



*“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Diseños, manejo y biodiversidad de la macrofauna  
del suelo en dos agroecosistemas cafetaleros en  
Condega, Estelí, Nicaragua 2016**

**Autores**

**Br. Luis Henry González Merlo**

**Br. Humberto José Herrera Moncada**

**Asesores**

**Dr. Dennis José Salazar Centeno**

**MSc. Hugo René Rodríguez González**

**MSc. Leonardo José García Centeno**

**MANAGUA, NICARAGUA**

**ABRIL 2017**



*“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Diseños, manejo y biodiversidad de la macrofauna  
del suelo en dos agroecosistemas cafetaleros en  
Condega, Estelí, Nicaragua 2016**

**Autores**

**Br. Luis Henry González Merlo**

**Br. Humberto José Herrera Moncada**

**Asesores**

**Dr. Dennis José Salazar Centeno**

**MSc. Hugo René Rodríguez González**

**MSc. Leonardo José García Centeno**

**Presentado a la consideración del Honorable Tribunal  
Examinador como requisito final para optar al grado  
Académico de Ingeniero Agrónomo**

**MANAGUA, NICARAGUA**

**MARZO 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 AGRÓNOMO**

Miembro del Tribunal Examinador:



Ing. Norman Cruz Vela  
Presidente



MSc. Juan José Avelares S.  
Secretario



Ing. Miguel Ríos  
Vocal

Managua, 19 de abril del 2017.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN		PÁGINA
	AGRADECIMIENTOS	i
	ÍNDICE DE CUADROS	iii
	ÍNDICE DE FIGURAS	iv
	ÍNDICE DE ANEXOS	vi
	RESUMEN	vii
	ABSTRACT	viii
I	INTRODUCCIÓN	1
II	OBJETIVOS	3
	2.1 Objetivo General	3
	2.2 Objetivos Específicos	3
III	MATERIALES Y MÉTODOS	4
	3.1 Ubicación y fecha del estudio	4
	3.1.1 Clima del municipio de Condega	5
	3.1.2 Vegetación del municipio de Condega	5
	3.1.3 Suelos del municipio de Condega	5
	3.2 Diseño metodológico	5
	3.2.1 Descripciones de la finca	5
	3.2.2 Muestreo de macro fauna	6
	3.2.3 Fase de laboratorio	7
	3.3 Manejo de las fincas	7
	3.3.1 Finca El milagro de Dios	7
	3.3.2 Finca Linda Vista	7

	3.4 Variables evaluadas	8
	3.5 Análisis de los datos	8
IV	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	10
	4.1 Complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en dos agroecosistemas	10
	4.1.1 Diseño y manejo de la biodiversidad productiva	10
	4.1.2 Manejo y conservación del suelo	11
	4.1.3 Manejo y conservación de agua	13
	4.1.4 Manejo de las intervenciones sanitarias en los rubros productivos.	14
	4.1.5 Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar.	15
	4.1.6 Estado de los elementos de la biodiversidad asociada.	17
	4.1.7 Coeficiente de medición de la biodiversidad.	18
	4.2 Caracterización taxonómica de la macro fauna edáfica en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos	20
	4.2.1 caracterización de organismos por Clase encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo	20
	4.2.2 Categorización de organismos por Orden encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos	21
	4.2.3 Categorización de organismos por Familia encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo	22
	4.3 Rol funcional de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo	25
	4.3.1 Detritívoros	29
	4.3.2 Fitófagos	29
	4.3.3 Depredadores	29
	4.3.4 Omnívoros	30
	4.3.5 Microvívoros	30

4.4	Índice de biodiversidad alfa & beta en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo	31
4.4.1	Índice de disimilitud o diversidad beta para clase de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo	31
4.4.2	Índice de diversidad alfa para clase de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo	32
4.4.3	Índice de disimilitud o diversidad beta para órdenes de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo	33
4.4.4	Índice de diversidad alfa para órdenes de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo	35
4.4.5	Índice de disimilitud o diversidad beta de familias de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo	36
4.4.6	Índice de diversidad alfa de familias de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo	37
V	CONCLUSIONES	39
VI	LITERATURA CITADA	40
VII	ANEXOS	45

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primeramente a Dios, que me ha dado la sabiduría, voluntad, paciencia y sobre todo la salud para culminar con éxitos este trabajo de investigación.

A mis padres Juan Antonio González Guevara y Leonila del Carmen Merlo Alfaro, quienes con mucho esfuerzo ha sabido educarme, guiarme y apoyarme en todo momento, siendo esto uno de mis principales motivaciones por esforzarme en el desarrollo de mis actividades.

Agradezco a mis asesores Dr. Denis José Salazar Centeno, MSc. Hugo Rene Rodríguez González y MSc. Leonardo José García Centeno

por haber tenido siempre la voluntad y disponibilidad para atenderme, incluso fuera de sus horas laborales.

A la Universidad Nacional Agraria y al programa Campesino a Campesino, por la organización y apoyo económico en la ejecución de esta investigación.

A os productores de los dos sistemas productivos en Condega, quienes abrieron sus puertas con entusiasmo y voluntad para la realización de este estudio.

Br. Luis Henry González Merlo

## AGRADECIMIENTO

Con respeto y devoción:

A Dios, dador de la vida, autor y consumidor de la fe.

Con Amor:

A mis padres:

Teresa Albina Moncada Aguilera

Ariel Humberto Herrera Castellón

Con Gratitud:

A mis hermanos:

Alba Mariel Herrera Moncada

Fareth Ariel Herrera Moncada

Con cariño: A mis amigos: por el apoyo constante durante toda mi carrera.

Con admiración:

A toda mi familia por el apoyo incondicional  
durante toda mi vida y mi carrera.

Con Agradecimiento: A la Universidad Nacional Agraria por mi formación como profesional.

A mis Asesores:

Dr. Denis Salazar Centeno

MSc. Hugo René Rodríguez González

MSc. Leonardo José García Centeno

Br. Humberto José Herrera Moncada

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Nivel de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en los agroecosistemas	6
2.	Cantidad de organismos por clase taxonómica encontrados en dos agros ecosistema con café, uno con diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos y otro con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos, Condega, Estelí, Nicaragua 2017	20
3.	Cantidad de organismos por Orden taxonómico encontrados en dos agro ecosistemas con café, uno con diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos y otro con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos, Condega, Nicaragua 2017	21
4.	Cantidad de organismos por familias taxonómicas encontrados en dos agroecosistema con café, medianamente complejo y poco complejo. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	23
5.	Cantidad de organismos por rol funcional de familias encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	27

<b>FIGURA</b>	<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>PÁGINA</b>
1.	Ubicación geográfica del área perimetral y subsistemas de la finca El Milagro de Dios y la finca Linda Vista	4
2.	Diseño y manejo de la biodiversidad productiva (DMBPr), en dos agroecosistemas con café en Condega, Estelí, Nicaragua 2017	10
3.	Manejo y conservación del suelo (MCS), en dos agroecosistemas con café, en Condega, Estelí, Nicaragua 2017	12
4.	Manejo y conservación de agua (MCA), en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	13
5.	Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr), en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	14
6.	Diseño y Manejo de la Biodiversidad Auxiliar (DMBAu) en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	16
7.	Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs), en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	17
8.	Coefficiente de manejo de la biodiversidad (CMB), en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	18
9.	Índice de bio diversidad beta para clases taxonómicas en dos agro ecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	31
10.	Índice de diversidad Alfa para clases taxonómicas en dos agro ecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo, Condega, Estelí, Nicaragua 2017	32
11.	Índice de bio diversidad beta para orden taxonómico de organismos en dos agro ecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	34
12.	Índice de diversidad alfa para órdenes taxonómicos en dos agros ecosistemas uno poco complejo y otro medianamente complejo. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	35

<b>FIGURA</b>	<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>PÁGINA</b>
13.	Índice de bio diversidad beta para familias taxonómicas en dos agro ecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo. Condega, Estelí, Nicaragua 2017	36
14.	Diversidad alfa para familias taxonómicas en dos agros ecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo. Condega, Estelí, Nicaragua 201.	37

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Rangos de Disimilitud en el índice de Bray-Curtis para diversidad beta	45
2.	Indicadores y escalas para evaluar los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva. (DMBPr)	45
3.	Indicadores y escalas para evaluar el manejo y conservación del suelo. (MCS)	46
4.	Indicadores y escalas para evaluar el manejo y conservación del agua. (MCA)	46
5.	Indicadores y escalas para evaluar el manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos. (MISRPr)	47
6.	Indicadores y escalas para evaluar los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar. (DMBAu)	47
7.	Indicadores para evaluar el estado de los elementos de la biodiversidad asociada. (EBAs)	48

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en Condega-Estelí, Nicaragua, cuyo propósito es la evaluación de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad, la macro fauna edáfica, su rol funcional y el comportamiento de sus poblaciones en dos agro ecosistemas con café (finca Linda Vista y finca Milagros de Dios). Para tal finalidad se aplicó la metodología propuesta por Vázquez para la evaluación la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad y el método utilizado fue propuesto por el Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF). Se evaluaron 64 indicadores, la diversidad y abundancia de organismos y se determinaron los índices de Renyi y Bray-Curtis. La finca Linda Vista fue catalogada con diseño y manejo de su biodiversidad medianamente complejo (MC), mientras que los de la finca Milagros de Dios se categorizaron como poco complejo (PC). En la finca medianamente compleja se obtuvieron mejores resultados en diversidad, cantidad y dominancia de organismos. Entre más complejo fue el sistema, la cantidad de organismos y sus interacciones con el ambiente también fue mayor. En el sistema medianamente complejo y el poco complejo las clases más representativas fueron Clitellata, Insecta y Arachnida. Los órdenes más representativos fueron Haplotaxida, Coleóptera, Araneae Hymenoptera y Orthoptera. Las familias más representativas fueron Lumbricidae, Scarabaeidae, Formicidae y Gryllidae. Los organismos más predominantes en cuanto al rol funcional fueron los depredadores. Los detritívoros también existían en gran cantidad y los menos representativos fueron los omnívoros.

Palabras claves: Complejidad, rol, sistemas, lombriz, Depredador, Omnívoro, detritívoro

## **ABSTRACT**

The present study was carried out in Condega-Estelí, Nicaragua, whose purpose is to evaluate the complexity of the designs and management of biodiversity, soil macro-fauna, its functional role and the behavior of its populations in two agro-ecosystems with coffee (Linda Vista farm and Milagros de Dios estate). For this purpose, the methodology proposed by Vázquez (2013) was applied for the evaluation of the complexity of the designs and management of biodiversity and the method used was proposed by Tropical Soil Biology and Fertility Program (TSBF). Sixty-four indicators, the diversity and abundance of organisms, and the Renyi and Bray-Curtis indices were evaluated. The Linda Vista estate was cataloged with designs and management of its biodiversity complexes (MC), while those of the estate Milagros de Dios were categorized as little complex (PC). In the medium complex, better results were obtained in diversity, quantity and dominance of organisms. The more complex the system, the number of organisms and their interactions with the environment was also greater. In the moderately complex and uncomplicated system the most representative classes were Clitellata, Insecta and Arachnida. The most representative orders were Haplotaxida, Coleoptera, Araneae Hymenoptera and Orthoptera. The most representative families were Lumbricidae, Scarabaeidae, Formicidae and Gryllidae. The most predominant organisms in the functional role were predators. The detritivores also existed in great quantity and the less representative were the omnivores.

