón	4
3.1.3 Suelos del municipio de San Ramón	5
3.2 Diseño metodológico	5
3.2.1 Descripción de las fincas	5
3.2.2 Muestreo de la macrofauna	6
3.2.5 Fase de laboratorio	6
3.3 Aspectos de manejo de las fincas	6
3.3.1 Finca La Espadilla	6
3.3.2 Finca La Vecina	7
3.4 Variables evaluadas	7
3.5 Análisis de los datos	7
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1 Caracterización de los diseños y manejos de la biodiversidad	9
4.1.1 Resultados de los diseños y manejo de la biodiversidad productiva (DMBPr)	9
4.1.2 Manejo y conservación del suelo (MCS)	10
4.1.3 Manejo y conservación del agua (MCA)	11
4.1.4 Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)	12

4.1.5 Manejo de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)	13
4.1.6 Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)	14
4.1.7 Coeficiente del Manejo de la Biodiversidad (CMB)	14
4.2 Macrofauna edáfica	16
4.2.1 Clasificación taxonómica de la macrofauna	17
4.3 Categorización del rol funcional de la macrofauna del suelo por familia taxonómica	20
4.4 Índice de biodiversidad alfa para las clases taxonómicas	22
4.5 Índice de disimilitud para las clases taxonómicas	24
4.6 Índice de biodiversidad alfa para los órdenes taxonómicos	25
4.7 Índice de disimilitud para los órdenes taxonómicos	26
4.8 Índice de biodiversidad alfa para las familias taxonómicas	27
4.9 Índice de disimilitud para las familias taxonómicas	28
V. CONCLUSIONES	30
VI. RECOMENDACIONES	31
VII. LITERATURA CITADA	32
VIII. ANEXOS	39

DEDICATORIA

Este estudio que sea he realizado con mucho esfuerzo se lo dedico primeramente a Dios ya que él ha estado conmigo en todo momento y me ha regalado los dones del Espíritu Santo, conocimiento, sabiduría y comprensión de las actividades que realizamos. A la Santísima Virgen María por interceder en nuestras suplicas, por ser esa madre que siempre está pendiente de nosotros sus hijos en cada dificultad que tuvimos.

Lo dedico con mucho amor a mi madre: Margarita Urbina Gutiérrez y a mi abuelita: Carmela Urbina ya que ellas han sido padre y madre, por brindarme su apoyo en el cual siempre me supieron educar para alcanzar todas mis metas propuestas en mi vida.

A mis hermanos(a): José Rodolfo Castro Urbina, Wilmer Alberto Castro Urbina, Glenda Vanessa Castro Urbina, Oscar Danilo Urbina Urbina, Maria Escarleth Urbina Urbina, Everth Josue Urbina Urbina que siempre me han brindado su apoyo incondicional, consejos para cumplir con mi propósito y cumplir unos de mis sueños ser un profesional.

A mi tía(o): Mercedes del Carmen Urbina, Claudio Antonio Manzanares Urbina por estar siempre pendiente en las necesidades durante mi formación académica, me indicaron el camino de bien, así culminar y cumplir una de la gran etapa de mi vida. A mi novia Ana Laura Rayo Lara por estar conmigo ya que con ella compartí todos los momentos difíciles que se me presentaron cada instante por regalar y transmitirme esos ánimos de aliento y así salir adelante sin importar los obstáculos presentes.

A mis amigos(a), compañeros(a) de clase por darme su mano cuando más los necesite y por motivarme a seguir en mis estudios.

Br. Jin Enmanuel Vargas Urbina

DEDICATORIA

A Dios por la vida, salud, fuerza y sabiduría por haberme permitido hacer mis sueños realidad, el cual era mi anhelo ser un Ingeniero Agrónomo. Estoy agradecido con él por haber culminado con éxito La Carrera, ya que es el que tiene el control de nuestras vidas.

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Juan Antonio Laguna Murió y Cándida Ramírez quienes han ido en paralelo conmigo y que en los momentos difíciles ellos estuvieron apoyándome incondicionalmente, aconsejando e induciéndome por el camino correcto.

A mis hermanos: Ariel Antonio Laguna Ramírez por brindarme su ayuda en momentos de necesidad. A Yamileth del Carmen laguna Ramírez, Meyling Raquel Laguna Ramírez y Jessenia Laguna Ramírez por sus consejos para que siempre siguiera adelante.

A mis amigos y compañeros de clase por su apoyado mutuo y consejos para alcanzar mi meta.

Br. Melvin Josue Laguna Ramíres

AGRADECIMIENTO

Agradecemos principalmente sobre todas las cosas a Nuestro Señor Dios, creador de todas las cosas, por habernos dado vida y vida en abundancia, por permitirnos llevar a cabo este estudio, a adquirir conocimientos de importancia en el transcurso de nuestra carrera como profesionales, por llenarnos de sabiduría y fuerza para realizar todas las actividades propuestas en nuestro plan de trabajo, con el apoyo, la dirección y la bendición de Dios nada es imposible en nuestras vidas. A nuestros padres que fueron la fuente de nuestras vidas, que nos brindaron apoyo incondicional durante la formación para la vida.

A nuestro asesor Dr. Dennis José Salazar Centeno, Ing. Msc. Hugo René Rodríguez González, Ing. MSc. Leonardo García Centeno por habernos elegido realizar el estudio, por esa confianza en nosotros, por regalarnos un poco de sus valiosos conocimientos con los cuales cuenta, por dirigirnos en la elaboración de nuestra tesis, por darnos su apoyo incondicional y tiempo el cual sabemos que es valioso, por su esfuerzo y esmero brindado para la culminación de este trabajo. Al Técnico Alex Armando Serrato, entomólogo con grandes conocimientos en el área de la entomología, por sus grandes aportes, apoyo incondicional y colaboración para la culminación de este estudio.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), a la Facultad de Agronomía (FRAGRO) por apoyarnos y facilitarnos este espacio de superación y culminación del proyecto de nuestra carrera de Ingeniería Agronómica. A los propietarios de la finca La Espadilla y la finca La Vecina al señor Martin Vicente Padilla García y al señor Juan Francisco Padilla García por permitir desarrollar este estudio de investigación en sus áreas de producción.

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 (DCI-FOOD/2013/317-971), por apoyarnos en el financiamiento en gran parte de este estudio que será de mucha importancia para los productores de nuestro país. A nuestros familiares y amigos(as) que nos brindaron su apoyo incondicional para que nosotros nos formáramos como profesionales.

Br. Jin Enmanuel Vargas Urbina y Br. Melvin Josue Laguna Ramírez

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Nivel de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en el agroecosistemas	5
2. Número de organismos según clase taxonómica para la finca La Espadilla y la finca La Vecina	17
3. Número de organismos según ordenes taxonómicos para la finca La Espadilla y la finca La Vecina	18
4. Número de organismos según las familias taxonómicas para la finca La Espadilla y la finca La Vecina	19
5. Número de organismos según las familias taxonómicas y su rol funcional que desempeñan en la finca La Espadilla (F.E) y la finca La Vecina (F.V)	20

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ubicación geográfica del área de estudio y subsistemas de cada agroecosistema.	4
2	Diseños y manejos de la biodiversidad productiva en dos agroecosistemas con café.	9
3	Manejo y conservación del suelo en dos agroecosistemas con café.	10
4	Manejo y conservación del agua en dos agroecosistemas con café.	11
5	Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos en dos agroecosistemas con café.	12
6	Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar en dos agroecosistemas con café.	13
7	Estado de los elementos de la biodiversidad asociada en dos agroecosistemas con café.	14
8	Coefficiente del manejo de la biodiversidad en dos agroecosistemas con café.	15
9	Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las clases taxonómicas en dos agroecosistemas con café.	23
10	Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las clases taxonómicas en dos agroecosistemas con café.	24
11	Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para los órdenes taxonómicos en dos agroecosistemas con café.	25
12	Índice de disimilitud según Bray-Curtis para los órdenes taxonómicos en dos agroecosistemas con café.	26
13	Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las familias taxonómicas en dos agroecosistemas con café.	27
14	Índice de disimilitud Bray-Curtis para las familias taxonómicas en dos agroecosistemas con café.	29

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Google map	39
2	Hoja de campo utilizada para colecta de insectos	39
3	Indicativos e indicadores de la biodiversidad	39
4	Café en produccion, finca La Espadilla	41
5	Café en desarrollo, finca La Vecina	41
6	Muestreo de la macrofauna del suelo	41

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la comunidad La Grecia, San Ramón, Matagalpa, 2015-2016. El objetivo fue evaluar la diversidad de la macrofauna del suelo en relación al diseño y manejo de los agroecosistemas cafetaleros en Matagalpa, Nicaragua 2016. Se evaluaron 64 indicadores y seis indicativos mediante la metodología de Vázquez (2013), los resultados permiten determinar el coeficiente de manejo de la biodiversidad, clasificar el sistema de producción respecto a la complejidad alcanzada y elaborar un plan de reconversión. Para el muestreo de la macrofauna se utilizó la metodología propuesta por el programa “Tropical soil biology and fertility” (TSBF). Cada una de las fincas se dividieron en cinco parcelas siguiendo los criterios de pendiente, vegetación, cultivos anuales – perennes, ganado y pasto. Los organismos recolectados fueron identificados a nivel de clase, orden y familia. El coeficiente y manejo de la biodiversidad de la finca La Espadilla es complejo y el de la finca La Vecina es poco complejos. La composición taxonómica de clase, orden y familia de la macrofauna del suelo fue mayor en la finca La Espadilla. En ambas fincas el grupo funcional que predominó fue el de los detritívoros, seguido por los fitófagos y depredadores. La mayor diversidad y riqueza representada por el índice de Renyi, en el taxón clase y familia fue obtenida por la finca La Espadilla y para el taxón orden obtiene una mayor riqueza la finca La Vecina. Las fincas La Espadilla y La Vecina, muestran que las clases que tienen una disimilitud intermedia son: Arachnida, Chilopoda, Insecta y Gastropoda. El orden Isoptera y la familia Rhinotermitidae presentan un índice de disimilitud alto.

Palabras clave: artrópodos, complejidad, insectos, lombrices, detritívoros, fitófagos, depredadores, índices.

ABSTRACT

The research work was carried out in the community of La Grecia, San Ramón, Matagalpa, 2015-2016. The objective was to evaluate the diversity of the macrofauna of the soil in relation to the design and management of the coffee agroecosystems in Matagalpa, Nicaragua 2016. Six indicators and six indicatives were evaluated using Vázquez's methodology (2013), the results allow to determine the coefficient of Management of biodiversity, classify the production system with respect to the complexity achieved and develop a conversion plan. For the sampling of macrofauna, the methodology proposed by the Tropical Soil Fertility and Biology (TSBF) program was used. Each of the farms was divided into five plots according to the criteria of slope, vegetation, annual crops - perennial, cattle and pasture. The organisms collected were identified at class, order and family level. The coefficient and management of the biodiversity of the property La Espadilla is complex and the one of the property La Vecina is little complex. The taxonomic composition of class, order and family of the macrofauna of the soil was greater in the farm La Espadilla. In both farms the functional group that predominated was of the detritivores, followed by the phytophagous and predators. The greater diversity and richness represented by the Renyi index, in the taxon class and family was obtained by the property La Espadilla and for the taxón orden obtains a greater wealth the property La Vecina. The farms La Espadilla and La Vecina, show that the classes that have an intermediate dissimilarity are: Arachnida, Chilopoda, Insecta and Gastropoda. The Isoptera order and the Rhinotermitidae family have a high dissimilarity index.

Keywords: arthropods, complexity, insects, worms, detritivores, phytophagous, predators, indexes.

I. INTRODUCCIÓN

Altieri (2001), plantea que la agroecología provee una guía para desarrollar agroecosistemas que tomen ventajas de los efectos de la integración de la biodiversidad de plantas y animales. Tal integración aumenta las complejas interacciones y sinergismos que optimiza las funciones y procesos de los agroecosistemas como la regulación biótica de organismos perjudiciales, reciclaje de nutrientes, la producción y acumulación de biomasa, permitiendo así al agroecosistema autorregular su propio funcionamiento. Los cafetales son modelos que sirven para mostrar la intensificación sobre la diversidad. Desde esta perspectiva, se han realizado estudios en agroecosistemas cafetaleros a libre exposición solar y bajo sombrío sobre temas de descomposición de la hojarasca y abundancia de grupos funcionales de macrofauna (Gelves, 2008).

Altieri y Nicholls (2002), afirma que la diversidad es la única medida de la complejidad del ecosistema, la comunidad de organismos se convierte en más compleja cuando incluye un gran número de diferentes organismos, cuando hay más interacciones entre ellos y cuando aumenta la intensidad de estas interacciones, conforme se incrementa la diversidad aumentan las oportunidades de coexistencia e interferencia beneficiosa entre especies que pueden mejorar la sostenibilidad del ecosistema.

La diversidad de insectos es numerosa que para estudiarlos es necesario agruparlos en categorías y la taxonomía facilita la clasificación e identificación de éstos y la comunicación entre investigadores, al conocerse el nombre científico de un organismo es posible consultar la literatura que se ha publicado acerca de este o sus parientes cercanos, además, con la identificación correcta de un espécimen plaga se puede evitar pérdidas de recursos y esfuerzos invertidos (Jiménez, 2009).

En los agros ecosistemas la importancia de los macro invertebrados del suelo es que habitan los distintos sistemas y radica en la variedad de servicios eco sistémicos que ofrecen a través de sus actividades; interviniendo en procesos de control natural, reciclaje de nutrientes, la descomposición y transporte de materia orgánica, estructura del suelo entre otros (Altieri y Nicholls, 2009).

A partir de su función e impacto en el suelo, de su forma de vida y de su fuente de alimentación o hábitat alimentaria, la macrofauna se puede dividir en distintos grupos funcionales, entre ellos los detritívoros, fitófagos, depredadores y omnívoros (Brown *et al*, 2001).

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa (número de especies en una área pequeña y uniforme), beta (diversidad entre hábitats en un ecosistema) y gamma (total de especies en todos los hábitats en una región), puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades de los individuos (Moreno, 2001).

Los índices han sido y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que los índices comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para analizar los datos de vegetación. Los índices de biodiversidad son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Mostacedo, 2000).

Al realizar prácticas que no son amigas con el ambiente estas perjudican la salud del suelo y afecta la biodiversidad presente en las fincas. El presente estudio es parte del 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 (DCI-FOOD/2013/317-971), 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.

Este trabajo consiste en realizar una evaluación de dos agros ecosistemas, en los 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 estos dos agros ecosistemas de café.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar la complejidad de diseños manejo de la biodiversidad y las poblaciones y rol funcional de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas cafetaleros.

2.2 Objetivos específicos

Determinar el coeficiente de los diseños y manejos de la biodiversidad en dos agroecosistemas cafetaleros.

Identificar taxonómicamente los organismos de macrofauna edáfica en dos agroecosistemas cafetaleros.

Categorizar la macrofauna edáfica en su rol funcional en dos agroecosistemas cafetaleros.

Estimar la diversidad de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas cafetaleros.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fechas del estudio

El estudio se realizó en dos fincas, La Espadilla y La Vecina, ubicadas en San Ramón, municipio del departamento de Matagalpa, Nicaragua, en octubre del 2015. Las fincas (Figura 1) quedan en el km 143.5 carretera La Dalia, entrada A Roblar 2 km al éste comunidad la Grecia, con latitud $12^{\circ} 97' 95''$ norte y longitud $85^{\circ} 79' 95''$ oeste. Referencia

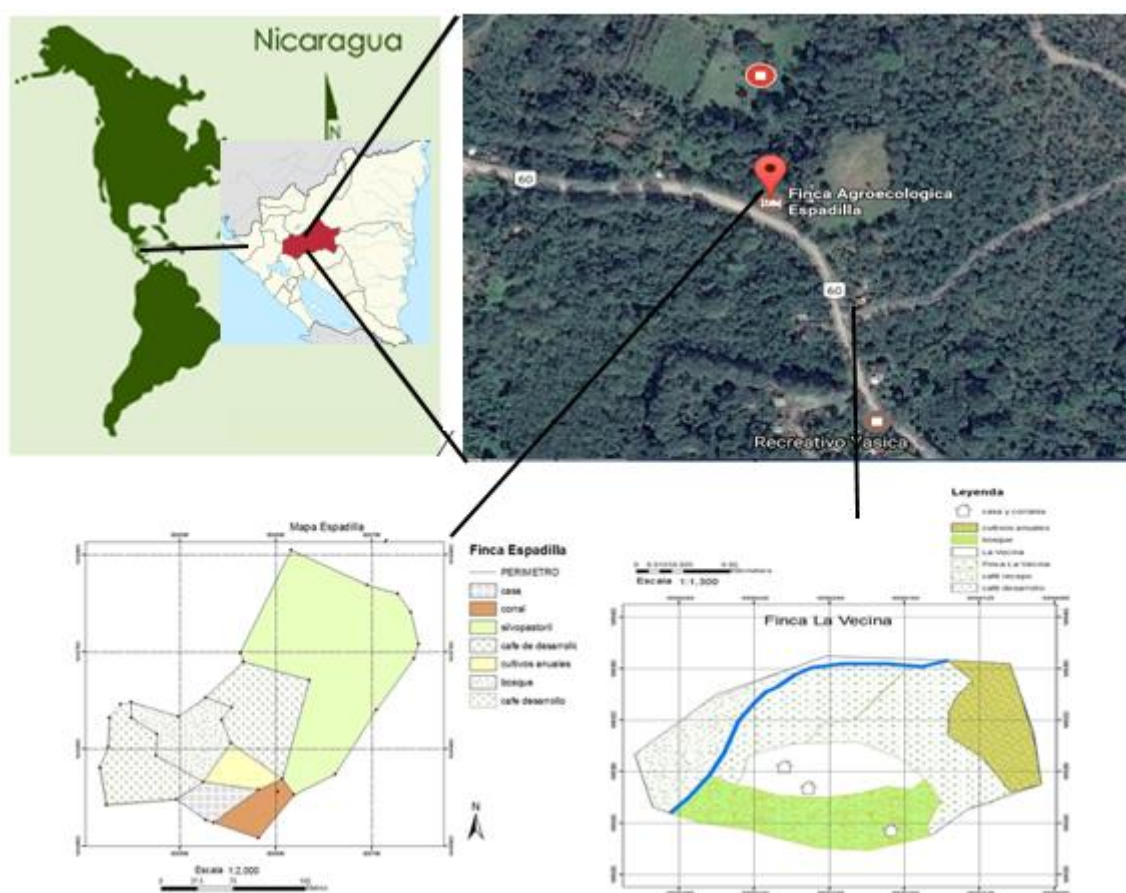


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y subsistemas de cada agroecosistema. Fuente: Google map (Anexo 1).

3.1.1 Clima del municipio de San Ramón

El clima del municipio San Ramón se clasifica con sabana tropical. Temperatura media de 24°C , las precipitaciones varían entre 2000 a 2400 mm, caracterizándose por una buena distribución durante todo el año (AMUPNOR, 2010).

3.1.2 Vegetación del municipio de San Ramón

La vegetación del área se caracteriza por la dominancia de especies latifoliadas del bosque tropical húmedo, aunque también se presentan asociaciones de pinos que se entremezclan con el bosque latifoliado. La flora silvestre está bien definida en cuanto a especies de gran interés tenemos pinares, robledales en las partes bajas y bosques húmedos subtropicales arriba de los 1,100 msnm (AMUPNOR, 2010).

3.1.3 Suelos del municipio de San Ramón

El área total del municipio de San Ramón, presenta suelos del orden Molisol (195.61 km²), seguidos por suelos del orden Alfisoles, (141.57 km²), que son suelos maduros o desarrollados y con un nivel de fertilidad media (saturación de bases mayor de 35%), que mantienen reservas considerables de minerales primarios (contando con un horizonte argílico (Bt) o rico en arcillas de carácter iluvial). Se encuentran en una buena proporción los suelos del orden Ultisol (86.94 km y en menor proporción los suelos Vertisoles con 9.44 km² (UNA y BM, 2013).

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 café se aplicó la metodología de Vázquez (2013), que tiene seis indicativos, 64 indicadores y un coeficiente de manejo de la biodiversidad (Anexo 2), que categoriza a la finca en diferentes grados de complejidad.

Para facilitar los cálculos se establecieron los indicadores que cita Vázquez (2013), donde se evalúan las fincas mediante una escala de cero a cuatro grados, considerando recomendaciones de Sarandón y Flores (2014), quedando el último valor de la escala cuatro como óptimo, que 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 1. Nivel de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en el agroecosistema

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)

Fuente: Vázquez (2013).

Cada agro ecosistema de café o finca se dividió en cinco subsistemas o parcelas según los siguientes criterios:

1. Pendiente (parte alta, media y baja del terreno hasta completar las cinco parcelas)
2. Vegetación
3. Cultivos anuales
4. Cultivos perennes
5. Ganado y pasto

Basados en estos criterios, se hizo un mapa de la finca geo referenciado indicando su poligonal y cada subsistema (figura 1).

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 cinco puntos de muestreos por parcela para un total de 25 muestras para finca La Espadilla igualmente para La Finca Vecina. Con distanciamiento 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; se dividió en tres estratos sucesivos (0-10cm, 10-20cm, 20-30cm de profundidad); los especímenes fueron extraídos en el sitio del muestreo golpeando y quebrando los trozos de madera y revisando la hojarasca. Seguidamente se extrajo la tierra de las muestras restantes, donde se depositó en una bandeja por estratos diferentes para su respectiva revisión. Los especímenes frágiles de cada estrato fueron extraídos con un pincel y el resto con una pinza; se colocaron en un frasco plástico 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% para 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 con cuidado 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. Para la identificación se utilizaron claves taxonómicas de diferentes literaturas como Andrews *et al.*, (1989), Coronado (1991), Cabezas (1996), Coto (1998), Ayala y Monterroso (1998), McGavin (2000), Mendoza y Gómez (2006), Jiménez (2009) y Cabrera (2014).

3.3 Aspectos de manejo de las fincas

3.3.1 Finca La Espadilla

Realiza prácticas de conservación de suelo incorporando abonos orgánicos como compost, biomasa fresca, residuos de cosecha y ramas; además, utiliza las aguas mieles como bio fertilizantes. También realiza la captura de agua en pilas para regar los cultivos y usos domésticos; maneja las plagas con productos orgánicos a base de ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.), apasote (*Dysphania ambrosioides* L.) con ruda (*Ruta graveolens* L.) y chile (*Capsicum annuum* L.)

3.3.2 Finca La Vecina

Realizan prácticas como la incorporación de abonos sintéticos (Urea 46%, Completo 15-15-15), aplicaciones de productos químicos como Endosulfan (Thionex), Glifosato (Round up®) y efectúan actividades como chapia, regulación de sombra y poda.

3.4 Variables evaluadas

Las variables que se determinaron para la estimación de índices y el análisis son:

1. Para determinar el coeficiente de complejidad se dividieron en tipos de biodiversidad: **Productiva:** Cultivos, árboles, animales y arreglos de cultivos seleccionados por el agricultor. **Auxiliar:** Cercas vivas, hierbas colindantes, arboledas. **Funcional:** Polinizadores, enemigos naturales, descomponedores de la materia orgánica. **Introducida:** Micros organismos eficientes, entomófagos, biopreparados de micro organismos. **Biota nociva:** Plagas que alcanzan poblaciones altas y **Asociada:** Colonizan el agro ecosistema de ambientes colindantes Vázquez (2013). Se realizó mediante una encuesta aplicada con el propietario Martin Vicente Padilla García dueño de la finca La Espadilla y al señor Juan Francisco Padilla García dueño de la finca La Vecina.
2. Abundancia: Número de individuos del mismo taxón presentes en ambas fincas por grupo de organismo o especie en cada estrato de 10 cm, 20 cm y 30 cm, utilizando Estereoscopio para su identificación morfológica
3. Número de organismo por grupo funcional: Detritívoros, fitófagos depredadores y omnívoros. Utilizando literaturas como McGavin (2000), Jiménez (2009) y Cabrera (2014).
4. Diversidad o riqueza: Número de especies o taxones (Clase, Orden y Familia) por finca y estrato de 10 cm, 20 cm y 30 cm. Se utilizó el programa Excel.

3.5 Análisis de los datos

La representación de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en las fincas se muestran en graficas tipo radial, la clasificación taxonómica y rol funcional se presentan en tablas de frecuencia y los índices de Renyi y Bray-Curtis se grafican en barras y líneas.

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 sub sistemas y 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 agros ecosistemas (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 el escalado 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: $0 \leq \text{Disimilitud alta} \leq 0.33$, $0.34 \leq \text{Disimilitud intermedia} \leq 0.66$ y $0.67 \leq \text{Disimilitud baja} \leq 1$

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de los diseños y manejos de la biodiversidad

4.1.1 Resultados de los diseños y manejo de la biodiversidad productiva (DMBPr)

En la figura 2, se muestra que La finca Espadilla presentó el mayor valor del componente de los diseños y manejos de la biodiversidad productiva con 3.13, en relación a la finca La Vecina que obtuvo 1.39. Principalmente se debe a que La Finca la Espadilla de los 18 indicadores cumple con 11 en su punto óptimo y la Finca la Vecina con 1 indicador en su punto óptimo. La finca con mayor coeficiente se debe a que posee una alta integración, y diversificación, además que este agricultor aprovecha las semillas criollas que se encuentran en su comunidad, especialmente de cultivos de café, musáceas, frijol y maíz, lo que le permite tener una mayor superficie cultivada aprovechando los espacios disponibles; en cambio, la finca La Vecina su diversificación es muy baja incluyendo el cultivo principal que es el café, pero en ciertas ocasiones el productor realiza siembra en la época seca con los cultivos del tomate, chiltoma manejados convencionalmente.

Los resultados indican que la diversidad de los cultivos en las fincas permite una mejor interacción y una estabilidad ante los embates de las variaciones climáticas, ambas fincas poseen un sistema agroforestal con el cultivo de café y una alta diversificación de árboles y arbustos, lo que permite mantener microclima y aprovechar los subproductos de los árboles (Nicholls, 2013).

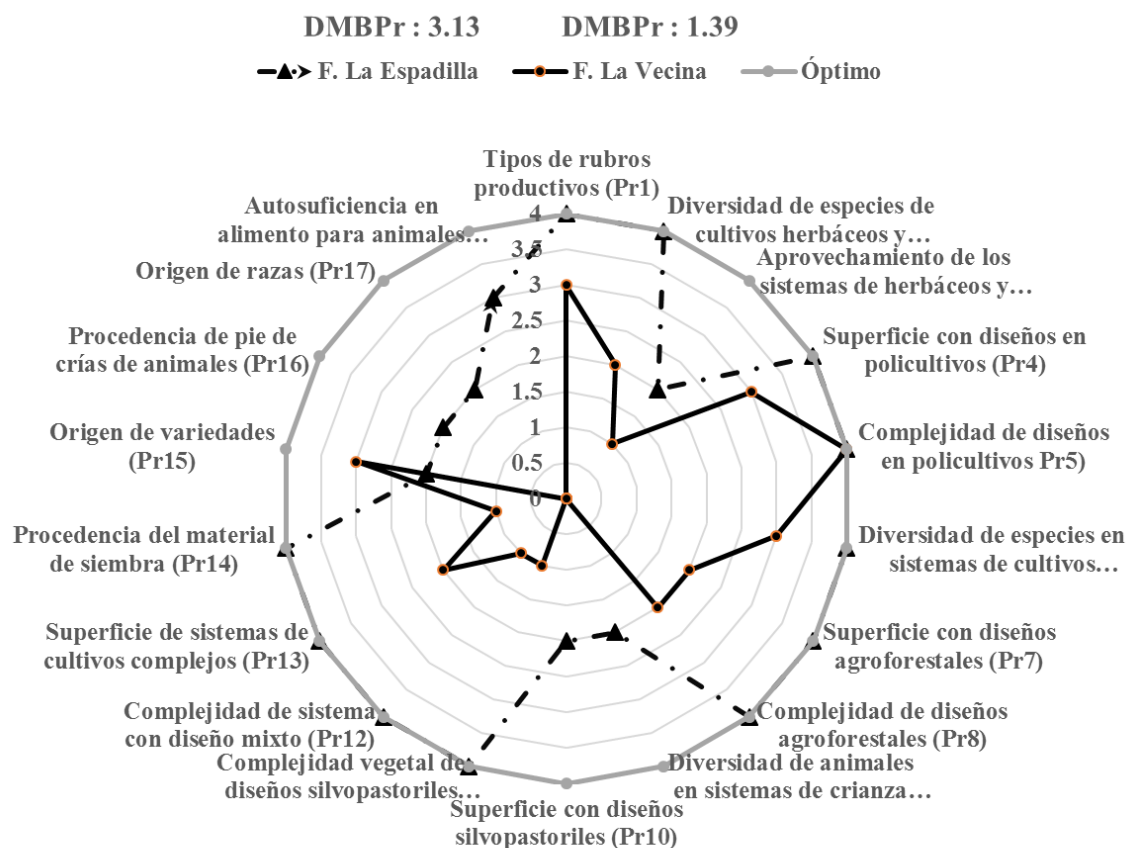


Figura 2. Diseños y manejos de la biodiversidad productiva en dos agroecosistemas con café.