Key words: Complexity, role, systems, Predator, Omnivores

## I. INTRODUCCIÓN

Gliessman (2002), plantea que la agroecología consiste en la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles, esta provee el conocimiento y metodología necesaria para desarrollar una agricultura que sea por un lado ambientalmente adecuado y por otro lado altamente productivo y económicamente viable.

El cultivo de café es de importancia agro socioeconómica como fuente de divisas y posibilita la contratación de empleos temporales y permanentes. Desde el punto de vista ambiental, es un cultivo muy valioso por su diversidad de árboles de sombra establecida, que juegan un rol intachable en la absorción de dióxido de carbono y en la producción de oxígeno (Cardoza & Jiménez, 2007).

En Nicaragua parte del territorio presenta condiciones edafoclimáticas aptas para establecer el cultivo de café, dichas condiciones son aprovechadas por un alto porcentaje de la población que se dedica a esta actividad por ser un cultivo con alta demanda a nivel nacional e internacional. Los productores en su mayoría han adoptado el sistema productivo tradicional, sin tomar en cuenta los factores adversos que este genera. Según Gliessman, (2002), todas las prácticas de manejo usadas en la agricultura convencional tienden a favorecer la productividad a corto plazo, comprometiendo así la productividad de los cultivos en el futuro, cada vez es más evidente que las condiciones necesarias para sostener la productividad se están erosionando.

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

Iriondo (2000), establece que la taxonomía proporciona al hombre un marco organizativo que permite reconocer e interpretar la diversidad de los seres vivos. Se trata del factor principal de cualquier iniciativa de conservación de la biodiversidad. En consecuencia, el reconocimiento de organismos o taxones, sus descripciones y las claves de determinación resultan esenciales para que el hombre pueda, distinguir la existencia de un grupo de seres vivos y después, preocuparse por conservarlos.

Desde esta perspectiva, la fauna del suelo comprende la variedad de organismos con tamaños y estrategias adaptativas muy diferentes, especialmente en cuanto a la movilidad y modo de alimentación, lo que determina la manera que puede influir en los procesos del suelo. Los de mayor tamaño constituyen la macro fauna. Se destacan porque su actividad tiene efectos en la fertilidad y estructura del suelo, en el control de insectos y enfermedades y crecimiento de las plantas (Zerbino, 2005).

La macro fauna edáfica tiene importancia para el hombre, sus animales, cultivos, reservas de comidas y otros bienes almacenados. Los insectos pueden ser plagas de cultivos, frutales y forestales; atacan los granos y productos almacenados, pero también pueden ser benéficos para el hombre, atacando a los insectos dañinos, polinizando los cultivos y otros roles de importancia (Maes, 1998).

Es importante conocer la diversidad de la macro fauna que se encuentran en los agroecosistemas. Los índices de Renyi y Bray-Curtis miden la diversidad alfa y beta, respectivamente. El primero se asocia con el número de especies (riqueza), en una comunidad, es decir en un área biológicamente homogénea. Por otra parte, medir la abundancia relativa de cada especie, permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Gómez, 2008).

El índice de Bray-Curtis, es una medida de disimilitud que enfatiza la importancia de especies que se tiene en común entre los sitios de muestreo, toma valores entre 0 (ninguna especie en común) y 1 (muestras idénticas) (Caranqui, 2015).

Ante la necesidad de aumentar la producción y falta de fundamentos científicos sólidos de los productores, de cómo implementar practicas económicamente rentables y ambientalmente amigables, están provocando destrucción y pérdida de la capacidad productiva en distintos sistemas de producción, por lo antes mencionado que la Universidad Nacional Agraria (UNA) en compañía con la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG) a través del Programa Campesina a Campesino (PCaC), promueven la producción agroecológica, para ello desde el año 2015 se lleva a cabo el proyecto de fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional (SAN), en fincas de pequeños productores. En el marco de este proyecto, se basó el estudio, con propósito de evaluar la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad, macro fauna edáfica, su rol funcional y el comportamiento de sus poblaciones en dos agro ecosistemas con café, en Condega-Estelí, Nicaragua.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Evaluar la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad, macro fauna edáfica, su rol funcional y el comportamiento de sus poblaciones en los agroecosistemas con café, en Condega-Estelí, Nicaragua.

### **2.2 Objetivos Específicos**

1. Determinar el grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en ambos agroecosistemas cafetaleros en estudio.
2. Categorizar taxonómicamente los organismos de la macro fauna edáfica encontrada en ambos agroecosistemas cafetaleros en estudio.
3. Describir el rol funcional de las familias de organismos de la macro fauna edáfica encontrados en ambos agroecosistemas cafetaleros en estudio.
4. Cuantificar el perfil de la diversidad alfa y el índice de disimilitud beta de la macro fauna edáfica en ambos agroecosistemas con café.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación y fecha del estudio

El estudio se realizó en octubre del 2016, en Condega, municipio del departamento de Estelí, Nicaragua. En la finca Reserva Linda Vista del productor Julio Cesar Muñoz Peralta cuenta con un área de 39.2 ha, a una altitud de 1200 msnm. Está ubicada en la comunidad Los Alpes, El Bramadero a 186.5 km de Managua, con latitud, 13°21' latitud norte y 86°23' longitud oeste. El mapa de la finca Linda Vista se muestra en la figura 1.

La finca, El Milagro de Dios, del productor Sixto Doroteo Talavera Olías (es cafetalera) de 5.6 ha, también, en el municipio de Condega, ubicada en la comunidad Los Alpes, El Bramadero, a una altitud de 1150 msnm. La finca se encuentra dividida en lotes; 2.1 ha de café, 0.35 ha para granos básicos, 2.45 ha de bosque de pino y 0.7 ha destinada a hortalizas. El mapa de ambas fincas se muestra en la figura 1.

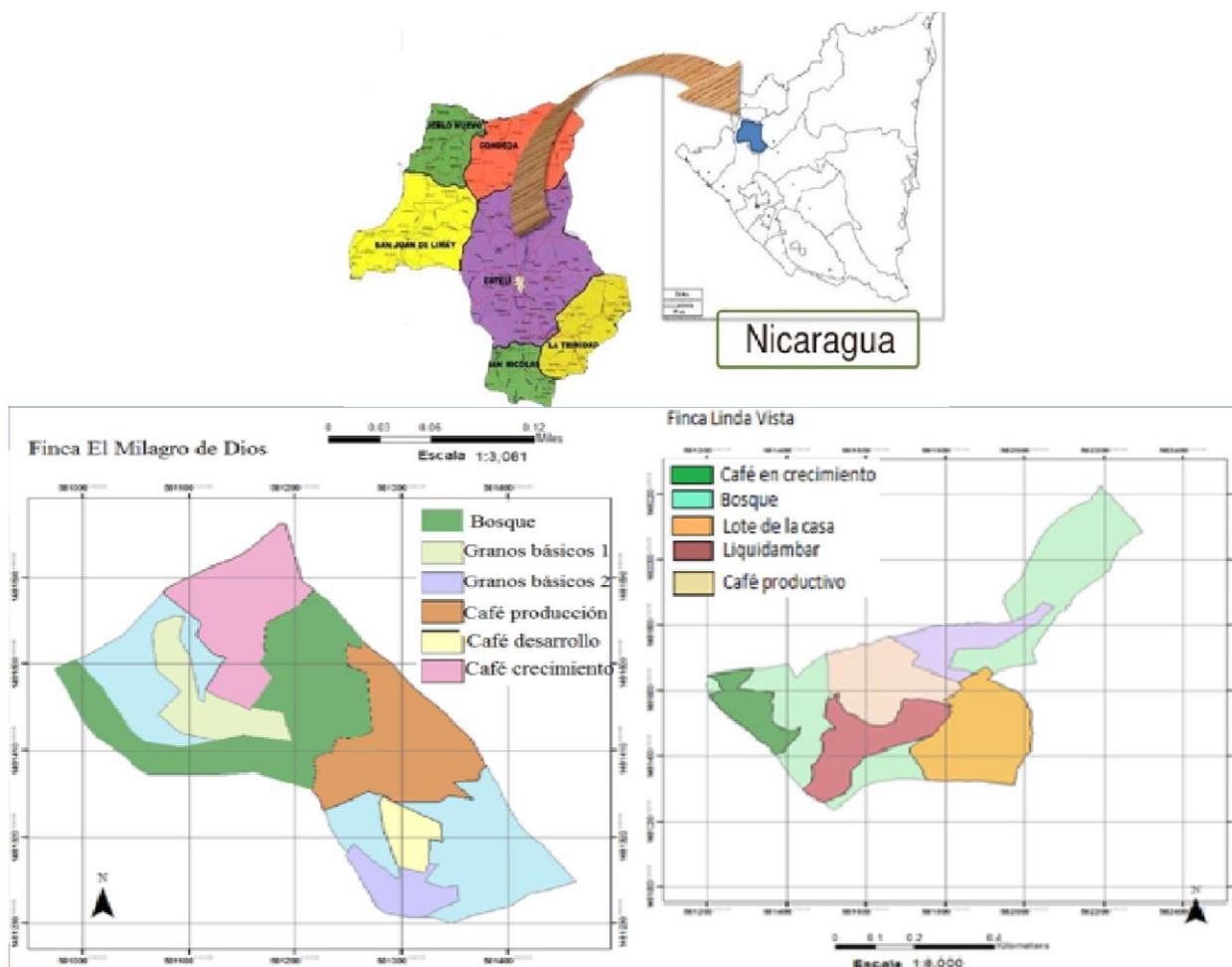


Figura 1. Ubicación geográfica del área perimetral y subsistemas de la finca El Milagro de Dios y la finca Linda Vista.

### **3.1.1 Clima del municipio de Condega**

Según INIFOM (2009), el municipio presenta unas temperaturas promedio entre 20 y 22 °C. La zona posee una precipitación promedio anual de 850 mm, por lo que se caracteriza como zona seca, se observan diferencias en su distribución anual, como en las partes Oeste (zona de Pire) y Este (Canta Gallo), caracterizándose por tener un microclima muy agradable. Clima. Corresponde a zonas localizadas en alturas superiores a los 1000 msnm.

### **3.1.2 Vegetación del municipio de Condega**

La biodiversidad existente en el área es muy rica. En Nicaragua las Nebliselva están mayormente en la Región Ecológica Norcentral. La mayoría de estas áreas han sido declaradas por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales como Áreas Protegidas destinadas a la conservación y manejo de vida silvestre, belleza escénica y producción de agua. Goza de una vegetación con abundancia de epifitas; bromelias, orquídeas; musgos, helechos y una variedad de palmeras de baja altura (Salas, 2002).

Según Figueroa y Urbina (2010), en la zona se encuentran diversidad de especies arbóreas entre las cuales se destacan: Aguacate blanco (*Cinnamomun triplinerve* S), Roble de montaña (*Quercus insignis* L.), Roble encino (*Quercus segoviensis* C.H. Mull.), Lecheso (*Sapium macrocarpum* Mull.), Majao, Balona (*Vitex gaumari* G.), Níspero (*Manilkara zapota* L.), María (*Calophyllum brasiliense* L.), Areno (*Homalium racemosum* Jacq.), Molenillo (*Quararibea funebris* Pittier.).

### **3.1.3 Suelos del municipio de Condega**

Condega presenta suelos fértiles, ricos en materia orgánica, con profundidades promedio de 50 cm, son suelos jóvenes que van desde franco-arcilloso a franco-arenoso. Las pendientes promedio son de 30% a 45% y la elevación promedio es de 1290 msnm (López & Raudez, 2010).