Vázquez y Simonetti (2013), describen que los agros ecosistemas son dinámicos y están sujetos a diferentes tipos de manejos, los arreglos de cultivos en el tiempo y el espacio están cambiando continuamente, de acuerdo con los factores biológicos, socioeconómicos y ambientales y tales variaciones en el paisaje determinan el grado de heterogeneidad característica de cada región agrícola, la que a la vez condiciona el tipo de biodiversidad presente y la cual puede o no beneficiar los cultivos. Aquellas fincas con diseños donde integran los componentes de plantas y animales con el ambiente, buscan aumentar la eficiencia biológica general, preservar la biodiversidad y mantener la capacidad productiva y auto regulatoria de los agros ecosistemas (Márquez, 2013).

4.1.2 Manejo y conservación del suelo (MCS)

La finca La Espadilla alcanzo un valor de 3.11 debido a que de los 7 indicadores cumple en el punto óptimo con cinco (figura 3), esto demuestra que el productor realiza frecuentemente una rotación en los espacios para cultivos anuales, su diseño le permite dejar descansar la tierra y le incorpora biomasa a través de abonos verdes y compost. La Finca La Vecina obtuvo un 0.78 debido a que ninguno de los indicadores está en sus puntos óptimos, esto se debe, a que el área de cultivos anuales es pequeña e implementa sistemas de riego por goteo o aspersión, durante la época seca. No incorpora biomasa, pero si realiza un laboreo mínimo y prácticas anti erosivas. Altieri y Nicholls (2013), afirma que el manejo de los cultivos de cobertura y los abonos verdes mejoran la cobertura del suelo protegiéndolo de la erosión, pero lo más importante, adicionan biomasa, la que a su vez contribuye a un mayor nivel de materia orgánica en el suelo.

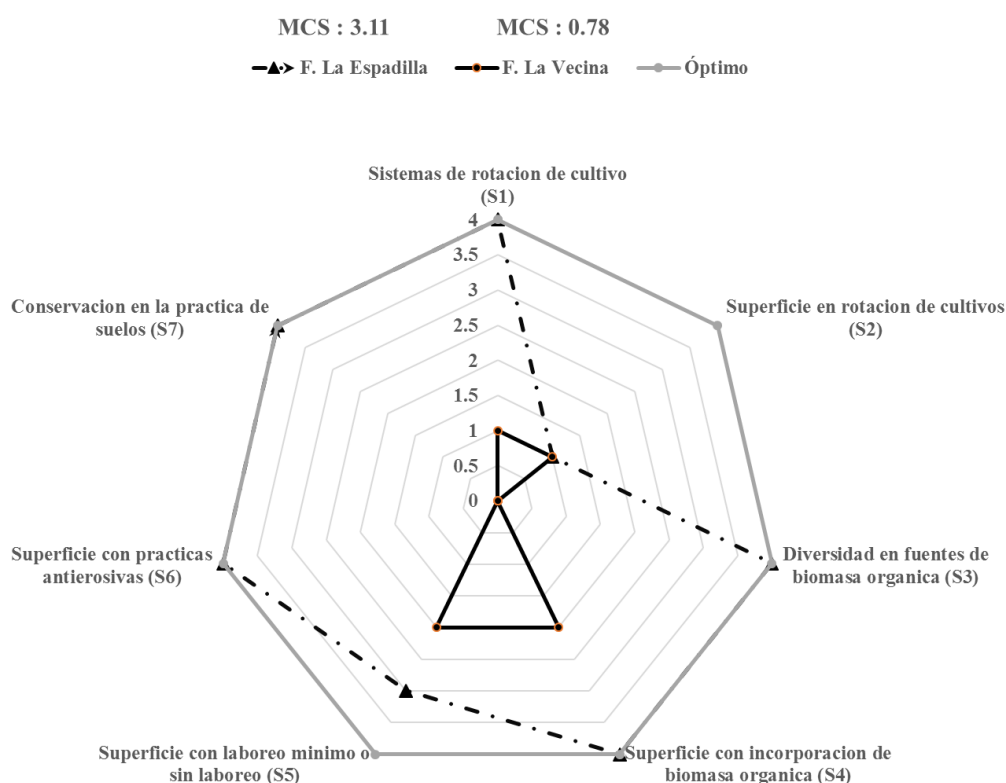


Figura 3. Manejo y conservación del suelo en dos agroecosistemas con café.

4.1.3 Manejo y conservación del agua (MCA)

Ambas fincas utilizan sistemas de riego para aprovechar las épocas secas. En la finca La Espadilla resulto con un valor de 2.14 debido a que también utiliza una fuente natural (ojo de agua) de abastecimiento de agua para uso agrícola. En la finca La Vecina se obtuvo un valor de 1.71 (figura 4). Ambas fincas no aprovechan al máximo el recurso agua, lo que una evidencia que aún no se logra un manejo que favorezca su conservación y aprovechamiento.

La evaluación de las prácticas de conservación y manejo del agua requiere de indicadores más detallados, sea mediante estudios específicos o sistematizando experiencias de campesinos u otros agricultores, ya que ésta tiene múltiples efectos sobre la biodiversidad en el sistema de producción. En el sector campesino se ha desarrollado una cultura de conservación y explotación sustentable de los recursos. Se observan en general, prácticas de manejo inadecuadas de los suelos, los cultivos y el agua; la erosión y el desperdicio de agua caracterizan la mayor parte del territorio de la entidad; incluso, se han abandonado y destruido muchas obras de conservación de suelos que se hicieron en décadas pasadas en lugar de mantenerlas y rehabilitarlas (CCRECRL, 2009).

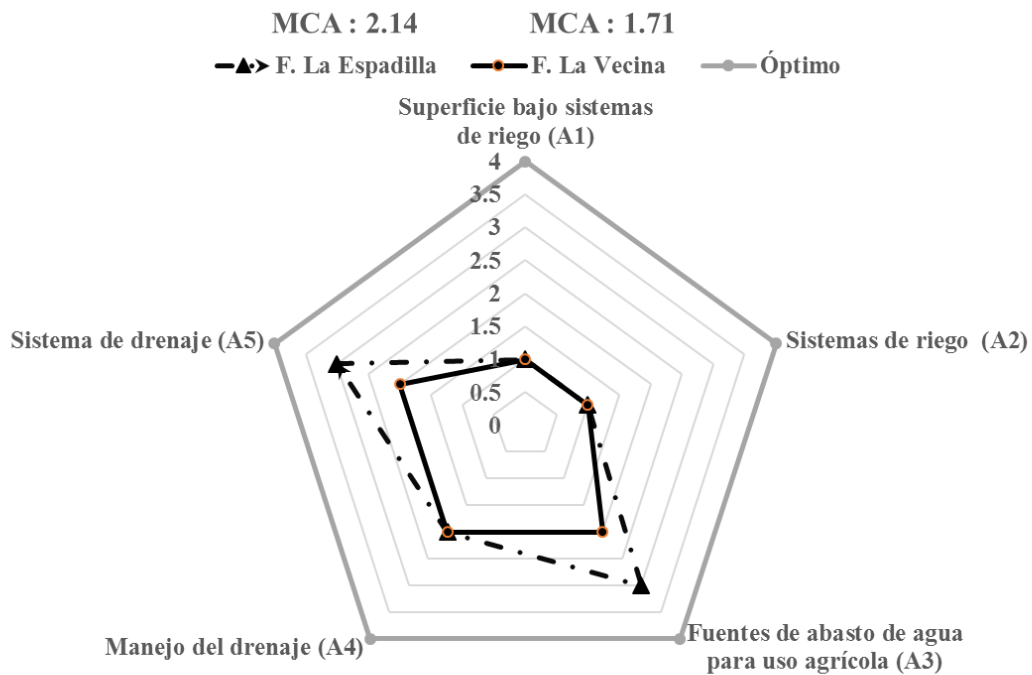


Figura 4. Manejo y conservación del agua en dos agroecosistemas con café.

4.1.4 Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)

En la finca La Espadilla se encontró el valor de 3.71 (figura 5), el productor utiliza insumos biológicos para el manejo de plagas y enfermedades y aprovecha los recursos que dispone la finca, a diferencia de la finca La Vecina, que obtuvo 0.14 debido a que los insumos son comprados y causa una dependencia hacia éstos. La diversidad en la agricultura ha demostrado ser una vía para proteger a los agricultores de plagas y enfermedades, por el contrario, el camino de la especialización y el monocultivo provocan el aumento de la contaminación, por el uso de agro tóxicos y fertilizantes y la degradación de recursos naturales, como consecuencia se asiste a un proceso acelerado de erosión genética de las especies cultivadas, que ocurre por la sustitución de variedades, de gran diversidad y adaptación por cultivares denominados modernos, obtenidos a través de la manipulación y selección del material genético (Yong, 2010).

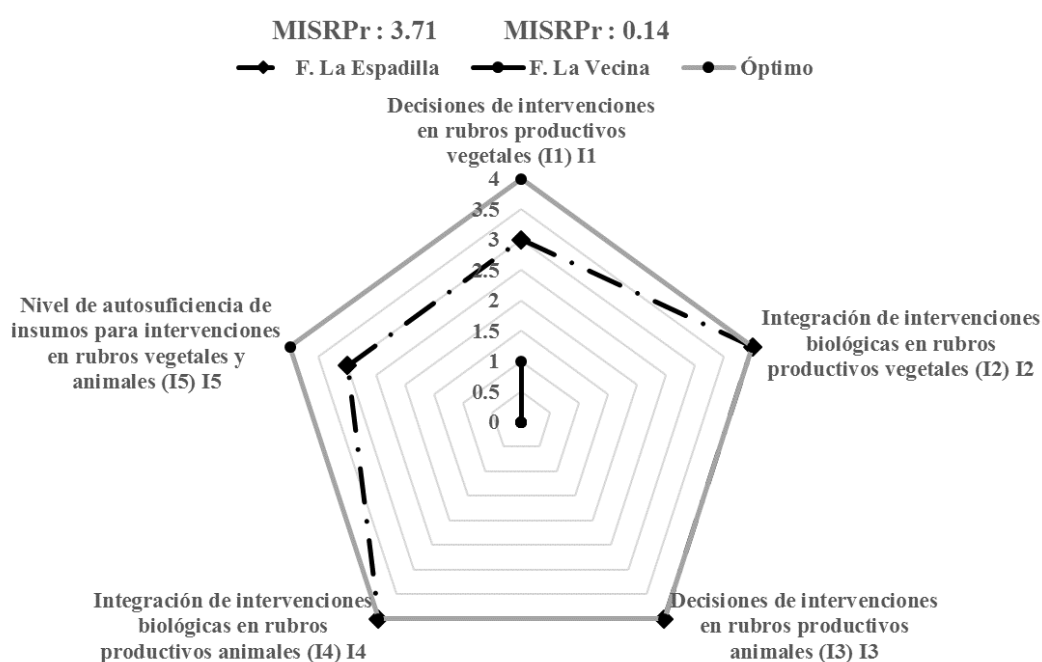


Figura 5. Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos en dos agroecosistemas con café.

4.1.5 Manejo de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)

La finca La Espadilla logró un valor de 3.64 debido a que de los 15 indicadores cumple con 13 en el grado óptimo y a la finca La Vecina con un valor de 1.59 con solo un indicador de los 15 en el óptimo (figura 6). Esto nos indica que el productor de la finca La Espadilla conoce la importancia de las barreras vivas, importante para los hábitats de la fauna local, lo cual presenta una belleza escénica para la finca. Otro aspecto que se toma en cuenta es la diversidad integradas en el sistema productivo con 302 árboles dispersos en la propiedad. En la finca la Vecina no se encontraron barreras vivas integradas en los cultivos, en la parte arbóreas fue baja con función de brindar sombra al café. Los diseños y manejos de la vegetación auxiliar pueden contribuir a múltiples funciones como por ejemplo la cerca viva perimetral, que mediante su diseño agroecológico puede lograrse entre 10 - 15 funciones (Vázquez 2013).

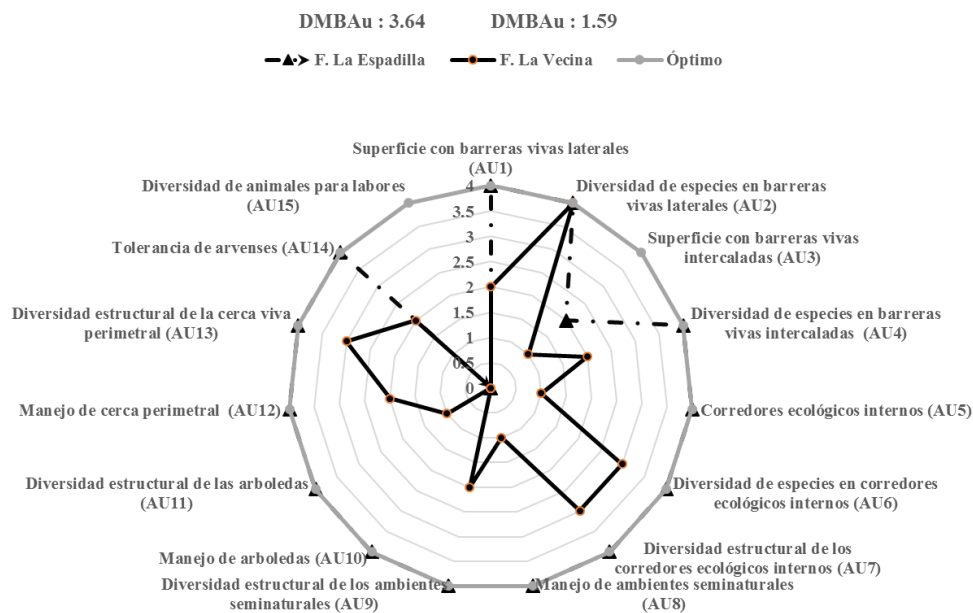


Figura 6. Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar en dos agroecosistemas con café.

Los sistemas donde se encuentran una alta diversidad de especies arbóreas permiten la capturar carbono, además de propiciar resiliencia para enfrentar las variaciones climáticas. Los sistemas agroforestales tienen una alta complejidad estructural y que sirva como amortiguador frente a grandes fluctuaciones de temperatura, manteniendo así el cultivo principal más cerca a sus condiciones óptimas (Altieri y Nicholls, 2013).

4.1.6 Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)

La finca La Espadilla obtuvo un coeficiente de 3.31 debido, que cumple con 10 indicadores en el valor óptimo de los 14 y la finca La Vecina obtuvo 1.63 ya que cumple solo con 2 en el valor óptimo (figura 7). El productor de la finca La Espadilla aprovecha la presencia de las arvenses nobles como una forma de protección, además de ser hábitats o alimento para muchos insectos. Martínez et al., (2013) ejemplifica 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 macrofauna del suelo, que pueden considerarse como representativos por su nivel de interacción con los rubros productivos.

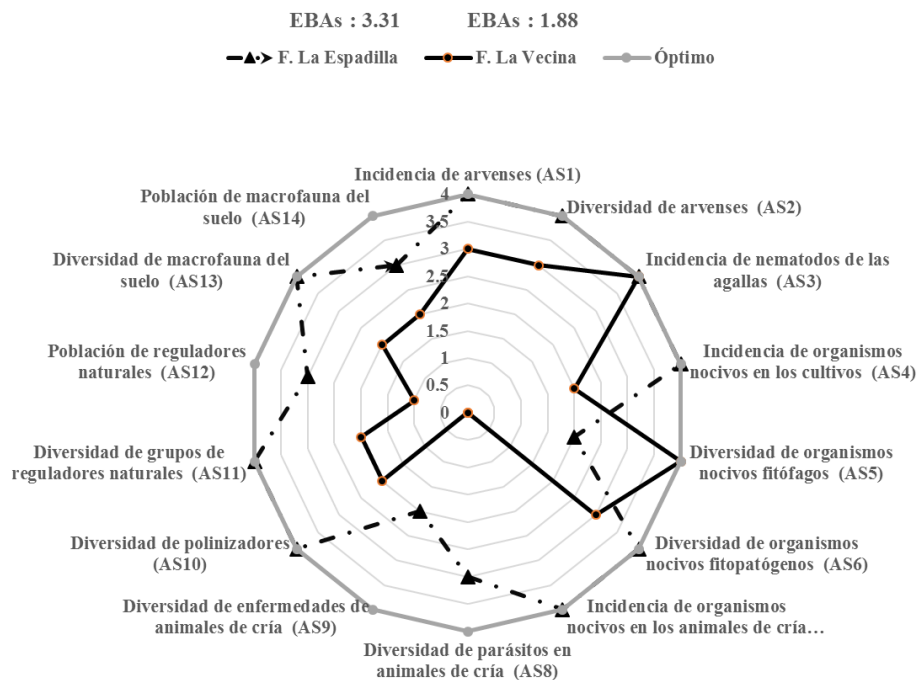


Figura 7. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada en dos agroecosistemas con café.

4.1.7 Coeficiente del Manejo de la Biodiversidad (CMB)

La finca La Espadilla logró un promedio de 3.17, este valor permitió clasificar según el diseño y manejo de la biodiversidad a la finca La Espadilla como compleja, y la finca La Vecina obtuvo un promedio de 1.25 que permitió clasificar según el diseño y manejo de la biodiversidad a la finca a La Vecina como poco compleja. Una finca compleja por sus distribuciones y arreglos le permite disponer de mayor alimento, estabilidad ante variaciones climáticas y un equilibrio en sus agroecosistemas. En los agroecosistemas presentan interacciones entre los elementos de la biodiversidad que lo componen y estas relaciones determinan en gran medida la salud del mismo (Altieri y Nicholls, 2000). Mientras más compleja es la finca mayor estabilidad en su sistema presenta y puede llegar a ser sostenible.

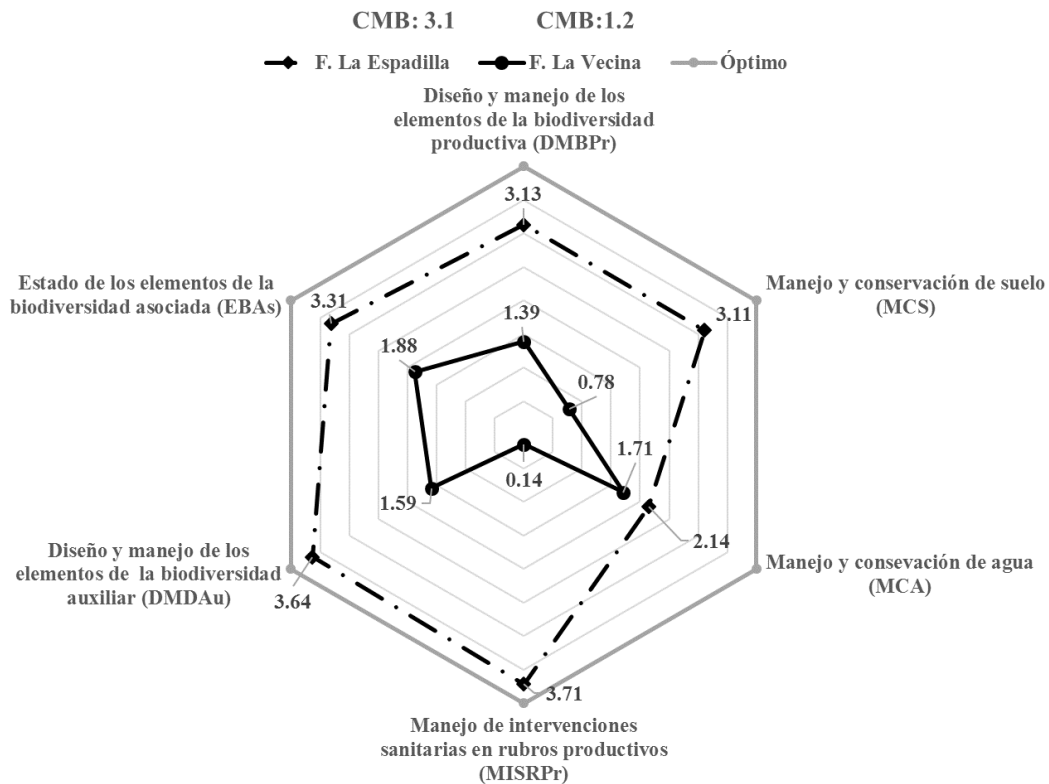


Figura 8. Coeficiente del manejo de la biodiversidad en dos agroecosistemas con café.

A medida que un sistema de producción es más biodiverso, habrá menores condiciones para el arribo, establecimiento e incremento de poblaciones de organismos nocivos, sean insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias, virus, arvenses y otros, debido a diversos efectos, principalmente por reducción de la concentración de hospedantes preferidos, por confusión o repelencia y por incremento de enemigos naturales, entre otros factores (Vázquez y Matienzo, 2010). El sistema de producción en la finca La Espadilla integra rubros como el café y contribuye a la conservación del agua y suelo. El sistema ha demostrado servir como amortiguador frente a grandes fluctuaciones de temperatura, manteniendo así el cultivo principal más cerca a sus condiciones óptimas (Altieri y Nicholls, 2013).

Finca poco compleja

La complejidad de una finca está relacionada a diferentes métodos o prácticas que se realizan dentro de ella, esto refleja que dicho productor hace labores con productos que no son amigables con el ambiente y que afectan en gran cantidad a insectos benéficos permitiendo una disminución en las interacciones en los agroecosistema.

Finca compleja

Los agros ecosistemas que poseen complejidad, son aquellos donde existen interacciones ecológicas y una sinergia entre los componentes biológicos, reemplazan los insumos para proporcionar los mecanismos necesarios para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la productividad y la protección de los cultivos.

4.2 Macrofauna edáfica

La composición de la macrofauna en distintos ecosistemas es un importante punto de partida para entender sus efectos potenciales en el medio edáfico y en la producción vegetal (Brown *et al.*, 2001). Zerbino (2010) afirma que se ha descuidado la gran cantidad de organismos asociados a los sistemas de producción, desde los polinizadores hasta animales de control biológico y los organismos del suelo. Rodríguez (2008) asevera que la variedad de comunidades de organismos que existen en determinadas regiones; incluye la variedad de hábitats, de especies que los componen y de procesos ecológicos que ocurren.

En sistemas convencionales donde se cultiva café sin sombra con altas densidades y de porte bajo, existe poca protección del suelo, baja restitución de materia orgánica, baja diversidad de la macrofauna del suelo y por ende bajo ciclaje de nutrientes, lo cual conlleva a depender de insumos externos (Vaast y Snoeck, 1999). Las comunidades de la macrofauna varían en su composición, abundancia y diversidad, en dependencia del estado de perturbación del suelo causado por el cambio de uso de la tierra, lo que permite valorar a estas comunidades como bioindicadores de calidad o alteración ambiental (Cabrera, 2011).

Los procesos de degradación de tierras en varias regiones de América Latina y África, tienen su origen en factores sociales, económicos y culturales, que se traducen en la sobreexplotación de los recursos naturales y en la aplicación de prácticas inadecuadas de manejo de suelos y aguas. La consecuencia de todo ello, es la inhabilitación productiva de muchas tierras agrícolas que va en detrimento de la producción de alimentos para una población creciente en estos dos continentes (FAO 2000).

Los resultados de la determinación de los diseños y manejos de la biodiversidad en ambas fincas categorizan a La Espadilla como compleja (Fc); y la finca La Vecina como poco compleja (Fpc), la primera está considerada localmente como en transición sobre bases agroecológicas y la segunda como convencional. Esto permite conocer el rol que desempeña la macrofauna en el suelo, que tiene una vital importancia y estaría de cara a validar opciones productivas amigables con el ambiente ya que permite documentar las afectaciones que provocan la disminución de la macrofauna en el suelo bajo diferentes manejos de cultivos (Lavelle, 2002).

4.2.1 Clasificación taxonómica de la macrofauna

El cuadro 2 muestra las diferentes categorías taxonómicas y el número de individuos encontrados por clase reflejados en cada agroecosistema. Al respecto, se registraron ocho clases para la finca La Espadilla y siete para la finca La Vecina. La clase Clitellata con 363 registró mayor abundancia en la finca La Espadilla, seguido de la clase Insecta con 320 individuos, Arachnida con 32. Las clases con mayor representatividad para la finca La Vecina son: Clitellata con 311, Insecta con 131 y Arachnida con 17. Un aspecto importante que favoreció el mayor número de individuos a la finca La Espadilla fue la incorporación de residuos del control de maleza producto de la chapia en este sistema. Esto contribuye con retención de la humedad lo que favorece tener un mejor hábitat y mayor presencia de cobertura vegetal para estos organismos. Según Masters (2004), 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 agroecosistemas.

Cuadro 2. Número de organismos según clase taxonómica para la finca La Espadilla y la finca La Vecina

Clase	Número de organismos por finca	
	F. La Espadilla	F. La Vecina
Arachnida	32	17
Chilopoda	9	4
Clitellata	363	311
Diplopoda	23	24
Entognatha	1	-
Gastropoda	11	28
Insecta	320	131
Malacostraca	20	26
Total	779	541

En el cuadro 3 se muestran los valores de los individuos de los órdenes taxonómicos obtenidos en cada agroecosistema. Se registraron 15 órdenes de los cuales 12 estuvieron presentes en cada finca, pero en cantidades diferentes. Para la finca La Espadilla el orden Haplotaxida registró un total de 363 organismos, Isoptera con 108, Hymenoptera con 84, para la finca La Vecina los órdenes más representativos son Haplotaxida con 311, Isoptera con 20 y Hymenoptera con 41. La causa más importante que afectó la presencia de macro invertebrados en la finca La Vecina, es la pobre cobertura vegetal, no hay aporte de biomasa, es más fuerte la intensidad lumínica, el impacto de las gotas de lluvia es mayor y además no hay temperatura adecuada del suelo ofreciendo un medio inestable para la vida de la macrofauna. Las predominancias de estos grupos ecológicos están determinadas por un conjunto de factores ambientales, se considera que la temperatura, seguido de la disponibilidad de recursos y de la variación de la humedad, son los principales determinantes para que se encuentren en los agroecosistemas (Lavelle y Spain, 2001).