## **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 componentes, 64 indicadores y un coeficiente de manejo de la biodiversidad, 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 por cada componente, para dar el valor numérico a los criterios establecidos en cada componente, se realizó una encuesta a los productores, los criterios poseen una escala de cero a cuatro, 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. (anexos 2,3,4,5,6,7,8)

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 los agroecosistemas

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

Fuente: Vázquez (2013).

Adicionalmente, 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 del 2016, 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 e Ingram (1993).

Este procedimiento se realizó en cinco sitios por subsistema para completar los cinco puntos de muestreos por subparcela para un total de 25 muestras para finca Linda Vista y de la misma manera para El Milagro de Dios. 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

(0.0625m<sup>2</sup> y con un palin con mucha precisión para no dañar las muestras; 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 macro fauna en alcohol al 70% y posterior 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 identificados 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 Manejo de las fincas**

### **3.3.1 Finca El Milagro de Dios**

El principal cultivo es el café; El señor Sixto produce algunos granos básicos y tomate, lo que conlleva a prácticas como laboreo del suelo, la siembra, fertilización y el control de plagas con productos químicos sintéticos.

### **3.3.2 Finca Linda Vista**

En este sistema se realizan prácticas que no depende de insumos externos, el objetivo principal es la conservación de los recursos. Cuenta con una alta diversidad de especies de las cuales el productor obtiene mucho beneficio, siendo el café el rubro principal, En el manejo agronómico de este cultivo, se realiza manejo de la sombra, en el mes de junio, control de malezas en febrero y octubre, para evitar la incidencia de plagas proveniente de otro sistema, se realiza una franja limpia de 10 m alrededor de todo el sistema. En marzo se hace el recepo (poda) en plantas que han perdido su capacidad productiva, al final de la cosecha la pulpa de café se incorpora al suelo como materia orgánica.

### 3.4 Variables evaluadas

Las variables que se determinaron para la estimación del CMB, 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 Julio Muñoz de la finca Linda Vista y Sixto Talavera de la finca El Milagro de Dios.

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, para luego auxiliarnos con Infostat para realizar medidas de resumen por clase orden y familia.

### 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 identificación 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 agroecosistemas.

El índice de diversidad de Renyi 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:  $0 \leq \text{Disimilitud alta} \leq 0.33$ ,  $0.33 < \text{Disimilitud intermedia} \leq 0.66$  y  $0.66 < \text{Disimilitud baja} \leq 0.99$ .

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en agroecosistemas

#### 4.1.1 Diseño y manejo de la biodiversidad productiva

La biodiversidad productiva se refiere a la biota introducida que se planifica, se cultiva o cría con fines económicos (Vázquez *et al*, 2011).

Es por esto que el manejo de la biodiversidad en los sistemas productivos está cada vez más relacionado con la competitividad para insertarse eficientemente en el mercado nacional, regional e internacional, los productores deben ser capaces de insertar y jerarquizar el concepto de sustentabilidad en el proceso de utilización de sus recursos. La calidad ambiental es parte del bienestar social pero los factores bióticos y abióticos pueden entorpecer el logro del desarrollo sostenible (Giuffré, 2008).

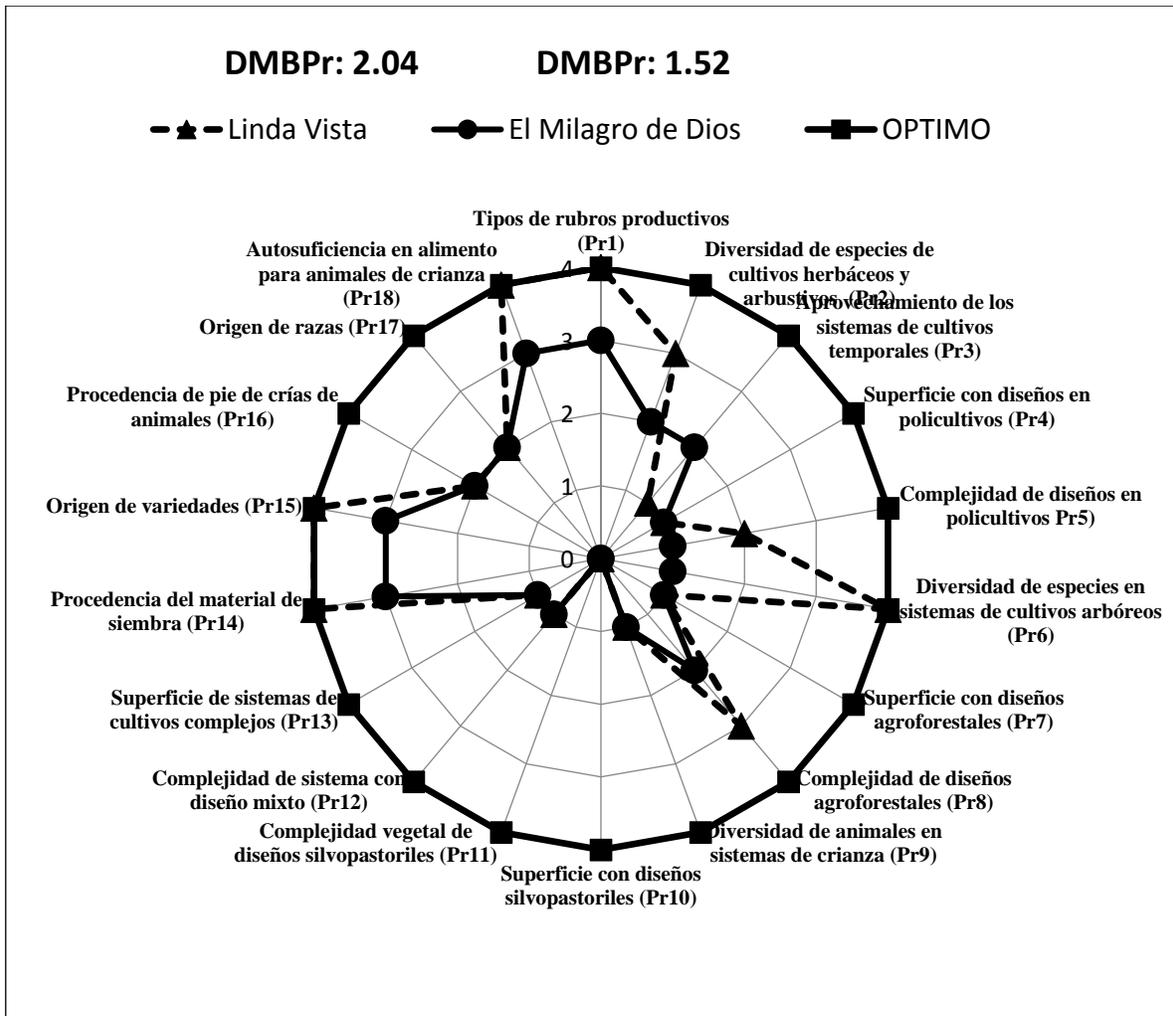


Figura 2. Diseño y manejo de la biodiversidad productiva (DMBPr), en dos agroecosistemas con café en Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

En la figura 2 se muestran los indicadores del componente del diseño y manejo de la biodiversidad productiva. El valor del componente del diseño y manejo de la biodiversidad productiva, es mejor en la finca Linda Vista (2.04), debido a que, de los dieciocho indicadores, cinco de ellos alcanzan el valor óptimo (4), y tres indicadores tienen un valor aceptable de 3, esta finca contiene mayor diversidad de especies arbustivas y arbóreas.

El indicador con el valor más bajo es la complejidad de diseños en policultivos, este sistema es destinado únicamente a la producción de café agroforestal, no presenta un diseño específico de producción de distintos rubros herbáceos.

En la finca Milagro de Dios, ninguno de los indicadores del componente de los diseños y manejos de la biodiversidad alcanza el valor óptimo, cuatro de ellos obtienen 3 como valor. Los indicadores más débiles del componente de los diseños y manejos de la biodiversidad productiva, en este sistema, son los de diseño y diversidad de especies en policultivos y arbóreas, alcanzando 1 como valor, que demuestra que este sistema se encuentra menos diversificado. En este sistema se explotan 4 rubros y el área es de 8 ha, en la finca Linda Vista cuenta con un área de 39 ha, en superficie cubierta por árboles, arbustos y sistemas en policultivos, lo que representa un mejor diseño y manejo de la biodiversidad diversidad productiva, en comparación a la finca Milagro de Dios.

#### **4.1.2 Manejo y conservación del suelo**

Para proteger los sistemas productivos de una zona determinada es necesario identificar los factores que incrementan el riesgo, pero más importante es incrementar la resiliencia de sus sistemas productivos. Dada la interconexión entre el ambiente, los recursos naturales, las amenazas naturales y la seguridad alimentaria, se hace necesario reducir la vulnerabilidad mediante la adopción de estrategias de manejo sustentable de recursos naturales como el suelo, el cual representa la base fundamental de la productividad mejorando así la matriz ambiental circundante (Altieri & Nicholls, 2013).

La grafica 3 muestra los indicadores del componente manejo y conservación de suelo que los productores realizan en ambos sistemas con café.

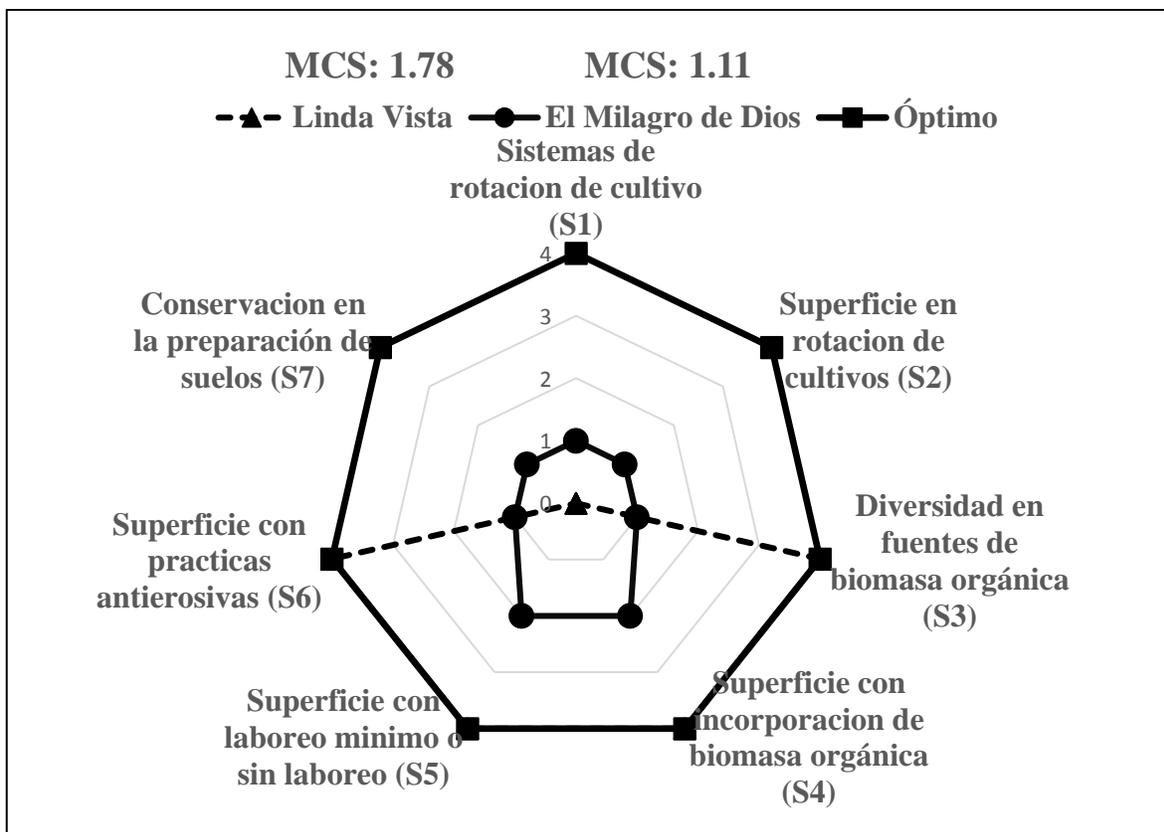


Figura 3. Manejo y conservación del suelo (MCS), en dos agroecosistemas con café, en Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

La finca Linda Vista, por su manejo presenta mejor conservación del suelo, en esta finca el cultivo principal es café. Los indicadores como, diversidad en fuentes de biomasa orgánica, superficie con incorporación de biomasa orgánica, superficie con laboreo mínimo o sin laboreo, superficie con prácticas anti erosivas, alcanzaron el valor óptimo de 4, en el resto de indicadores obtienen 0 como valor. Este sistema es destinado en su totalidad para la producción de café, no se hace rotación de cultivos (valor obtenido 0), el material vegetal después de la limpia es incorporado al surco de café en forma de camellón, como obra de conservación obteniendo valor de 1.