Cuadro 3. Número de organismos según ordenes taxonómicos para la finca La Espadilla y la finca La Vecina

Ordenes	Número de organismos por finca	
	F. La Espadilla	F. La Vecina
Araneae	32	17
Blattodea	-	1
Coleoptera	82	50
Dermaptera	5	4
Diptera	-	2
Haplotaxida	363	311
Hemiptera	28	9
Hymenoptera	84	41
Isopoda	20	26
Isoptera	108	20
Lepidoptera	4	-
Orthoptera	7	4
Pulmonata	11	28
Scolopendromorpha	9	4
Spirostreptida	23	24
Total	776	541

En el cuadro 4 se muestran los valores de individuos de las familias taxonómicas obtenidos en los agroecosistemas. Se registraron 29 familias para la finca La Espadilla. Las más representativas son: Lumbricidae con 363, Rhinotermitidae 108 y Formicidae 84. La ausencia o baja presencia en la finca La Vecina de algunas familias como Rhinotermitidae con 20, Formicidae con 41 y Lumbricidae con 311; se debe principalmente a que son susceptibles a transformaciones físicas y de manejo. Las transformaciones más comunes son el laboreo de mayor impacto utilizado al momento de preparar el suelo, la chapia frecuente, entre otras. Las transformaciones en las condiciones ambientales del suelo, originadas por las actividades que demandan los sistemas convencionales y la consecuente destrucción mecánica de los hábitats, tienen una repercusión negativa sobre los principales grupos descomponedores de la materia orgánica, reduciendo su número y muchas veces desapareciéndolos del área (Linares *et al.*, 2009).

Cuadro 4. Número de organismos según las familias taxonómicas para la finca La Espadilla y la finca La Vecina

Familia	Número de organismos por finca	
	F. La Espadilla	F. La Vecina
Blattidae	-	1
Carabidae	1	-
Chrysomelidae	9	6
Cicadellidae	6	-
Culiciidae	-	2
Curculionidae	2	1
Cydnidae	3	-
Elateridae	5	-
Forficulidae	5	4
Formicidae	84	41
Gelastocoridae	1	-
Gryllidae	7	4
Lumbricidae	363	311
Lygaeidae	7	-
Meloidae	1	-
Navidae	4	1
Noctuidae	2	-
Nymphalidae	2	-
Opiliones	32	17
Pentatomidae	5	6
Pompilidae	-	1
Reduviidae	2	-
Rhinotermitidae	108	20
Scarabaeidae	44	42
Scolopendridae	32	28
Staphylinidae	20	-
Styloniscidae	20	26
Tenebrionidae	-	1
Trigonochlamydidae	1	-
Total	766	512

4.3 Categorización del rol funcional de la macrofauna del suelo por familia taxonómica

La fauna edáfica está constituida por organismos que pasan toda una parte de su vida sobre la superficie inmediata del suelo, en los troncos podridos, en la hojarasca superficial y bajo la superficie de la tierra, incluyendo desde animales microscópico hasta vertebrados de talla mediana; además desde el punto de vista de la alimentación incluye individuos que son fitófago, depredadores, omnívoros (Brown *et al*, 2001). Estos organismos aparecen en escalas de tiempo y espacio que los individuos más pequeños. Una de ellas, quizás la más útil, es la que divide a la macrofauna del suelo de acuerdo al comportamiento alimenticio (Zerbino, 2005).

Cuadro 5. Número de organismos según las familias taxonómicas y su rol funcional que desempeñan en la finca La Espadilla (F.E) y la finca La Vecina (F.V)

Familia	Detritívoros		Fitófago		Depredadores		Omnívoros	
	F. E	F. V	F. E	F. V	F. E	F. V	F. E	F. V
Blattidae	-	1	-	1	-	-	-	1
Carabidae	1	-	1	-	1	-	-	-
Chrysomelidae	9	6	9	6	9	6	-	-
Cicadellidea	-	-	6	-	-	-	-	-
Culiciadae	-	2	-	-	-	2	-	-
Curculionidae	2	1	2	1	2	1	-	-
Cydniidae	-	-	3	-	-	-	-	-
Elateridae	5	-	5	-	5	-	-	-
Forficulidae	5	4	-	-	5	4	-	-
Formicidae	-	-	-	-	84	41	84	41
Gelastocoridae	-	-	1	-	-	-	-	-
Gryllidae	-	-	7	4	-	-	-	-
Lumbricidae	363	311	-	-	-	-	-	-
Lygaeidae	-	-	7	-	-	-	-	-
Meloidae	1	-	1	-	1	-	-	-
Navidae	-	-	4	1	-	-	-	-
Noctuidae	-	-	-	2	-	-	-	-
Nymphalidae	-	-	-	2	-	-	-	-
Opiliones	-	-	-	-	32	17	-	-
Pentatomidae	-	-	5	6	-	-	-	-
Pompilidae	-	-	-	-	-	1	-	-
Reduviidae	-	-	2	-	-	-	-	-
Rhinotermitidae	108	20	-	-	-	-	-	-
Scarabaeidae	44	42	44	42	44	42	-	-
Scolopendridae	32	28	-	-	-	-	-	-
Staphylinidae	20	-	20	-	20	-	-	-
Styloniscidae	20	26	-	-	-	-	-	-
Tenebrionidae	-	1	-	1	-	1	-	-
Trigonochlamydidae	1	-	-	-	1	-	-	-
Total	611	442	117	66	204	115	84	42

Los resultados encontrados en ambos agros ecosistemas complejo y poco complejo (Cuadro 5), presentan las familias taxonómicas más representativas según su rol funcional. Se utilizó los manuales de Jimenez (2009) y Cabrera (2014), para su respectiva identificación y categorización.

Detritívoros

El grupo funcional de detritívoros 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, jugando un papel importante en el reciclaje de nutrientes (Cabrera, 2014). En este estudio se encontraron las familias Rhinotermitidae, Scarabaeidae y Lumbricidae pertenecientes a este grupo con mayor representatividad en la finca compleja (cuadro 5).

La familia Lumbricidae juega un rol específico y de gran importancia en el medio edáfico, se encuentran representado por las lombrices, las cuales tienen la función de transformar el material orgánico en humus e ingieren de manera selectiva una gran cantidad de material orgánico y mineral. La familia Termitidae tienen un rol fundamental a nivel edáfico; son insectos sociales los nidos son construidos con suelo de material vegetal, excreciones y saliva; pueden ser enteramente subterráneos o construir montículos, construyen galerías en el suelo y transportan grandes cantidades de material orgánico desde la superficie a sus cámaras; ambas actividades contribuyen significativamente en el ciclo de nutrientes (Lavelle y Spain, 2001). Los resultados de los muestreos en ambos agroecosistema complejo y poco complejo se encontraron organismos con actividad benéfica y como agentes plagas; entre ellos la familia Termitidae realizando actividades como descomposición de residuos vegetales sobre la superficie del suelo, raíces de plantas, troncos podridos y alimentándose de árboles dentro del área de producción. Según Artigas (1994), las termitas son uno de los principales problemas que afectan a la madera elaborada en todo el mundo principalmente realizando degradaciones en diversas estructuras.

Depredadores

En el grupo funcional depredadores la mayor cantidad de organismos lo obtuvo la finca compleja (Cuadro 5), y los más representativos son los de la familia Opiliones, Scarabaeidae y Formicidae. Estas familias en la finca compleja realizan funciones de controladores biológicos, pero al aumentar sus poblaciones se presentan como plagas perjudicando los cultivos. Altieri y Nicholls (2002), En general, una mayor diversidad de plantas implica una mayor diversidad de organismos y esto a su vez determina una mayor diversidad de depredadores y parasitoides, creándose cadenas tróficas complejas.

Fitófagos

Estos organismos se encontraron presentes con actividad en ambos agroecosistemas, se reportan las familias Scarabaeidae, Gryllidae y Staphylinidae, donde se encontraron en diferentes estados larvarios descomponiendo los residuos vegetales sobre la superficie del suelo y destruyendo raíces del cultivo de café (*Coffea arabica* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L), maíz (*Zea mays* L.), naranja (*Citrus X sinensis* L.), limón (*Citrus × limón* L.).

Se alimentan de las partes vivas de las plantas y así controlan la cantidad de material vegetal que ingresa al suelo; una de las familias es la Scarabaeidae y Gryllidae con un número de organismos similares en ambas fincas. La familia Staphylinidae con representatividad en la finca compleja ha sido reportada como importante plaga de raíces de cultivos, se comportan como detritívoros y fitófagos en su estado larval y como adultos su grupo funcional es de depredadores. Estos insectos tienen metamorfosis completa, tienen un hábitat y alimentación variable se alimentan de materia vegetal y animal viva o muerta (Jimenez, 2009).

Omnívoros

Con mayor presencia en la finca compleja (Cuadro5), estos organismos en, el ámbito ecológico, se alimentan de cualquier tipo de restos, aunque demuestran una especial tendencia hacia materiales con fécula, sustancias dulces y productos cárnicos, aunque también pueden comer muchos otros materiales, y por supuesto, especímenes de su misma especie, contribuyen a que los procesos de degradación de la materia orgánica sean efectivos, porque ayudan como indicadores eco climáticos, de humedad y de cantidad de luz presente en el sistema (Arango y Agudelo sf).

Se encuentra la familia Formicidae en ambas fincas donde se alimentan de una gran cantidad de especies causando daño principalmente al follaje de los cultivos, se convierten en plagas cuando las poblaciones aumentan, depredan a los invertebrados que sirven como controladores biológicos, se conoce que presentan un rol importante a la transformación de la estructura del suelo. Lavelle (2000) menciona que los representantes de este grupo tienen un impacto específico en el interior del suelo a partir de la transformación de sus propiedades físicas, que favorecen la formación de agregados y la estructura, el movimiento y la retención del agua, así como el intercambio gaseoso. Holldobler y Wilson (1990), señalan que lugares donde las hormigas llegan a densidades elevadas, pueden mover la misma cantidad de suelo que las lombrices debido a que transportan restos de animales y plantas dentro de sus nidos bajo el suelo, mezclan estos materiales con la tierra excavada y el área del nido es cargada con altos niveles de carbono, nitrógeno y fósforo, consecuentemente el suelo se fragmenta en un mosaico de concentración de nutrientes.

4.4 Índice de biodiversidad alfa para las clases taxonómicas

Al medir la biodiversidad según el índice de Renyi, el punto más alto lo obtiene la finca La Espadilla, en el alfa 0, lo que indica que hay una mayor riqueza de clase en comparación a la finca La Vecina (figura 9). Entre el alfa 0,2 hasta 1,8 los perfiles se interceptan; el de la finca La Vecina sobrepasa el perfil de la finca La Espadilla. Esto indica que en la sección cercana a 1 donde el comportamiento del perfil corresponde al índice de biodiversidad según Shannon-Wiener hay mayor uniformidad de las clases, mayor diversidad y un número de organismos por clase igualmente abundantes para la finca La Vecina. En la gráfica de Renyi cuando alfa es igual a 2, el perfil se comporta según Simpson, mostrando que la diversidad existente en ambas fincas presenta equidad similar. A partir del alfa 2.2 hasta 3.8, el perfil horizontal se comporta según el índice Berger-Parker, muestra que hay abundancia de un taxón. La clase Clitellata domina en ambos sistemas, pero la finca La Espadilla presenta una mayor abundancia de individuos, esto permite que la curva perteneciente a la finca La Espadilla se muestre superior a la curva de la finca La Vecina.

La variación en la cantidad de individuos por cada sistema estuvo asociada a un menor grado y frecuencia de alteración producto de las medidas de manejo en la finca La Espadilla; y en consecuencia la cantidad y calidad de los recursos del sistema. La agroecología promueve que los diseños y manejos de la biodiversidad de los agroecosistemas sean lo más complejos posibles. Estos resultados coinciden con Primavesi (1982), quien afirma 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.

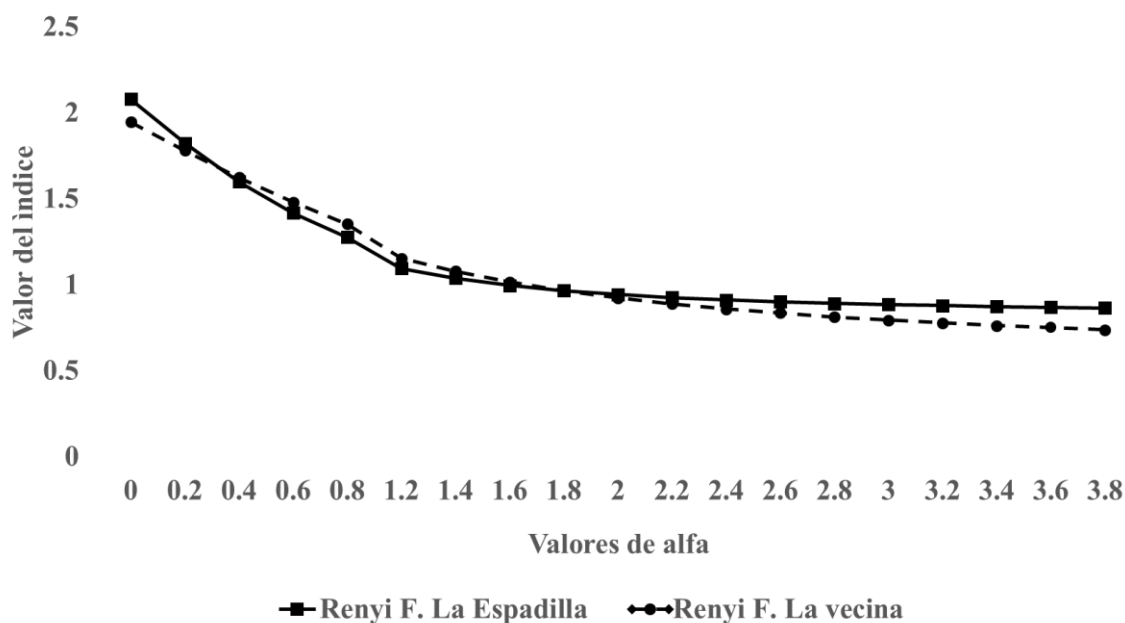


Figura 9. Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las clases taxonómicas en dos agroecosistemas con café.