La finca El Milagro de Dios, está destinada a la producción de café, pero el productor destina parte del área para la producción de granos básicos y hortalizas, se hacen rotaciones de cultivos, pero sin estar planificado o diseñado. En ninguno de los criterios se alcanza el valor óptimo, las obras de conservación en este sistema son a baja escala, la superficie donde se pueden hacer rotaciones de cultivo es pequeña (3.5 ha), los indicadores logran alcanzar valores máximos de 2 (figura 3).

El manejo y conservación del suelo influye sobre los nutrientes. Desde esta perspectiva, Giuffré (2008) considera que el manejo de los nutrientes afecta al suelo, especialmente en su capacidad productiva. Se considera que un adecuado balance de nutrientes resulta indispensable para crear un manejo ambiental sustentable.

### 4.1.3 Manejo y conservación de agua

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).

La Agricultura de Conservación se basa en el concepto fundamental del manejo integrado del suelo, el agua y todos los recursos agrícolas. Su característica principal es que bajo formas específicas y continuadas de cultivo la regeneración del suelo es más rápida que su degradación, de modo que la intensificación de la producción agrícola es económica, ecológica y socialmente sostenible (Lorenzo, 2011).

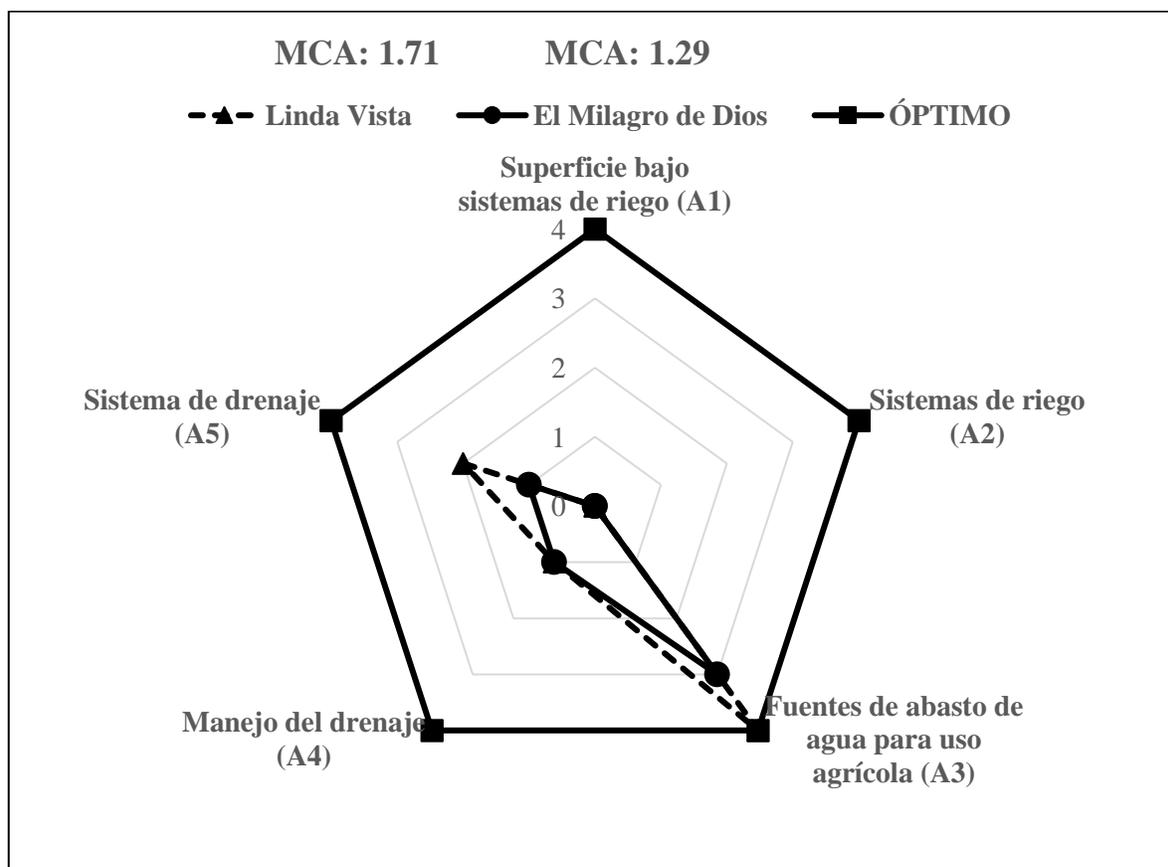


Figura 4. Manejo y conservación de agua (MCA), en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

La figura 4 muestra el manejo y conservación de agua en ambos agroecosistemas productivos con café. Los productores no cuentan con superficies bajas sistemas de riego. En la finca Linda Vista el productor realiza colectas de lluvia para uso agrícola alcanzando el valor óptimo (4), el sistema de drenaje se realiza según las observaciones del productor en el lugar que colecta el agua, alcanzando un valor de 2.

En la finca Milagro de Dios, el productor cuenta con una pequeña corriente de agua, de la cual dispone para realizar actividades agrícolas alcanzando 3 como valor. El drenaje se realiza de forma natural, alcanzando 1 como valor. Ambos sistemas están débiles en el manejo y conservación del agua, el rubro principal es café y por lo general, en Nicaragua, no hay diseño y manejo de sistemas de riego en cafetales.

#### 4.1.4 Manejo de las intervenciones sanitarias en los rubros productivos

Una de las principales características del enfoque de sistemas de producción es tomar en cuenta el sistema como un todo y las intervenciones o decisiones de manejo que en él se realizan. Es por esto que, desde esta mirada, se hace relevante establecer las relaciones entre los diferentes subsistemas, las cuales serán determinantes en la toma de decisiones para reducir la incidencia de organismos nocivos (Giraldo, 2009).

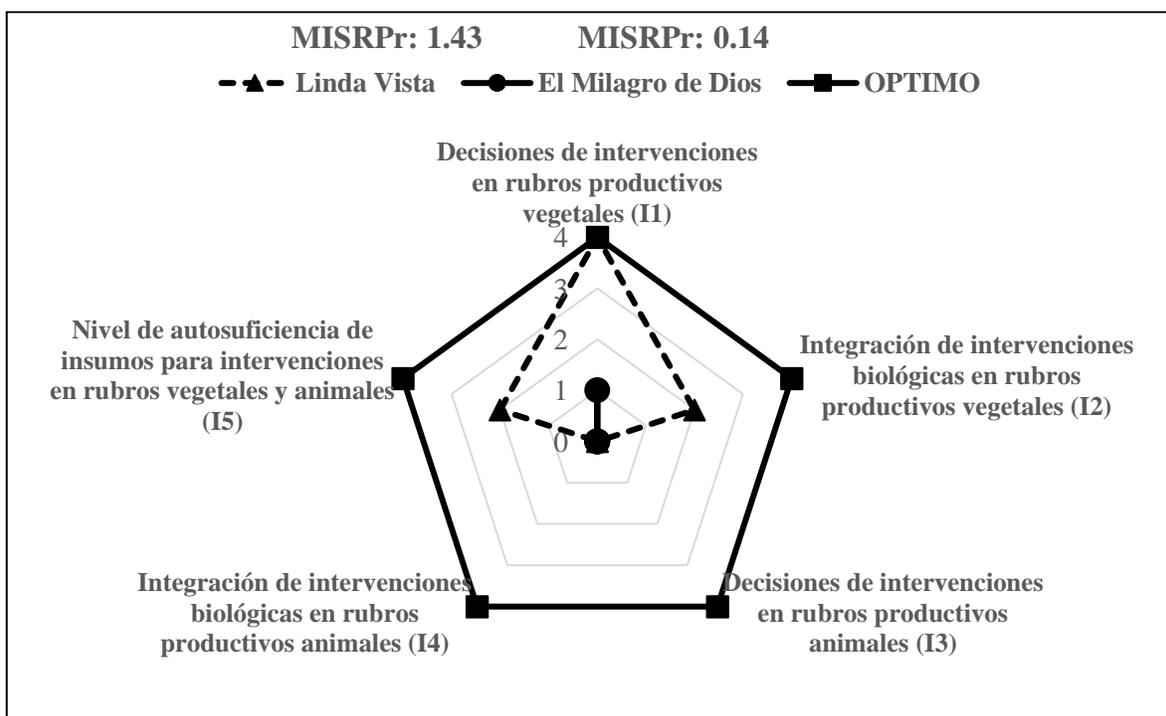


Figura 5. Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr), en dos agroecosistemas con café, Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

El manejo de las interacciones sanitarias en ambos sistemas se da a baja escala (Figura 5). La finca Linda Vista es una finca en transición, el productor ha reducido sus intervenciones para con su rubro principal café. Esta presenta una mejor resistencia y resiliencia ante la incidencia de plagas y enfermedades. Existe gran cantidad de organismos depredadores como los pertenecientes a las familias Theridiidae, Lithobidae, Curculionidae y otras, permitiendo mantener los organismos que podrían convertirse en plagas a un nivel donde no causen pérdidas económicas, así el criterio “Decisiones de intervenciones en rubros productivos vegetales” obtiene el valor óptimo de 4, las intervenciones biológicas en este sistema son pocas obteniendo un valor de 2, el productor utilizó *Bacillus thuringiensis* B, como insumo biológico para el control de la broca *Hypothenemus hampei* F, esto solamente una vez al año.

El propietario de la finca El Milagro de Dios no utiliza insumos biológicos en sus intervenciones sanitarias teniendo un valor de 0. Cada año realiza el mismo número de intervenciones sintéticas en el manejo sanitario de sus rubros productivos. La incidencia de plagas y enfermedades es igual o mayor en cada ciclo obteniendo 1 como valor, esto representa el aumento en los costos de producción.

Es importante desarrollar agro ecosistemas con dependencia mínima en agroquímicos e insumos energéticos enfatizando en la implementación de sistemas agrícolas complejos, en los cuales las interacciones ecológicas y sinergias entre los componentes biológicos proporcionan los mecanismos necesarios para que los sistemas agroecológicos subsidien su propia fertilidad del suelo, productividad y la protección de los cultivos. Los rendimientos sostenibles en los agroecosistemas se derivan del balance adecuado entre cultivos, suelo, nutrientes, luz solar, agua y organismos coexistentes (Altieri, 1995).