Las zonas cálidas tienen mayor diversidad de especies y de hábitats que las zonas frías, la biodiversidad disminuye con el aumento de la latitud y la altitud, lo que indica que la precipitación también tiene influencia sobre este factor, en la zona con mayor precipitación la biodiversidad es mucho mayor que en zonas secas, de hecho en los bosques tropicales que representan menos del 10% de la superficie del planeta contienen más del 90% de las especies, de lo antes dicho se desprende que la diversidad de especies está íntimamente relacionada con la diversidad de ecosistemas, esta estrecha relación conduce a la certeza de que no podemos conservar la diversidad de especies si no conservamos los ecosistemas (Gómez, 2008).

El modelo agrícola dominante (derivado de la Revolución Verde), es una de las principales amenazas contra la biodiversidad debido al uso intensivo de agroquímicos que conducen a la pérdida de especies beneficiosas por su rol ecológico en los ecosistemas naturales (Sarandón y Flores, 2014). Al existir mayor macrofauna del suelo en el sistema con diseños y manejos de su biodiversidad la fertilidad se manifiesta de manera ascendente en el tiempo, no así en los sistemas convencionales (Zerbino, 2010), ya que existe un efecto negativo en la diversidad de la macrofauna del suelo (Larios, 2014). Esta es la razón que en la finca La Vecina existe una menor cantidad de macrofauna edáfica.

4.5 Índice de disimilitud para las clases taxonómicas

Las clases que presentan los valores altos con el índice de disimilitud para la finca La Espadilla y la finca La Vecina son: Diplopoda, Clitellata y Malacostraca con un rango muy cercano al uno, lo cual indica que comparten la mayoría de estas clases de organismos (Figura 10). Las clases Arachnidae, Chilopoda, Insecta y Gastropoda son las que presentan el menor valor de Bray-Curtis, las fincas comparten los mismos organismos presentes, pero están en menor cantidad en la finca La Vecina (Cuadro 2), estas clases taxonómicas presentan una disimilitud intermedia. Estos resultados evidencian que las prácticas agroecológicas son de gran importancia para la conservación de organismos que ayudan a la descomposición de la hojarasca, es una estrategia para mantener y mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, principalmente, porque mejoran la captación y conservación de agua en el suelo, con la posibilidad de permitir que los sistemas agrícolas se adapten a las condiciones de temperatura y eventos climatológicos extremos, permitiendo mayor eficiencia en el uso y disponibilidad de agua para los cultivos, así contribuir a contrarrestar y mejorar la necesidad de los cultivos.

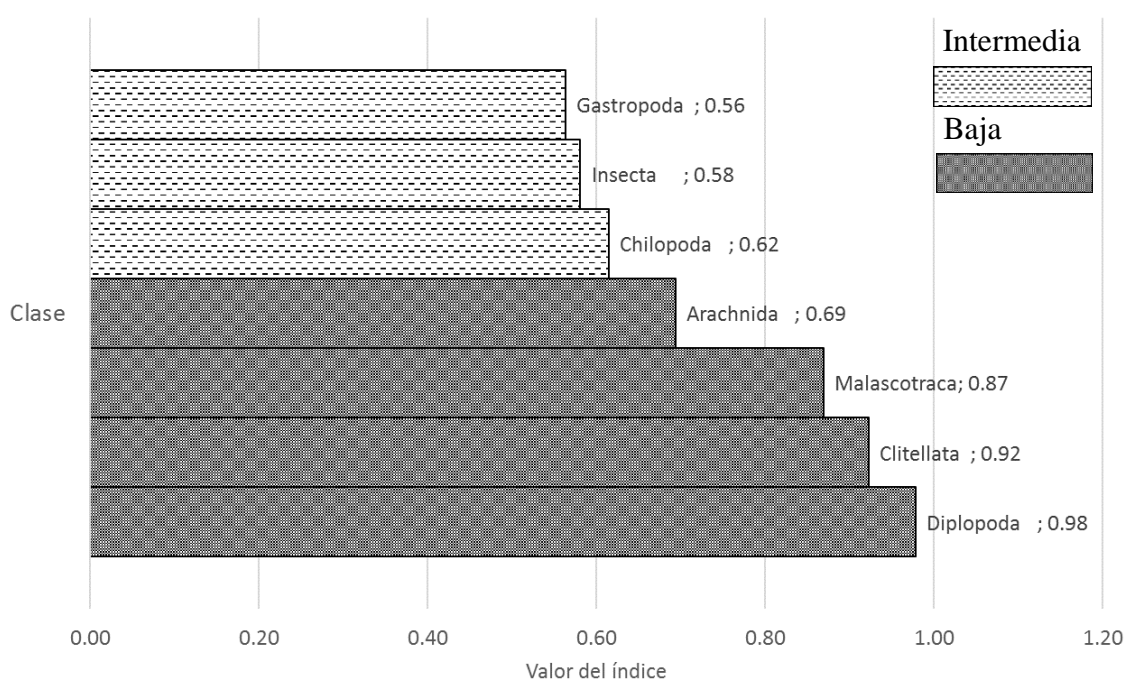


Figura 10. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las clases taxonómicas en dos agroecosistemas con café.

Nicholls, (2008) asume que las aplicaciones de plaguicidas, eliminan de forma temporal las plagas en los sitios específicos donde se aplican, pero a la vez unos pocos individuos pueden sobrevivir, debido de algún modo porque evitan el contacto con la toxina o porque pequeñas diferencias en su metabolismo les permite tolerarla.

Experimentos realizados por Botina *et al*, (2012) evaluaron el impacto de la labranza convencional y labranza cero con cobertura y mantillo en un cultivo de algodón demuestra que la labranza del suelo ejerce un efecto negativo sobre la diversidad del mismo, la utilización de estrategias que minimicen la manipulación de éste son esenciales para la conservación de la biota edáfica.

4.6 Índice de biodiversidad alfa para los órdenes taxonómicos

La finca La Vecina presenta una mayor riqueza de órdenes, el punto más alto lo obtiene dicha finca en el alfa (0). Cuando el perfil se aproxima a uno según el índice de biodiversidad Shannon-Wiener indica que hay una mayor diversidad de especies en la finca La Vecina, hay mayor uniformidad de órdenes y un mayor número de organismos (figura 11). Cuando alfa es igual a 2, el perfil se comporta según Simpson, mostrando que la diversidad existente en ambas fincas presenta equidad, pero la finca La Espadilla es más diversa en cuanto a los órdenes taxonómicos. A partir del alfa 2.2 hasta 3.8, el perfil horizontal se comporta según el índice Berger-Parker, muestra que hay abundancia de un taxón. El orden Haplotaxida domina en ambos sistemas, pero la finca La Espadilla presenta una mayor abundancia de individuos, esto permite que la curva perteneciente a la finca La Espadilla se muestre superior a la curva de la finca La Vecina. Un aspecto importante que favoreció el mayor número de individuos fue la incorporación de residuos del control de maleza producto de la chapia en el sistema agroecológico, esto además contribuye con retención de la humedad. Según Cabrera *et al* (2011), la baja presencia de organismos en la poco compleja se debe a la sensibilidad de las comunidades de la macrofauna ante el manejo del suelo, los cambios en la cobertura y la transformación de la vegetación, así como el efecto negativo de las perturbaciones impuestas por los sistemas de cultivo.

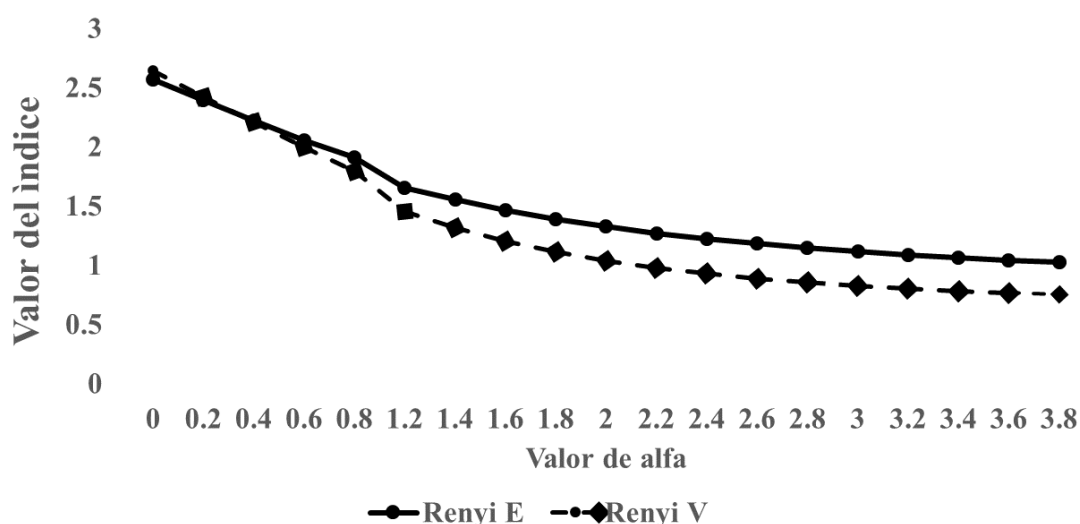


Figura 11. Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para los órdenes taxonómicos en dos agroecosistemas con café.

Según Artavia (2001), dice que la influencia del sistema de manejo sobre la presencia de artrópodos en sitios agroecológicos, presenta 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. Zerbino (2005), afirma que la riqueza, diversidad y equitatividad de las comunidades de la macrofauna del suelo, variaron de acuerdo a la intensidad y frecuencia de perturbación, cantidad y calidad de los recursos del sistema. (Brown *et al.*, 2001; Feijoo *et al.*, 2001, indica que el método de preparación del suelo, comparado con otras prácticas de manejo (rotación, fertilización, uso de agroquímicos, etc.) es el que tiene los mayores efectos en la distribución y abundancia de artrópodos.

Además, Larios (2014), indica que la combinación de café con árboles leguminosos o no, tienen la capacidad de permitir la sostenibilidad de los sistemas productivos cuando son usados en sistemas agroforestales, práctica asociada a los principios agroecológicos ya que éstos permiten una captura más eficiente de la energía solar, favorece la absorción, retención y reciclaje de nutrientes, manteniendo al sistema en equilibrio dinámico al aumentar la biodiversidad.

4.7 Índice de disimilitud para los órdenes taxonómicos

Los órdenes taxonómicos que presentan un valor bajo de índice de disimilitud para las fincas La Espadilla y la Vecina son: Spirotreptida, Haplotaxida, Dermaptera, Isopoda, Coleoptera, Orthoptera, Araneae (figura 12), lo cual indica que comparten la mayoría de estos órdenes. Los órdenes Hymenoptera, Scolopendromorpha, Pulmonata, Hemiptera presentan un valor intermedio de disimilitud. Y el orden que presenta una alta disimilitud es el Isoptera (Cuadro 3), lo que refleja que estos organismos están presentes en ambos agroecosistemas, pero con una menor cantidad en la finca La Vecina. Algunas prácticas agroecológicas como el uso de residuos orgánicas y la combinación de especies vegetales en un sistema productivo favorece el hábitat para ciertos órdenes, lo cual hay muchos órdenes que necesitan un ambiente donde no sean perturbados por practica agrícolas para desarrollarse completamente

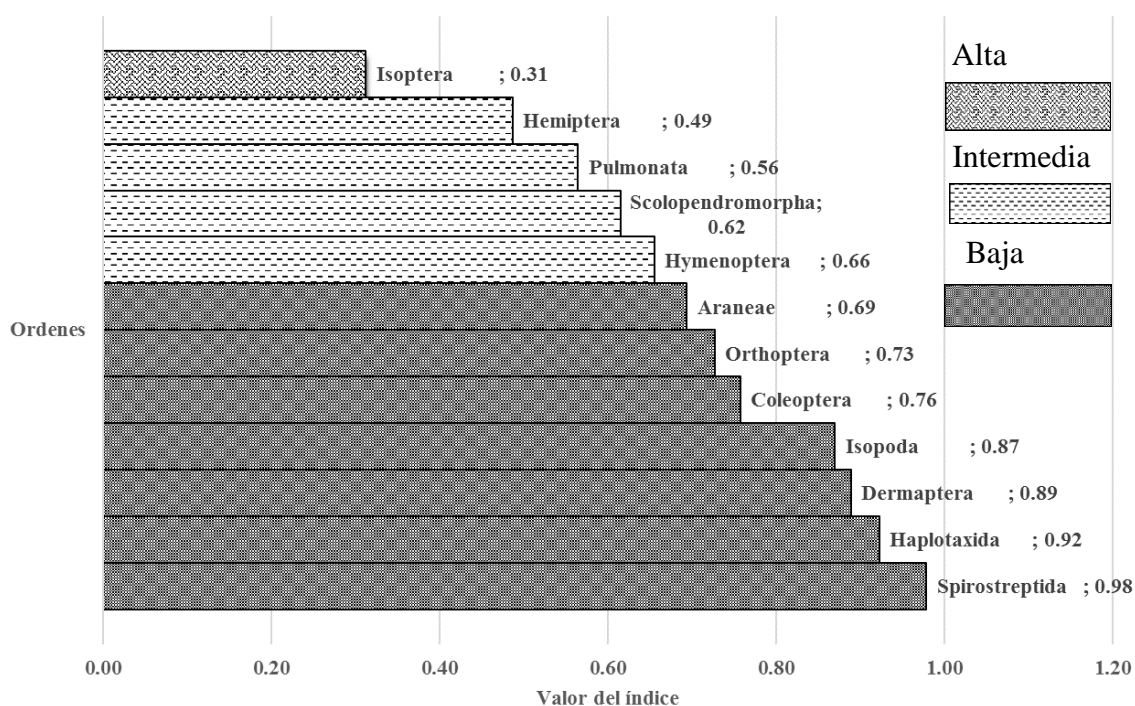


Figura 12. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para los órdenes taxonómicos en dos agroecosistemas con café.

En comparación con estudios realizados en flora el valor de similaridad no alcanzan ni el 30%, se debe a que no existen especies abundante en común, además esta gran disimilitud puede obedecer a la variaciones en la composición florística, ya que están influenciadas por la presencia de especies raras adaptadas, así como los cambios graduales en las condiciones ambientales por cada cambio altitudinal, que es denotada por sitio, también indica que la diversidad beta en bosques tropicales es mayor, mostrando que estos bosques no son localmente más diversos, si no especialmente presentan una distribución más agrupada, lo cual podría reflejarse en la similitud entre las localidades (Sonco, 2013).