#### **4.1.5 Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar**

En la biodiversidad auxiliar se toma en cuenta la vegetación no cultivada que habita naturalmente o se introduce, se maneja para influir positivamente sobre el resto de la biodiversidad Vázquez *et al* (2011). Moreno (2013) indica que es muy compleja la dinámica que se establece en un agro ecosistema, pero si en esencia la funcionalidad del mismo depende en medida del nivel de interacciones conseguido entre sus variados componentes.

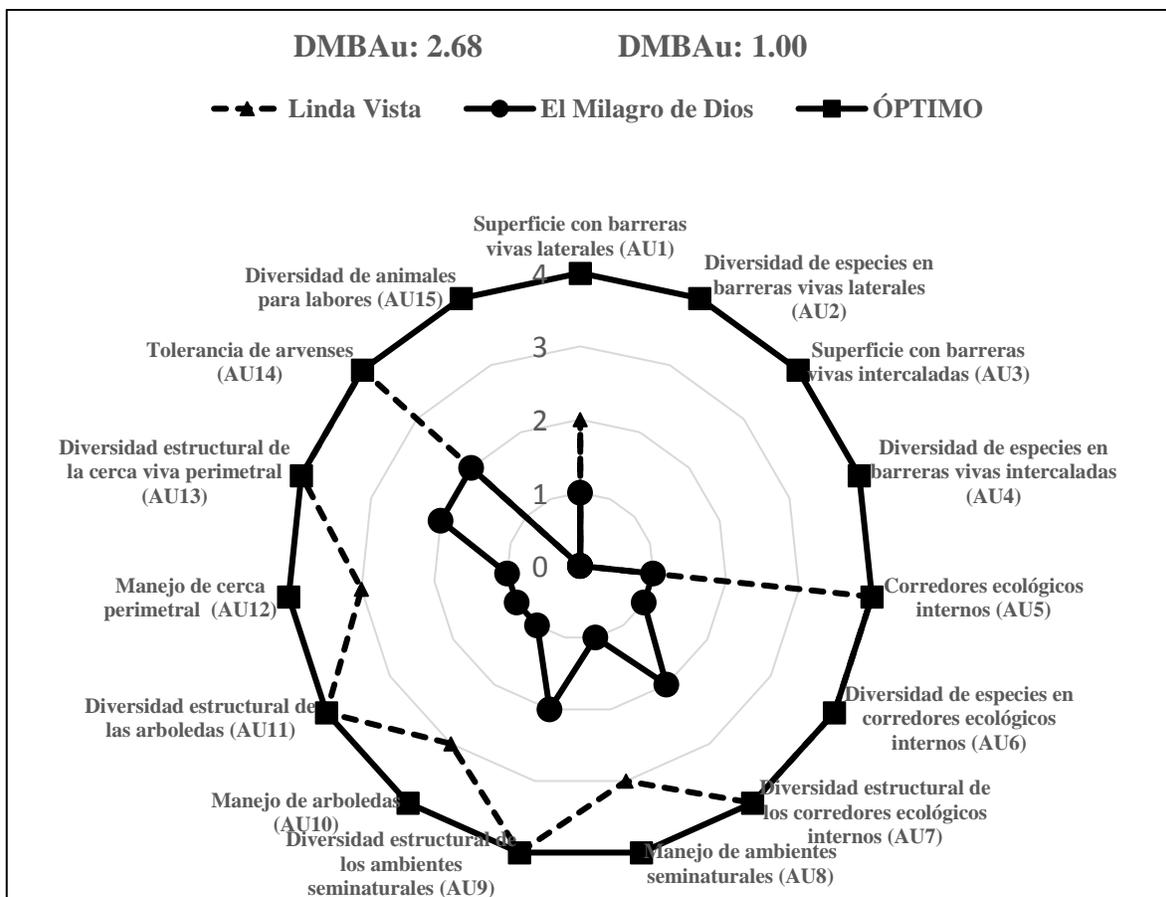


Figura 6. Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

El diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar está dado de mejor manera en la finca Linda Vista, algunos indicadores alcanzan el valor óptimo (4), y otros obtienen valor aceptable de 3, este sistema, presenta mejor diversidad estructural de los corredores ecológicos, de las arboledas, mejor tolerancia a arvenses, mejor diversidad en ambientes seminaturales y mejor diversidad en la cerca viva perimetral. El indicador más bajo es el de superficies con barreras laterales obteniendo 2 como valor, en este sistema la diversidad de especies en barreras vivas laterales es baja, en su mayoría eran dos especies izote (*Yucca gigantea* L.) e higuera (*Ricinus communis* L.).

En la finca Milagro de Dios, ninguno de los indicadores alcanza el valor óptimo. El valor más alto obtenido es 2. Esta finca se encuentra menos diversificada y en área es más pequeña, los valores obtenidos en los componentes en este sistema son más bajo en comparación a la finca Linda Vista. Las barreras vivas laterales en ambos sistemas son a baja escala y no se encuentran diversificadas, el valor obtenido en este indicador es 1 (figura 6).

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

#### 4.1.6 Estado de los elementos de la biodiversidad asociada

Existen dos métodos para mejorar la economía de cualquier sistema de producción; uno aumentando la producción con menor costo, como aconsejan las técnicas agronómicas, mercantiles y sociales, y otro no menos importante que el primero evitando que los enemigos de los cultivos (plagas, enfermedades y arvenses), hagan perder lo que ya se tienen programado (Domínguez, 1989).

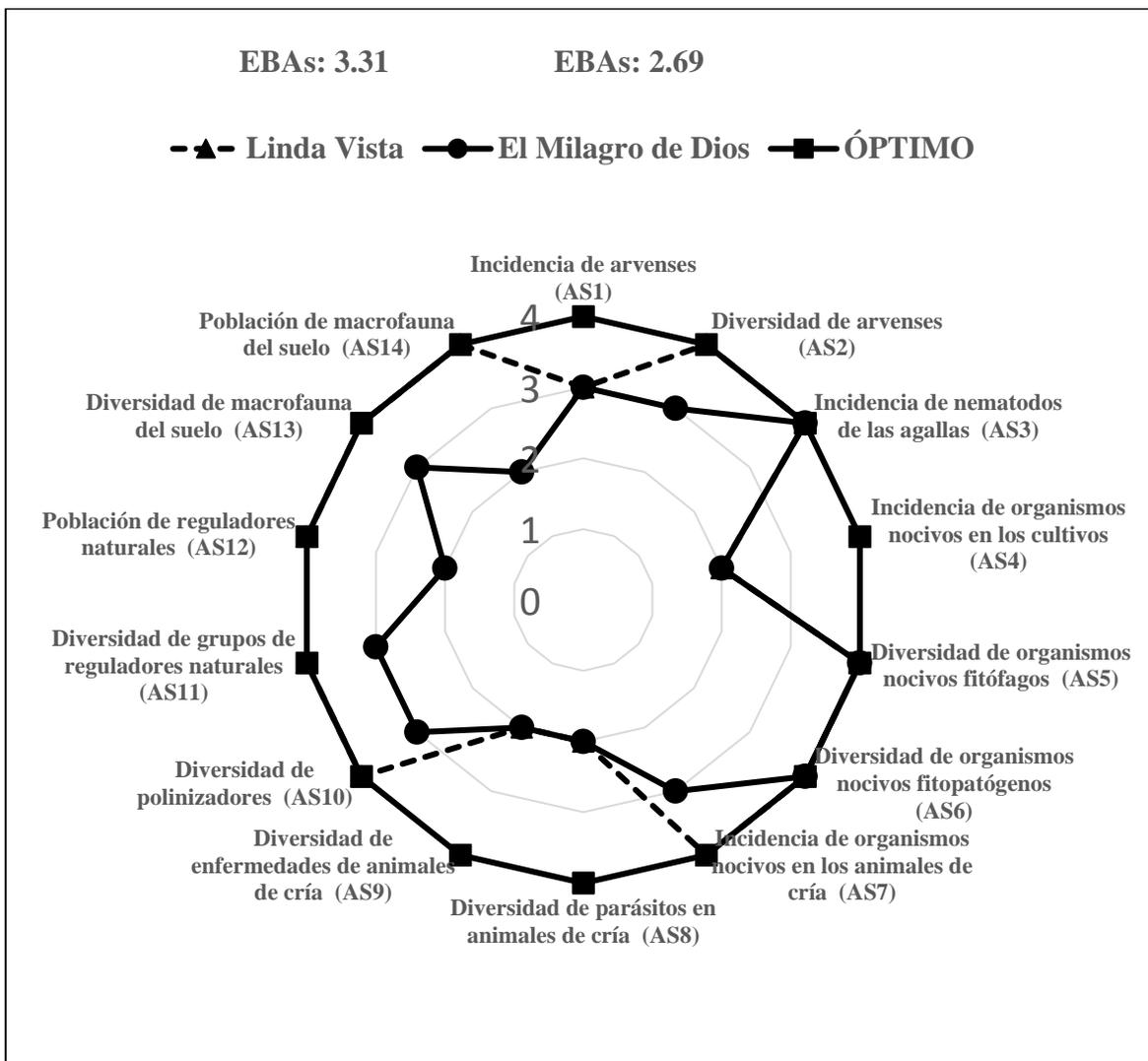


Figura 7. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs), en dos agroecosistemas con café, Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

Los indicadores del estado de los elementos de la biodiversidad asociada se comportan muy similar en ambos sistemas productivos alcanzando los mismos valores en casi todos los indicadores, excepto en diversidad de arvenses, población de macro fauna, diversidad de polinizadores y organismos nocivos en los animales, en estos indicadores la finca Linda Vista alcanza el valor óptimo de 4, a diferencia de la finca Milagro de Dios que alcanzó un valor de 3.

Esto permite que el componente de los elementos de la biodiversidad asociada sea mejor valorado (3.31) en la finca Linda Vista referente al de la finca Milagro de Dios (2.69).

La incidencia de organismos nocivos en ambos sistemas es igual obteniendo 3 como valor, esto debido a la alta disponibilidad de alimentos presentes en estos sistemas, lo que resulta atractivo para los organismos fitófagos y fitopatógenos.

La necesidad real de la producción es tener un enfoque interdisciplinario en el desarrollo agrícola. Es necesario conocer la interacción entre el manejo de la vegetación y la incidencia de los insectos, la interacción entre el manejo de arvenses e incidencia de enfermedades, las interacciones entre sistemas de siembra y su efecto sobre arvenses, plagas, enfermedades, este enfoque es indispensable para lograr una producción económicamente rentable y de calidad (Aleman, 2004).

#### 4.1.7 Coeficiente de manejo de la biodiversidad

Es bien conocido que la biodiversidad es el motor de la dinámica de los ecosistemas naturales, por ejemplo, la cubierta vegetal de un bosque o de una pradera previene la erosión del suelo, controla su régimen hídrico, mantiene la cantidad de materia orgánica, etc. sin embargo, no es prácticamente desconocido el papel que juega la biodiversidad en los sistemas agrícolas (Moreno, 2013).