4.8 Índice de biodiversidad alfa para las familias taxonómicas

La riqueza de familias para los agroecosistemas se refleja en el alfa 0 (figura 13), la más representativa es la finca La Espadilla teniendo una mayor riqueza de familia taxonómica. Cuando el perfil se aproxima a 1 según el índice de biodiversidad Shannon-Wiener indica que hay una mayor diversidad de especies en la finca La Espadilla, hay mayor uniformidad de familias, mayor diversidad y un mayor número de individuos. Cuando alfa es igual a 2, el perfil se comporta según Simpson, mostrando que la diversidad que existe en ambas fincas presenta equidad. A partir del alfa 2.2 hasta 3.8, el perfil horizontal se comporta según el índice Berger-Parker, muestra que hay abundancia de un taxón dominante. La familia Lumbricidae domina en ambos sistemas, pero la finca La Espadilla presenta una mayor abundancia de individuos, esto permite que el perfil perteneciente a la finca La Espadilla se muestre superior al perfil de la finca La Vecina.

La mayor diversidad taxonómica presente en sistemas agroecológicos es considerada como valores muy bajos al relacionarlos con los sistemas naturales con cierto grado de conservación, como las selvas secundarias, que poseen gran riqueza taxonómica (Ararat *et al.*, 2002). Esto se debe a que en los sistemas no intervenidos por el ser humano hay una menor y casi nula alteración del suelo, y la presencia de vegetación multiestratificada provee protección y fuentes de alimentos en diferentes grados de descomposición a los macro invertebrados, humedad constante, así como mayores contenidos de materia orgánica.

La biodiversidad fue mayor en la finca compleja, lo que según Nicholls (2013), incrementa la función del agroecosistema dado que las especies tienen funciones diferentes y permiten que, ante cambios climáticos extremos, el agroecosistema continúe brindando servicios ambientales.

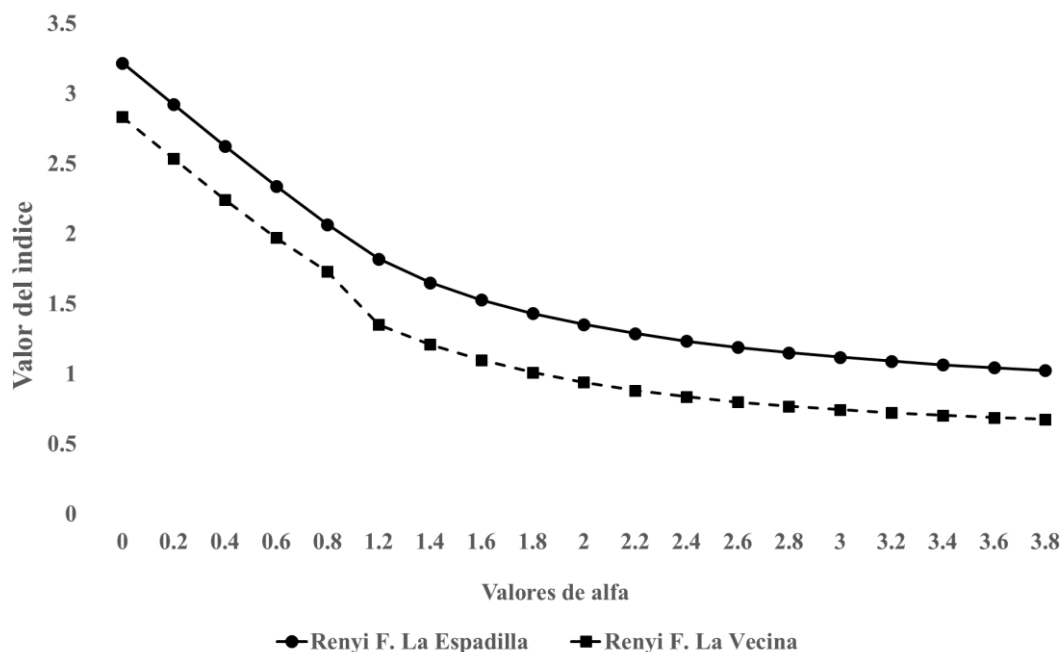


Figura 13. Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las familias taxonómicas en dos agroecosistemas con café.

La biodiversidad es afectada a través de las externalidades asociadas a la intensa tecnología agroquímica y mecánica usada para aumentar la producción del cultivo y necesaria una estrategia alternativa basada en el uso de los principios ecológicos para aprovechar al máximo los beneficios de la biodiversidad en la agricultura (Altieri, Nicholls, 2009), los costos medioambientales (incluyendo la pérdida de elementos claves de la biodiversidad, tales como polinizadores y enemigos naturales)

En relación con este estudio Delgado y Bucardo *et al*, (2010), ha demostrado que la eliminación de la sombra en los sistemas de producción genera impactos negativos en el hábitat de las diferentes especies de la macrofauna disminuyendo su diversidad debido a la falta de cobertura la cual le brinda alimento y un mejor microclima para su estabilidad.

Además, Zaldívar *et al*, (2009.) plantearon que los suelos tropicales son actualmente los más amenazados, por los cambios ligados a una intensificación de la agricultura, cuya secuela es la disminución de la biodiversidad. A esto también se debe sumar al efecto que se ejerce con un inadecuado manejo transformando así sus propiedades físicas y por tanto el hábitat de las comunidades de macro invertebrados existentes en el ecosistema. Villalobos *et al*, (1999) Indica que la actividad agrícola afecta las condiciones ambientales del suelo y muchos grupos de la macrofauna son particularmente sensibles a estos cambios a largo plazo.

4.9 Índice de disimilitud para las familias taxonómicas

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio las familias taxonómicas con un índice bajo de disimilitud son: Scarabaeidae, Scolopendridae, Lumbricidae, Pentatomidae, Forficulidae, Styloniscidae, Chrysomelidae, Gryllidae, opiliones y Curculionidae lo que indica que ambos agros ecosistemas comparten el mayor número de estos organismos. Las familias Formicidae y Navidae presentan un valor intermedio de disimilitud. Y la familia que presenta un alto índice de disimilitud es la Rhinotermitidae (cuadro 4). Estas familias taxonómicas están presentes en ambos agroecosistemas, pero con una menor cantidad en la finca La Vecina. En sistemas de cultivos convencionales con aplicaciones de plaguicidas, la diversidad de artrópodos del suelo se ve disminuida y la mayor diversidad de organismos en los sistemas con prácticas agroecológicas es posible porque las especies de sombra permiten crear condiciones favorables para el desarrollo de la macrofauna.

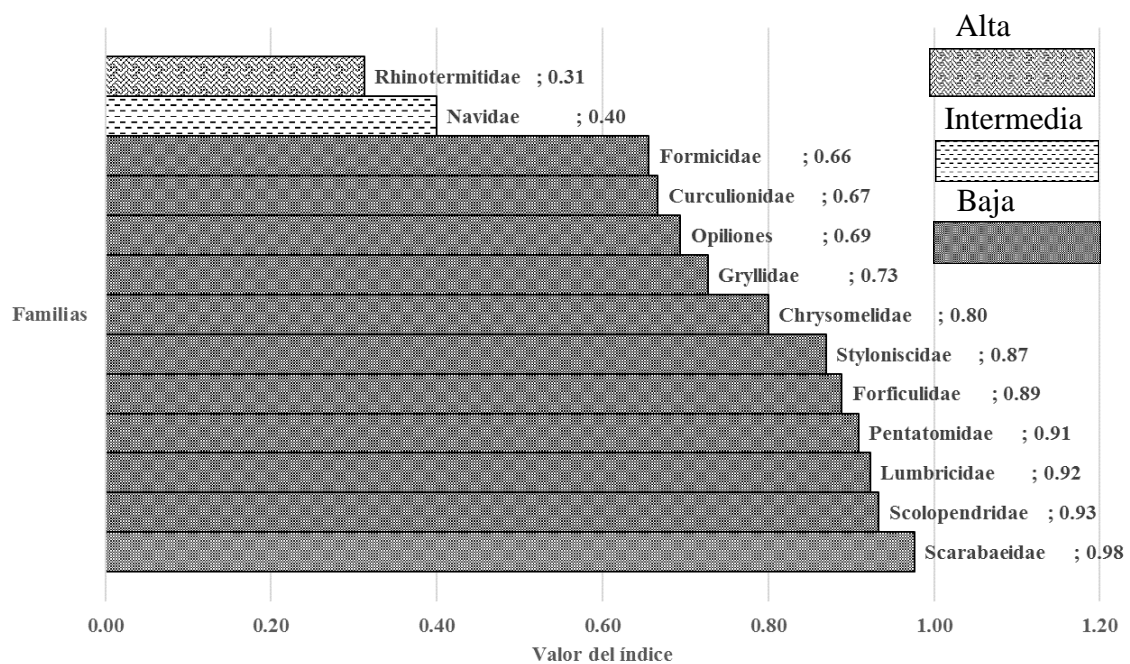


Figura 14. Índice de disimilitud Bray-Curtis para las familias taxonómicas en dos agroecosistemas con café.

Según Sonco (2013), los bajos índices de similitud que se obtuvieron entre las parcelas y entre localidad, mostraron una elevada tasa de recambio de especies, resultado que se presenta por que las zonas en donde se encuentran estas localidades tienen un carácter de transición de la vegetación amazónicas a la andina y además se presenta como una respuesta a los diferentes factores ambientales y abióticos presente en cada localidad.

Nicholls (2013), plantea que sistemas agrícolas manejados agroecológicamente o con prácticas asociadas a ella (agroforestería, uso de abonos orgánicos, biofermentados, manejo selectivo de arvenses), permiten mejorar la fertilidad del suelo al incrementar la materia orgánica y mejorar otros componentes como la capacidad de intercambio catiónico. Diversos estudios indican que la mayoría de los productores desconocen el impacto de las prácticas agrícolas sobre el ambiente y particularmente sobre la macrofauna edáfica (Lagn *et al*, 2011).

V. CONCLUSIONES

El coeficiente y manejo de la biodiversidad de la finca La Espadilla es complejo y el de la finca La Vecina es poco complejo.

La categorización de clase y familia taxonómica de la macrofauna del suelo mostró mayor número de organismos en la finca La Espadilla.

En ambas fincas el grupo funcional que predominó fue los detritívoros, seguido por los fitófagos y depredadores.

La mayor diversidad y riqueza representada por el índice de Renyi, en el taxón clase y familia se registra en la finca La Espadilla y para los órdenes taxonómicos con mayor riqueza en la finca La Vecina.

El índice de disimilitud de la macrofauna para las fincas La Espadilla y La Vecina, muestra que las clases que tienen una disimilitud intermedia son: Arachnida, Chilopoda, Insecta y Gastropoda. El orden Isoptera y la familia Rhinotermitidae presentan un índice de disimilitud alto.

VI. RECOMENDACIONES

El productor de la finca La Vecina debe de realizar prácticas agronómicas amigables con el ambiente y así mejorar su diseño y manejo de la biodiversidad.

Realizar prácticas agrícolas en donde no se afecte la diversidad de especies benéficas presentes en ambos agroecosistemas.

Realizar la práctica de incorporación de biomasa como residuos de cosecha para proporcionar un mejor hábitats y alimento para la macrofauna edáfica

VII. LITERATURA CITADA

Altieri, MA; Nicholls, CI. 1999. Biodiversity, ecosystem function, and insect pest management in agricultural systems. In *Biodiversity in Agroecosystems*, WW Collins & CO Qualset, (Eds), CRC Press: 69-84p.

_____ 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable (en línea). Montevideo. Ed. Nordan-comunidad. 1-325p. Consultado el 18 ene. 2017 Disponible en: <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>

_____ Nicholls, CI. 2000. Applying agroecological concepts to development of ecological based pest management systems. En *Proc. Workshop Professional Societies and Ecological based pest management systems*. National Research Council, Washington DC, 14-19 p.

_____ 2001. Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria. Universidad de California. US. 192 p.

_____ MA; Nicholls, CI. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. Costa Rica. 50 - 64p.

_____ Nicholls, CI. 2009. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas (en línea). Barcelona. ES. Icaria. 248 p. Consultado el 18 de ene. 2017. Disponible en: <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/BiodiversidadAltieriNicholls.pdf>

_____ 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, Medellin, CL

AMUPNOR. Asociación de Municipios Productivos del Norte. 2010. Plan Municipal de Ordenamiento y Desarrollo Territorial San Ramón (En línea). Consultado el 12 de sept. 2015. Disponible en: <http://www.amupnor.com/sites/default/files/sites/default/files/doc/Diagnostico%20San%20Ramon.pdf>

Anderson, JM; Ingram, JS. 1993. *Tropical Soil Biology and Fertility A Handbook of Methods* (Segunda ed.). Wallingford, Inglaterra: CAB Internacional.

Andrews, KL; Caballero, R; Matute, D. 1989. Guía para el estudio de órdenes y familias de insectos de Centroamérica. Cuarta edición. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 1- 179p.