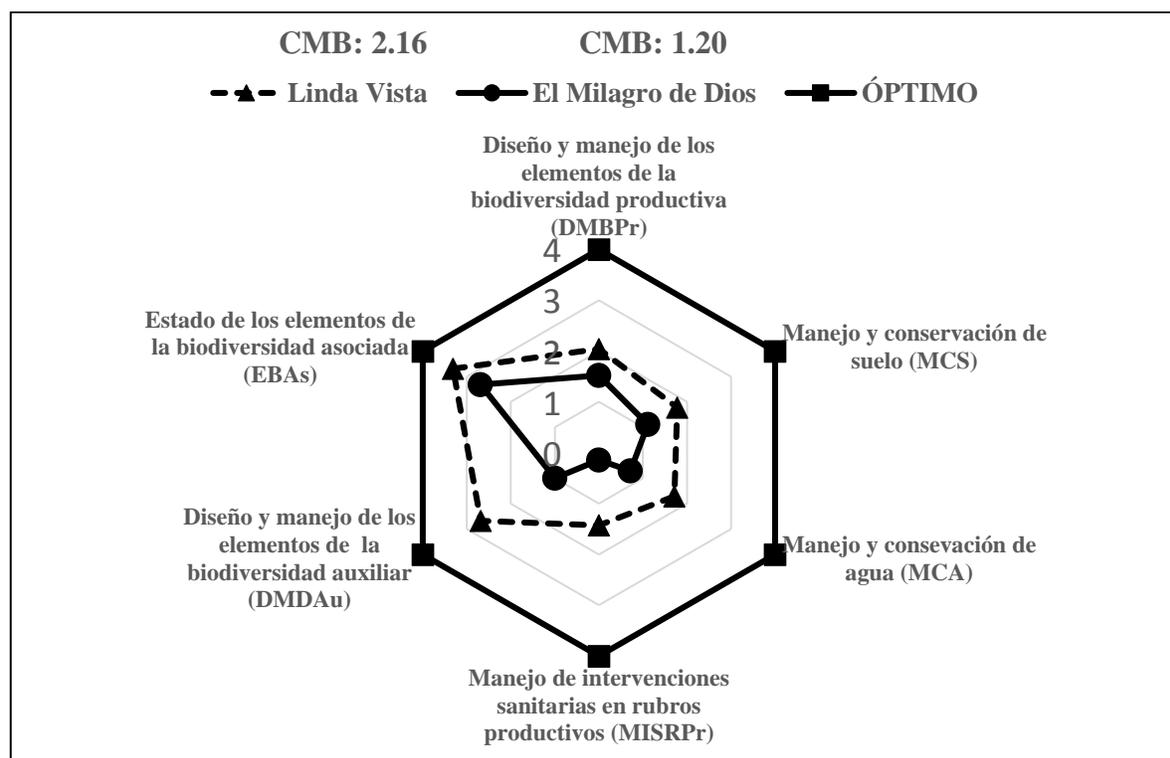


Figura 8. Coeficiente de manejo de la biodiversidad (CMB), en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

La figura 8 muestra el resultado del coeficiente de manejo de la biodiversidad, que determina la forma de clasificación de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en los agroecosistemas, según rangos establecidos.

El sistema productivo “Linda Vista” obtuvo como valor de Coeficiente de manejo de la biodiversidad de 2.1, esto indica que es clasificado como sistema con diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos, debido a los resultados obtenidos en los distintos componentes para diagnosticar los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuarios.

El sistema “El Milagro de Dios, obtuvo como valor de Coeficiente de manejo de la biodiversidad de 1.2, esto muestra que es clasificado como sistema con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos, debido a los resultados obtenidos en los distintos componentes para diagnosticar los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuarios.

Estos resultados obedecen a los tipos de biodiversidad con la que cuenta cada productor, al manejo agronómico que se les brinda a los distintos rubros productivos. La finca Linda vista obtuvo el valor más alto en Coeficiente de manejo de la biodiversidad, lo que indica que esta se encuentra mejor diversificada, lo que la vuelve más compleja en comparación a la finca el Milagro de Dios, según los rangos establecidos en Coeficiente de manejo de la biodiversidad quienes determinan el grado de complejidad en distintos sistemas productivos.

## 4.2 Caracterización taxonómica de la macro fauna edáfica en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos

La taxonomía proporciona al hombre un marco organizativo que permite reconocer, interpretar y valorar la diversidad de los seres vivos y, por ello, constituye la piedra angular de la conservación (Iriondo, 2000).

Los taxones o grupos en que se han clasificado los seres vivos se estructuran en una jerarquía, en la que un grupo abarca a otros menores y está, a su vez, subordinado a uno mayor. A los grupos se les asigna un rango taxonómico o categoría taxonómica que acompaña al nombre propio del grupo. Se han identificado organismos según categorías taxonómicas para cada uno de los agroecosistemas, medianamente complejo y poco complejo. En esta investigación se han encontrado e identificados organismos de 6 clases, que conti enen 30 órdenes y 79 familias (Cuadro 2, 3 y 4).

### 4.2.1 caracterización de organismos por Clase encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

Cuadro 2. Cantidad de organismos por clase taxonómica encontrados en dos agros ecosistema con café, uno con diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos y otro con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos, Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

Clases	Número de organismos en los sistemas	
	Medianamente Complejo	Poco Complejo
Arachnida	42	30
Chilopoda	2	5
Clitellata	564	517
Diplopoda	32	6
Gastropoda	10	1
Insecta	267	198
	917	757

Las clases más representativas son Clitellata, Insecta y Arácnida por contener más cantidad de individuos que el resto de clases. En la finca con diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos hay mayor cantidad de organismos que en el sistema con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos.

Estos resultados demuestran que el manejo que realiza el productor influye sobre las poblaciones de la macro fauna. También, estos resultados concuerdan con lo afirmado por Dajoz (2001), quien afirma que cuando la diversidad estructural de los vegetales en un sistema aumenta, el número de organismos que albergan aumentan.

#### 4.2.2 Categorización de organismos por orden encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y medianamente complejos

En el cuadro 3 se expresa la cantidad de organismos por orden taxonómico encontrados en dos agro ecosistemas con café, uno con diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos y otro con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos.

Cuadro 3. Cantidad de organismos por orden taxonómico encontrados en dos agro ecosistemas con café, uno con diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos y otro con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos, Condega, Nicaragua 2017

Orden	Número de organismos en los sistemas		Nombres Comunes
	Medianamente Complejo	Poco Complejo	
Acari	1	-	Garrapata
Achaegnata	1	-	Pececillo de cobre
Araneae	37	30	Araña
Blattodea	17	4	Cucaracha
Coleoptera	52	58	Escarabajo
Dermaptera	14	1	Tijereta
Diptera	28	2	Mosca
Diplura	2	-	Dipluros
Embioptera	1	-	Embiópteros
Entomobryomorpha	3	-	Colémbolos
Geophilomorpha	1	-	Ciempíes
Glomerida	2	-	Glomeridos
Haplotaxida	398	517	Lombriz
Hemíptera	18	15	Chinche
Hymenoptera	31	29	Hormigas
Isopoda	55	-	Crustáceos
Isoptera	3	59	Termita
Julida	1	-	Milpiés
Lepidoptera	10	3	Mariposa
Lithobida	7	3	Araña
Lithobiomorpha	1	-	Ciempíes
Mantodea	1	1	Mantis
Mollusca	9	-	Caracol
Neuroptera	-	2	León de afido
Opiliones	2	-	Araña
Opisthopora	166	-	Lombriz
Orthoptera	30	24	Grillo
Polydesmida	5	-	Milpiés
Pulmonata	1	1	Caracol
Siphonaptera	1	-	Pulga
	917	757	

Los órdenes más representativos son Haplotaxida, Coleóptera, Araneae, Hymenoptera. En estos órdenes la cantidad de individuos es mayor dentro de cada sistema.

Si comparamos los dos sistemas, observamos que el sistema poco complejo presenta una cantidad considerable de organismos, en el orden Haplotaxida (517), que el sistema medianamente complejo (398). Esta diferencia representa un 66.9 % de la población encontrada en el sistema poco complejo.

En el sistema poco complejo, la especie utilizada como sombra es guaba (genero *Inga*) la cual aporta grandes cantidades de materia orgánica lo que favorece como fuente de alimento, permitiendo la alta reproducción de organismos en el suelo del orden Haplotaxida. En un estudio realizado en Masatepe, para valorar las mejores especies como sombra al café y aportes al rendimiento, los resultados fueron que en la combinación de especies como *Inga laurina* L. y *Salmanea saman* L., tenían menos cobertura viva en comparación a otras especies, pero esta combinación resultó ser la que más aportaba hojarasca o materia orgánica al suelo (67%), (Munguía *et al*, 2011).

El sistema medianamente complejo presenta mayor diversidad de órdenes. Estos órdenes encontrados en mayor cantidad cumplen un rol beneficioso para los productores, algunos son descomponedores de materia orgánica y otros depredadores. La diversificación de especies vegetales en un sistema y el manejo por parte del productor determinan la cantidad de diversidad de organismos presentes en el mismo, lo que concuerda con lo dicho por Dajoz (2001), quien establece que la diversificación de un sistema favorece en la reproducción de los organismos, los cuales desempeñan un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas. Para conocer este papel es necesario determinar la abundancia, biomasa y productividad del conjunto de especies, así como los factores que influyen en la reproducción de los organismos y el lugar de las diversas especies en las redes tróficas.

#### **4.2.3 Categorización de organismos por Familia encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo**

En el cuadro 4 se muestra la cantidad de organismos por familias taxonómicas encontrados en dos agros ecosistema con café, medianamente complejo y poco complejo.

Cuadro 4. Cantidad de organismos por familias taxonómicas encontrados en dos agros ecosistema con café, medianamente complejo y poco complejo, Condega, Estelí, Nicaragua 2017

Familia	Número de organismos en los sistemas	
	Medianamente Complejo	Poco Complejo
Acanthodrilidae	166	-
Acrididae	8	-
Agelenidae	17	11
Araneidae	2	4
Actinopodidae	1	-
Anthocoridae	1	-
Anyphaenidae	1	-
Aphorophoridae	1	-
Arctiidae	1	-
Argidae	1	-
Blatellidae	17	3
Braconidae	1	-
Blattidae	-	1
Cicadidae	10	2
Ctenidae	2	3
Clubionidae	1	2
Calliphoridae	1	-
Chalcididae	1	-
Cimicidae	1	-
Clathrodidae	1	-
Cosmetidae	2	-
Curculionidae	5	-
Cydnidae	1	-
Cynipidae	1	-
Cerambycidae	-	1
Cenopidae	-	4
Chrysopidae	-	1
Entomobryidae	1	-
Elateridae	1	2
Formicidae	<b>22</b>	<b>29</b>
Furculidae	1	-
Gryllidae	<b>16</b>	<b>24</b>
Gelastocoridae	1	2
Gelechiidae	2	-

Familia	Número de organismos en los sistemas	
	Medianamente Complejo	Poco Complejo
Glomeridae	2	-
Ixodidae	1	-
Japygidae	2	-
Julidae	1	-
Lumbricidae	398	517
Lithobidae	4	7
Linyphiidae	1	-
Lygaeidae	2	-
Lycidae	-	1
Lymantriidae	1	-
Machilidae	1	-
Mecistocephelidae	1	-
Membracidae	1	-
Molongenidae	1	-
Muscidae	2	-
Mycetophiliidae	15	-
Mydidae	1	-
Mantidae	1	1
Mantispidae	-	1
Noctuidae	6	2
Nabidae	-	1
Nitidulidae	-	1
Paronellidae	2	-
Pelagidae	2	-
Polydesmidae	5	-
Porcellionidae	<b>36</b>	-
Pteromalidae	4	-
Pulicidae	1	-
Pyralidae	1	-
Pentatomidae	-	1
Rhinotermitidae	1	60
Reduviidae	-	5
Salticidae	1	-
Scelionidae	1	-
Stratiomyidae	1	-
Styloniscidae	19	-
Syrphidae	7	-
Staphynilidae	1	1

Familia	Número de organismos en los sistemas	
	Medianamente Complejo	Poco Complejo
Scarabaeidae	42	48
Tetragnathidae	1	9
Theridiidae	10	2
Tenebrionidae	3	-
Termitidae	1	-
Termopsidae	1	-
Tetrigidae	6	-

Entre las familias más representativas se encontraron, Lumbricidae, Scarabaeidae, Formicidae, Gryllidae y Agelenidae. Estas familias contenían mayor número de individuos en ambos agro ecosistemas, la dominancia de estas será mayor en comparación al resto de familias presentes en cada agro ecosistema.

Las lombrices y termitas existían en mayor cantidad en el sistema poco complejo, debido al tipo de especies utilizadas como sombra en este sistema, las termitas y lombrices son organismos detritívoros y en dependencia de los aportes de materia orgánica en el suelo puede influir en su reproducción.

Al comparar los dos agro ecosistemas, el medianamente complejo esta mayormente diversificado en cuanto a familias presentes. Este sistema presenta mayor diversidad de especies vegetales y el productor no realiza aplicaciones de agroquímicos, ni rotaciones en el suelo, factores que pueden influir negativamente en la cantidad y diversidad de organismos presentes en un sistema. Lo antes mencionado coincide con lo dicho por Paredes (2010), quien Plantea que la abundancia de organismos en un sistema puede ser variante en dependencia de la diversidad en especies vegetales, medidas de conservación y el grado de intervención humana.

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

Los detritívoros son descomponedores o desintegradores que se alimentan de material vegetal o animal (carroñeros o necrófagos) en distintos grados de descomposición (detritos). Incluyen varios micro y macro-artrópodos, las lombrices epigeas y anécicas, caracoles y larvas de moscas, entre otros. Los herbívoros se alimentan de plantas vivas (raíces y/o partes aéreas) e incluyen algunos micro y macro-artrópodos y caracoles. Los depredadores son principalmente carnívoros y se alimentan de otros organismos, incluyendo varias familias de escarabajos, hormigas, ciempiés, arácnidos y escorpiones. Los omnívoros comen todo tipo de alimento, tanto de origen vegetal como animal llegan a alcanzar varios centímetros de longitud y pueden ser considerados como macro fauna (Brown *et al*, 2001).

Cuadro 5. Cantidad de organismos por rol funcional de familias encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo (PC) y medianamente complejo (MC). Condega, Estelí, Nicaragua 2017

Familia	Detritívoros		Familia	Depredador		Familia	Fitófago		Familia	Omnívoros		Familia	Microvivoros	
	MC	PC		MC	PC		MC	PC		MC	PC		MC	PC
Acanthodrilidae	166	-	Agelenidae	17	3	Aphorophoridae	1	-	Acrididae	8	-	Acanthodrilidae	166	-
Acrididae	8	-	Araneidae	2	4	Arctiidae	1	-	Blatellidae	17	3	Formicidae	22	29
Blatellidae	17	3	Actinopodidae	1	-	Argidae	1	-	Blattidae	-	1	Lumbricidae	398	517
Cicadidae	10	2	Anthocoridae	1	-	Blatellidae	<b>17</b>	<b>3</b>	Calliphoridae	1	-	Mycetophiliidae	15	-
Curculionidae	5	-	Anyphaenidae	1	-	Braconidae	1	-	Chalcididae	1	-	Paronellidae	2	-
Elateridae	1	2	Aphorophoridae	1	-	Cicadidae	<b>10</b>	<b>2</b>	Clothodidae	1	-	Termopsidae	1	-
Forficulidae	1	-	Braconidae	1	-	Chalcididae	1	-	Cosmetidae	2	-	<b>Total</b>	<b>604</b>	<b>546</b>
Gelechiidae	2	-	Ctenidae	2	3	Cydnidae	1	-	Cerambycidae	-	1			
Glomeridae	2	-	Clubionidae	1	2	Elateridae	1	2	Lumbricidae	398	517			
Lumbricidae	<b>398</b>	<b>517</b>	Cimicidae	1	-	Gryllidae	<b>16</b>	<b>24</b>	Machilidae	1	-			
Muscidae	2	-	Cosmetidae	2	-	Lymantriidae	1	-	Nitidulidae	-	1			
Polydesmidae	5	-	Curculionidae	5	-	Machilidae	1	-	<b>Total</b>	<b>429</b>	<b>523</b>			
Porcellionidae	36	-	Cynipidae	1	-	Membracidae	1	-						
Rhinotermitidae	1	60	Cenopidae	-	4	Molongenidae	1	-						
Scarabaeidae	<b>42</b>	<b>48</b>	Chrysopidae	-	1	Mydidae	1	-						
Styloniscidae	19	-	Elateridae	1	2	Noctuidae	<b>6</b>	<b>2</b>						
Staphylinidae	1	1	Entomobrydae	1	-	Polydesmidae	5	-						
Tenebrionidae	3	-	Gelastocoridae	1	2	Pyralidae	1	-						
Termitidae	1	-	Ixodidae	1	-	Staphylinidae	1	1						
Termopsidae	1	-	Japygidae	2	-	Syrphidae	7	-						
<b>Total</b>	<b>721</b>	<b>633</b>	Julidae	1	-	Tenebrionidae	3	-						
			Linyphiidae	1	-	Tetrigidae	6	-						
			Lygaeidae	2	-	<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>34</b>						
			Lycidae	-	1									

Continua...

Familia	Detritívoros		Depredador		Fitófago		Omnívoros		Microvivoros	
	MC	PC	MC	PC	MC	PC	MC	PC	MC	PC
			Lithobidae	4	7					
			Mantispidae	-	1					
			Mecistocephalidae	1	-					
			Muscidae	2	-					
			Mydidae	1	-					
			Mantidae	1	1					
			Nabidae	-	1					
			Pteromalidae	4	-					
			Pulicidae	1	-					
			Salticidae	1	-					
			Scelionidae	1	-					
			Stratiomyidae	1	-					
			Staphylinidae	1	1					
			Theridiidae	10	2					
			Tetragnathidae	1	9					
			Syrphidae	7	-					
			Tenebrionidae	3	-					
			Reduviidae	-	5					
			<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>50</b>					

### **4.3.1 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 y para los microorganismos (por ejemplo: hongos y bacterias), jugando los detritívoros un papel importante en el reciclaje de nutrientes (Cabrera, 2014).

El aporte de nutrientes de los residuos vegetales y animales realizados en la misma parcela se considera un reciclaje de nutrientes dentro del mismo suelo y por lo tanto no se debe incluir entre las entradas (González & Pomares, 2008).

En la finca medianamente compleja se obtuvo un total de 721 organismos detritívoros y en el sistema poco complejo existían 633 individuos, la contribución a la descomposición de la materia orgánica y al reciclaje de nutrientes será mejor en el sistema medianamente complejo por presentar una mayor diversidad y cantidad de organismos detritívoros.

### **4.3.2 Fitófagos**

Los insectos herbívoros se encuentran dentro del grupo de los fitófagos, explotan partes muy diversas de plantas y ello da lugar a comunidades de fitófagos que son ricas en detalles biológicos y objetos de estudio. La diversidad comportamental dentro de una población de insectos es normal, y la variación con respecto a la aceptación del hospedador es simplemente un caso especial, ya que la variación genética en casi todos los rasgos de todos los organismos es la norma (Pérez, 1999).

La cantidad de organismos fitófagos es mayor en el sistema medianamente complejo (84), que en el sistema poco complejo (34). Adicionalmente, el sistema medianamente complejo cuenta con mayor cantidad de depredadores, promoviendo mejor control natural de organismos fitófagos.

### **4.3.3 Depredadores**

El mayor factor aislado en mantener los insectos que se alimentan de plantas sobre pasan el resto del mundo, es de que ellos sirven de alimentos para otros insectos, cuando son apareados con números casi ilimitados de individuos, sus instintos los guían a buscar y devorar millares de plagas diseminadas en un ecosistema (Metcalf, 1991).

En el sistema medianamente complejo se encontró una mayor diversidad y abundancia (127) de organismos depredadores (Cuadro 5), en comparación con lo encontrado en el sistema poco complejo (98). Por consiguiente, se puede aseverar, que en el sistema medianamente complejo existe mayor contribución a mantener bajos los niveles de insectos plagas, reduciendo así los costos de producción.

#### 4.3.4 Omnívoros

Estos 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 & Agudelo, s.f).

Posibilitan la transformación de la materia orgánica por su interacción con algunos microorganismos. Influyen en el proceso de agregación y formación de la estructura del suelo gracias al aporte de sus heces fecales, que son el producto de la mezcla en sus intestinos de material mineral (arena y arcilla) y orgánico del suelo, constituyendo reservorios de nutrientes (Cabrera, 2014).

En el sistema medianamente complejo se encontraron 429 organismos omnívoros y en el poco complejo 523 individuos, esto debido a que en este sistema existe gran cantidad de árboles de guaba, quienes proporcionan grandes cantidades de materia orgánica, lo que favorece el desarrollo y reproducción de las lombrices, principalmente. Los procesos de la degradación de materia orgánica proveniente de guaba serán más efectivos en el sistema poco complejo. No obstante, la materia orgánica se puede perder, por una menor cubierta vegetal en este sistema, promoviendo un mayor escurrimiento durante la época lluviosa.

#### 4.3.5 Microvóvoros

Son organismos de tamaño medio, con una anchura corporal entre 0,2 y 10 mm es muy diversa taxonómicamente (incluyendo muchos anélidos, insectos, crustáceos, miriápodos, arácnidos y otros artrópodos) que funcionan como transformadores del material vegetal. Todos estos organismos ocupan varios niveles tróficos, de forma que algunos se alimentan fundamentalmente de microbios y otros de una mezcla de materia orgánica y microbios (microbi-detritívoros) (Domínguez *et al.*, 2009). En el sistema medianamente complejo se encontró un total de 604 organismos microvóvoros y en el sistema poco complejo se encontraron 546 individuos, la descomposición de la materia vegetal será más eficaz en el sistema medianamente complejo por contener mayor cantidad de estos organismos que cumplen este rol.

En casi todos los grupos funcional en el sistema medianamente complejo se encontraron mayor cantidad de organismos, debido a que el objetivo principal del productor es la diversificación de especies vegetales y la conservación de los recursos, en el manejo de este sistema no se realizan aplicaciones de agroquímicos, no se interviene en la textura y estructura del suelo. Debido a la gran cantidad de especies vegetales y el manejo del productor este sistema se mantiene siempre húmedo y con grandes cantidades de materia orgánica, lo cual es factor determinante para la diversificación y cantidad de organismos presentes en un sistema. Los microvóvoros fueron encontrados en mayor cantidad en el sistema poco complejo esto debido a los tipos de especies vegetales utilizadas como sombra en este sistema, en su mayoría pertenecen al género *edulis* (*Inga edulis* L.) caracterizadas por aportar constantemente grandes cantidades de materia orgánica favoreciendo así a los organismos que pasan el mayor tiempo de vida en el suelo a como lo son los Microvóvoros.

#### 4.4 Índice de biodiversidad alfa & beta en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

Gómez (2008) plantea que los indicadores de biodiversidad son una medida basada en la obtención de datos verificables, que transmiten información del estado actual de un agroecosistemas, lo que determinará las acciones a implementar para garantizar la conservación o restitución de la biodiversidad y su uso sostenible. Los indicadores de biodiversidad, pueden evaluar el progreso y el éxito de prácticas implementadas para la detección de problemas emergentes y así diseñar las posibles soluciones en base a datos confiables y verificables.