- Arango G, GP; Agudelo B, LM. s.f. *Valor biológico de las cucarachas en el compost* (en línea) Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 1(1). 1-3p. Consultado el 20 de ene. 2017. Disponible en:
<http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/Vol1n1/096-98%20Valor%20biol%C3%B3gico%20de%20las%20cucarachas%20en%20el%20compost.pdf>
- 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.
- Artavia, O; MA. 2001. Efecto del sistema convencional de producción de banano sobre la abundancia y diversidad de insectos voladores en comparación con dos sistemas alternativos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad EARTH. Guácimo, CR. 61p.
- Artigas, J. 1994. Entomología económica, insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos, y susceptibles de ser introducidos). Concepción, Chile. Ed. Universidad de Concepción, 1 v, 1126 p.
- Ayala M, JE; Monterroso, LE. 1998. Aspectos básicos sobre la biología de la gallina ciega. El salvador. Guatemala. 5-30p.
- Botina, BG; Velásquez, AI; Bacca, B; Castillo, JF; Días, LG. 2012. evaluación de la macrofauna del suelo en *Solanum tuberosum* (solanales: solanácea) con sistemas de labranza tradicional y mínima (en línea). Colombia. *Boletín Científico centro de Museos Museo de Historia Natural*,16(2), 69-77p. Consultado el 22 de ene.2017. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v16n2/v16n2a07.pdf>
- Brown, GG; Fragoso, C; Barois, I; Rojas, P; Patrón, C; Bueno, J; Moreno, AG; Lavelle, P; Ordaz, V; Rodríguez, C. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos (en línea). Consultado el 25 de ene.2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57500006>
- Cabezas M, FA. 1996. Introducción a la entomología. Ed. Trillas, S.A. México. 9-140p.
- Cabrera D, GC. (2014). Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo (en línea). Cuba. Consultado el 26 de ene. 2017. Disponible en:
<http://www.rufford.org/files/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf>
- Cabrera, G; Robaina, N; Ponce, D. 2011. Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayaveque Cuba (en línea). *Pastos y forrajes*, 34(3). 313-330p. Consultado el 28 ene. 2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2691/269121083007.pdf>

- CCRECRL (Comisión Coordinadora para la Recuperación de la Cuenca del Río Lerma). 2009. Manual de conservación de suelo y agua. México. Recuperado de: <http://cuencalerma.edomex.gob.mx/sites/cuencalerma.edomex.gob.mx/files/files/Manuales/Manual%20de%20Conservaci%C3%B3n%20de%20Suelo%20y%20Agua.pdf>
- Coronado, R; Márquez, A. 1991. Introducción a la entomología. Morfología y taxonomía de los insectos. Ed. Limusa. México.
- Coto A, D. 1998. Estados inmaduros de insectos de los órdenes coleóptera, díptera y lepidóptera. Manual de reconocimiento. Turrialba. Costa Rica. 1-153p.
- Delgado, G; Bucardo, A; Silva P, A. 2010. Evaluación de la macrofauna del suelo asociada a diferentes sistemas con café (*Coffea arábica* L.) (en línea). Colombia. *Revistas de Ciencias Agrícolas*, 28(1), 91-106p. Consultado el 29 ene. 2017. Disponible en: [file:///C:/Users/personal/Downloads/34-517-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/personal/Downloads/34-517-1-PB%20(1).pdf)
- FAO (Organización de Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura). 2000. Manejo de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Ibadán, Nigeria: Instituto Internacional de Agricultura Tropical. Consultado el 29 ene. 2017. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw8s.pdf>
- Feijoo, A; Knapp, EB; Lavelle, P; Moreno, AG. 2001. Quantifying soil macrofauna in Colombian watershed. In Jiménez, J.J.; Thomas, R. J. U (Eds.). *Nature's Plow: Soil macroinvertebrate communities in the neotropical savannas of Colombia*. Cali, CIAT. Publicación CIAT no. 324. 42-48p.
- Gelves Pardo, IM. 2008. Efecto del uso del suelo sobre la descomposición de la hojarasca y grupos funcionales microbianos (cuenca del río la vieja, Quindío) (en línea). Pontificia Universidad Javeriana. Consultado el 30 ene. 2017. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis123.pdf>
- Gómez Anaya, JA. 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, Mexico (en línea). Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Consultado el 31 ene. 2017. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icbi/doctorado/documentos/Ecologia%20de%20los%20ensamblajes.pdf
- Holldobler, B; Wilson, EO. 1990. *The Ants*. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts
- Jiménez M, E; Sandino D, V. 2009. *Entomología*. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Consultado el 01 de mar. 2017. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/2458/1/nh10j61e.pdf>
- Kindt, R; 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.

- Lagn Ovalle, FP; Perez Vazquez, A; Martinez Davila, JP; Platas Rosado, DE; Ojeda Enciso LA; González Acuña, IJ. 2011. Macrofauna edáfica asociada a plantaciones de mango y caña de azúcar Terra Latinoamericana, vol. 29, núm. 2, abril-junio, 2011,169-177p. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México
- Larios Gonzales, RC. 2014. Fertilidad del suelo bajo prácticas agroecológicas y manejo convencional en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.), Nicaragua 2009 – 2010 (en línea). Universidad Nacional Agraria. Consultado 01 de mar. 2017. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/2776/1/tnp351323f.pdf>
- Lavelle P, M; Dangerfiel, C; Fragoso, V; Eschenbrenner, D; Lopez Hermandes, B; Pashanasi L, Brussaard. 1994. The relationship between soli macrofauna and tropical soil Fertility. 137-169p. En; P.L. Woomer & M.J. Swift (eds). The biological management of tropical soil Fertility. John Wiley & sons, Chichester.
- Lavelle, P. 2000. Ecological challenges for soil science. Soil Sciences. 165-73p
- Lavelle, P; Spain, AV. 2001. Soil Ecology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 654p.
- Lavelle, P. 2002. Functional domains in soils. Ecological Research 17:441-450p.
- Linares, D. 2009. Macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en el Parque Nacional Tingo María, Huánuco, Perú.
- MAONIC (Movimiento de productoras y productores agroecológicos y orgánicos de Nicaragua). 2012. Manual técnico agroecológico: Diagnostico y planificación de fincas con enfoques agroecológicos. Directrices sobre buenas prácticas agroecológicas y orgánicas (BPAAE). 58 p.
- Martínez, A; Vázquez, L. 2013. Características de la colindancia de cultivos en tres sistemas agrícolas convencionales y su relación con la incidencia de insectos nocivos y reguladores naturales (en línea). Fito sanidad. vol. 17(2). 1-73p. Consultado el 02 mar. 2017. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Luis_L_Vazquez_Moreno/publication/286646807_Andres_Martinez_y_Luis_L_Vazquez_Caracteristicas_de_la_colindancia_de_cultivos_en_tres_sistemas_agricolas_convencionales_y_su_relacion_con_la_incidencia_de_insectos_nocivos_y_reguladores_naturales_Fit/links/566cde6a08aea0892c4ff715.pdf
- Márquez Girón, SM. 2013. Propuesta de conversión agroecológica para alcanzar la resiliencia en sistemas ganaderos. Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático.
- Masters, GJ. 2004. Belowground herbivores and ecosystem processes: Ecological Studies 173. 93-112p.
- McGavin, GC. 2000. Manual de identificación. Insectos. Arañas y otros Artrópodos terrestres. Barcelona. Universidad de Cambridge. Ed. Omega, S.A. 1-129p.
- Mendoza Hernández, F; Gómez Sousa, J. 2006. Entomología General. Ed. Pueblo y educación. 5-225p.

- Mostacedo, B. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa cruz, Bolivia. 2 – 8p. Consultado 02 mar.2017. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Moran M, M; Alfaro G, FR. 2015. Diversidad de macrofauna edáfica en dos sistemas de manejo de *Moringa oleífera* Lam. (Marango) en la finca Santa Rosa (en línea). Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. Consultado 03 mar. 2017. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/3203/1/tnp34m829.pdf>
- Moreno, CE. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M y T–Manuales y Tesis SEA (en línea). vol. 1. Zaragoza, 84 p. Consultado 03 mar. 2017. Disponible en: <http://www.florgarcia.com/wp-content/uploads/2013/09/m%C3%A9todos-de-evaluaci%C3%B3n-de-biodiversidad.pdf>
- Nicholls Estrada, CI. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. 1 ed. Medellín, CO. Editorial Universidad de Antioquia. 282p.
- Nicholls Estrada, CI. 2013. Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático.
- Nicholls, CI. 2013. Enfoque agroecológico para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. In Agroecología y resiliencia socio ecológicas: adaptándose al cambio climático. REDAGRE, CYTED, SOCLA. Eds. Nicholls Estrada, CI; Ríos Osorio, LA; Altieri, MA. Medellín, CO. 18-29p.
- Nicholls Estrada, CI; Ríos Osorio, LA; Altier, MA. 2013. Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES). Red Adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Medellín, CL. 160p.
- Pilati, A. 2005. Evaluación de tres tipologías de manejo agronómico, sobre la estructura de crecimiento, de productividad y calidad del café (*Coffea arábica* L.), en la zona del pacífico sur de Nicaragua (en línea). Consultado 20 ene. 2017. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/1983/1/tnf01p637.pdf>
- 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 24(203). 196-198p.
- Quiroz Medina, CR. 2015. Evaluación de la macrofauna como indicador biológico del suelo en tres sistemas de manejo y asocio en el cultivo de café *Coffea arábica* en la comunidad de Yasica Sur, municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa, en las dos épocas del año verano e invierno, período 2015 (en línea). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Leon. Consultado 25 ene. 2017. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4022/1/230060.pdf>
- 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.

- Rodríguez Gutiérrez, M. 2008. Impacto del turismo en la composición y diversidad de especies vegetales en los senderos El Cráter y El Puma de la Reserva Natural Volcán Mombacho, Granada, Nicaragua (en línea). Universidad Nacional Agraria Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Consultado 23 mar. 2017. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/1117/1/tnp01r696.pdf>
- Sarandón, SJ; Flores, CC. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables (en línea). Buenos Aire, argentina: Universidad de la Plata. Consultado 23 mar. 2017. Consultado en: <http://www.mec.gub.uy/innovaportal/file/75868/1/agroecologia.pdf>
- Sonco Suri, R. 2013. Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región de Maddi (en línea). la Paz-Bolivia. Universidad mayor de San Andrés. Consultado 21 mar. 2017. Disponible en: http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf
- UNA (Universidad Nacional Agraria. NI) y BM (Banco Mundial). 2013. Análisis de Riesgo de las Fuentes de Agua Ante el Cambio Climático en Comunidades Rurales, en el Municipio de San Ramón, Matagalpa. Informe final de proyecto.
- Vaast, P; Snoeck, D. 1999. Hacia un manejo sostenible de la materia orgánica y de la fertilidad biológica de los suelos cafetaleros. In Bertrand, B; Rapidez, B. eds. Desafío de la caficultura en Centro América. San José, C.R. IICA: PROMECAFE: CIRAD: IRD: CCCR. Francia. Editorial Agronómica. 139-169p.
- Vázquez, G; A. 2008. Métodos de medición al nivel de especies: Biodiversidad ALFA (diapositivas). (en línea). Lambayeque, PE. 50 diapositivas. Consultado 15 mar. 2017. Disponible en: <http://www.slideshare.net/anterovasquez/diversidad-alfa>
- Vázquez L, L; Matienzo Brito, Y. 2010 Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), Ministerio de la Agricultura. Habana, CU. 1 - 4 p.
- Vázquez L, 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. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), Habana, CU.
- Vázquez L, L; Simonetti J, A. 2013. Sistema Biofincas: Proceso participativo de diagnóstico, aprendizaje e innovación para el diseño y manejo agroecológico de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Habana, CU.
- 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 Moreno, LL. 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 (en línea). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. La Habana. Vol 8(1). Consultado 10 mar. 2017. Disponible en: <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182951/152441>
- Villalobos, FJ; Ortiz Pulido, C; Moreno, NP; Pavón Hernández, H; Hernández Trejo, J; Bello, S. M. 1999. Patrones de la macrofauna edáfica en un cultivo de *Zea maíz* durante la fase postcosecha en "La Mancha" (en línea). Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 80. Consultado 01 abr. 2017. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372000000200009&script=sci_arttext
- Wardle, DA. 1995. Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Advances in Ecological Research* 26:105:185p.
- Yong A. 2010. La biodiversidad florística en los sistemas agrícolas. *Cultivos Tropicales* (en línea). vol.31 (4): p 1-13. Consultado 25 abr. 2017. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000400012
- Zaldívar Suarez, N; Benítez Jimenez, D; Pérez Machado, B; Fernández Verdecía, YZ; Licea Castro, L. 2009. Efecto de la vegetación sobre la biodiversidad de macro invertebrados del suelo en ecosistemas ganaderos (en línea). Cuba. *Revista Electrónica Granma Ciencia*, 13(1), pp 1-8. Consultado 05 abr. 2017. Disponible en: http://www.gciencia.granma.inf.cu/vol13/1/2009_13_n1.a4.pdf
- Zerbino Bardier, MS. 2005. Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción (en línea). Universidad de la República de Uruguay. Consultado 26 mar. 2017. Disponible en: http://ambiente.fcien.edu.uy/tesis/Tesis_Stella_Zerbino.pdf
- Zerbino MS. 2010. Evaluación de la macrofauna del suelo en rotaciones cultivos-pasturas con laboreo convencional (en línea). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) Número Especial 2: 189-202p. Consultado 05. Abr. 2017. Consultado 20 ene. Disponible en: [http://www1.inecol.edu.mx/azm/AZM26-esp\(2010\)/AZM-Esp-14-Zerbino.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/azm/AZM26-esp(2010)/AZM-Esp-14-Zerbino.pdf)
- Zuluaga, SG. P; Ruiz A, AL; Martínez C, EC. 2013. Percepciones sobre el cambio climático y estrategias adaptativas de agricultores agroecológicos del Municipio de Marinilla, Colombia. *Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático*. Nicholls Estrada C. I.; Ríos Osorio L. A.; Altier M. A. Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resiliente al Cambio Climático (REDAGRES). Red Adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Medellín, CL.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Google map

<https://www.google.com/maps/place/Finca+Agroecologica+Espadilla/@12.713025,85.8294093,786mdata=!3m1!1e3!4m13!1m7!3m6!1s0x0:0x0!2zMTL-CsDU4JzI2LjciTiA4NcKwNDknNDcuOCJX!3b1!8m2!3d12.974094!4d85.829935!3m4!1s0x0:0x18438e800e26fe26!8m2!3d12.9729635!4d-85.8298617>

Anexo 2. 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
21/11/2015	F. E	I	1	0-10 cm	Arañas	Arachnida	Araneae	Opiliones

Anexo 3. 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).

Anexo 3. Continuación ...

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).

El componente del diseño y manejo de la biodiversidad Auxiliar (DMBD Au) 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 fitopatógenos (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 4. Café en Produccion,
finca La Espadilla



Anexo 5. Café en desarrollo,
finca La Vecina



Anexo 6. Muestreo de la macrofauna del suelo