##### 4.4.1 Índice de disimilitud o diversidad beta para clase de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

La diversidad beta es necesaria para conocer la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades y su contribución en los distintos sistemas y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local (Moreno, 2001).

La figura 9 muestra que tan disimiles son las clases encontradas en dos agro ecosistemas con café.

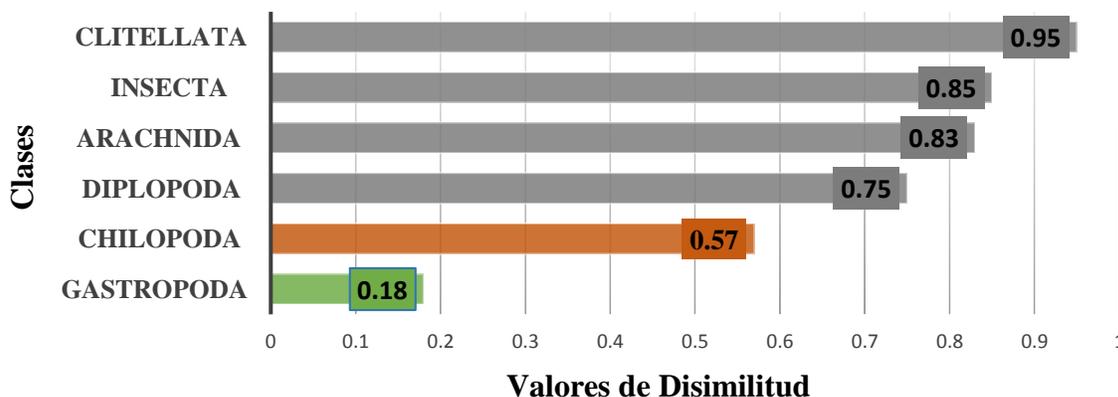


Figura 9. Índice de bio diversidad beta para clases taxonómicas en dos agro ecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo. Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

De acuerdo con la agro ecología, el comportamiento óptimo del agro ecosistema depende del nivel de interacciones entre los diversos componentes bióticos y abióticos, todos ellos son importantes para determinar la sostenibilidad, en los agros ecosistemas modernos la evidencia experimental sugiere que la bio diversidad cumple roles importantes en el equilibrio de los sistemas (Altieri & Nicholls, 1994).

Aquí se refleja la disimilitud entre clases de macro organismos encontrados en un sistema medianamente complejo y otro poco complejo de café. Las clases Clitellata, Insecta, Arácnida y Diplopoda (0.95, 0.85, 0.83, 0.75) respectivamente, son menos disímiles por ser los valores más cercanos a 1, dichas clases se encuentran distribuidas en igual proporción en ambos agro ecosistemas, la clase Chilopoda (0.57), es medianamente disímil y la clase Gasterópoda (0.18), resulto ser la más disímil.

Son muchas las formas en que la agricultura convencional perjudica la productividad futura, los recursos agrícolas como el suelo, agua y diversidad han sido usados excesivamente y degradado los procesos ecológicos globales sobre los que depende la agricultura han sido alterados y las condiciones sociales que permitan la conservación de los recursos han sido debilitados y, en algunos casos, desmantelados. (Gliessman, 2002).

#### 4.4.2 Índice de diversidad alfa de clase de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

En la gráfica 10, se muestra la diversidad en clases presentes dentro de cada agro ecosistema. El análisis de la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente. Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa). (Moreno, 2001).

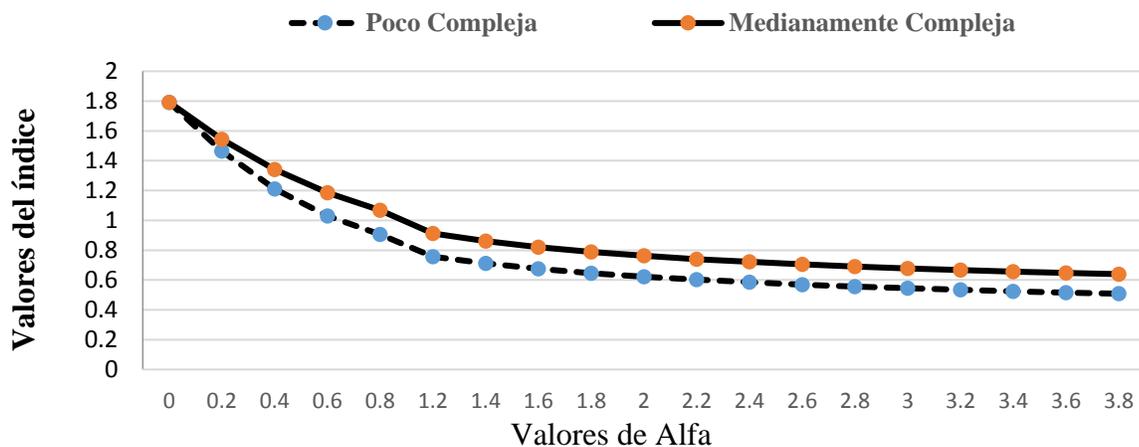


Figura 10. Índice de diversidad Alfa para clases taxonómicas en dos agro ecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo, Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

En la práctica, los términos han sido comúnmente usados sólo en un sentido relativo, y la diversidad alfa simplemente se refiere a la riqueza de especies en una escala de resolución más fina en determinada área (Halffter *et al*, 2004).

Las clases taxonómicas, en ambos sistemas, se comportan en su riqueza de forma similar, los dos perfiles tienen el mismo punto de partida, los dos sistemas tienen el mismo número de clases, (cuando los perfiles están en alfa 0) (Ver Figura 10). Como se ha demostrado, la forma más sencilla de estimar la diversidad alfa de una comunidad concreta es mediante el número o riqueza de especies que la componen.

Cuando los perfiles están cercanos a alfa 1 el perfil de Renyi se comporta como el índice de Shannon-Wiener, el cual toma en cuenta el número de clases en los dos sistemas (Ver figura 10). Ambos sistemas tienen el mismo número de clases, pero en el sistema medianamente complejo, existe mejor uniformidad por la cantidad de organismos presentes.

Al escoger dos individuos al azar es más probable que pertenezcan a las clases Clitellata e Insecta por contener mayor cantidad de individuos en comparación al resto de clases esto ocurre en los dos agro ecosistemas.

Según índice de Berger-Parker, el sistema medianamente complejo presenta mejor equidad que el sistema poco complejo, esto debido a la distancia o diferencia en cantidad de organismos presentes dentro de las clases en cada sistema. Este sistema presenta menos dominancia y mayor diversidad que el sistema poco complejo.

#### **4.4.3 Índice de disimilitud o diversidad beta de órdenes de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo**

La agricultura convencional tiene un efecto estrechamente relacionado con la pérdida de diversidad genética, pérdida de especies y comunidades ecológicas, y lo más importante, de los procesos ecológicos es que garantizan la estabilidad de los ecosistemas. En este sentido existen tres razones básicas para justificar la conservación de la bio diversidad: el mantenimiento de la estabilidad ecológica, el valor económico y la responsabilidad social (Martínez *et al*, 2001).

La figura 11 muestra resultados de disimilitud de órdenes encontrados en los sitios de muestreo (agro ecosistemas). Puede ser una alta o baja disimilitud.

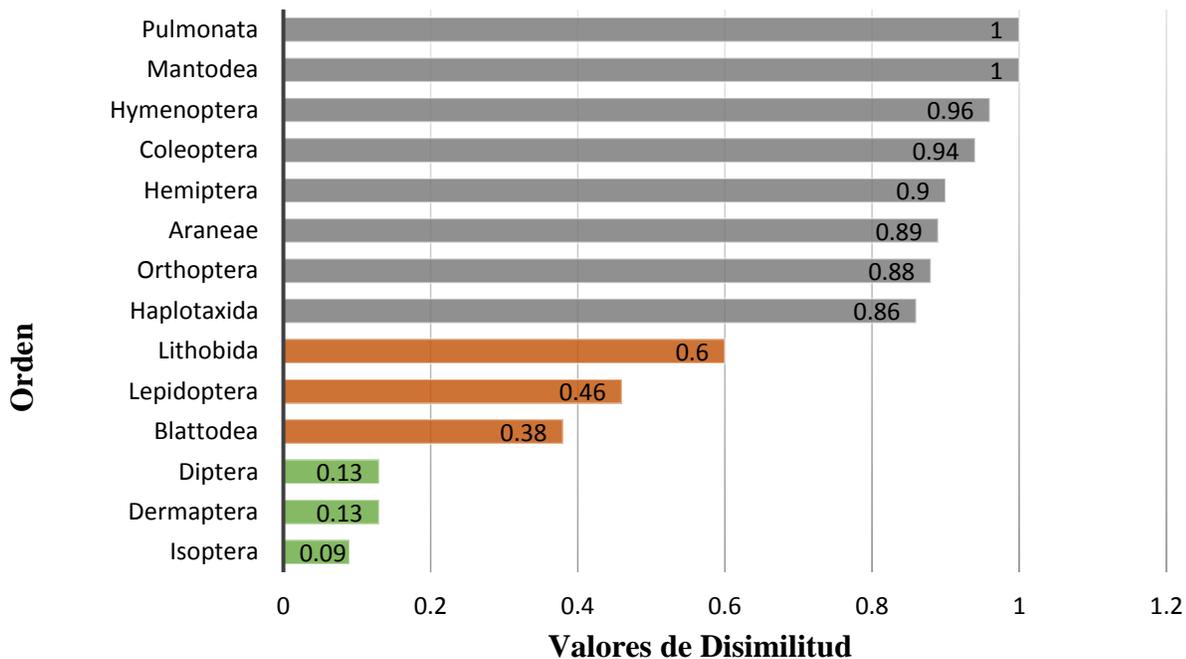


Figura 11. Índice de bio diversidad beta para orden taxonómico de organismos en dos agro ecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo, Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

El funcionamiento óptimo del agro ecosistema depende de diseños espaciales y temporales que promueven sinergias entre los componentes de la biodiversidad arriba y abajo del suelo, las cuales condicionan procesos ecológicos claves como la regulación biótica, el reciclaje de nutrientes y la productividad (Rodríguez, 2014). En ambos agro ecosistemas la disimilitud de órdenes de insectos es variante, entre los símiles tenemos el orden Pulmonata, Mantodea, Hymenoptera, Coleóptera, Hemíptera, Araneae, Orthoptera y Haplotaxida, (1,1,0.96,0.94,0.90, 0.89, 0.88,0.86), por ser estos los valores más cercanos a uno dentro del rango. Esta disimilitud basada en diversidad y cantidad de individuos por cada orden.

Los órdenes con disimilitud intermedia fueron: Lithobida, Lepidóptera, Blattodea (0.6, 0.46, 0.38) y los órdenes más disimiles fueron Díptera, Dermáptera, Isóptera (0.13, 0.13, 0.09), respectivamente.

Las diferencias en el hábitat (hospedero, temperatura, época del año) pueden afectar el desarrollo de individuos de una misma especie. (Sáenz, 1990).

#### 4.4.4 Índice de diversidad alfa de órdenes de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

En la figura 12 se observan las diferencias de diversidad alfa para órdenes taxonómicos. En ambos agro ecosistemas, se refleja como la complejidad de los sistemas afecta en la diversidad de órdenes presentes.

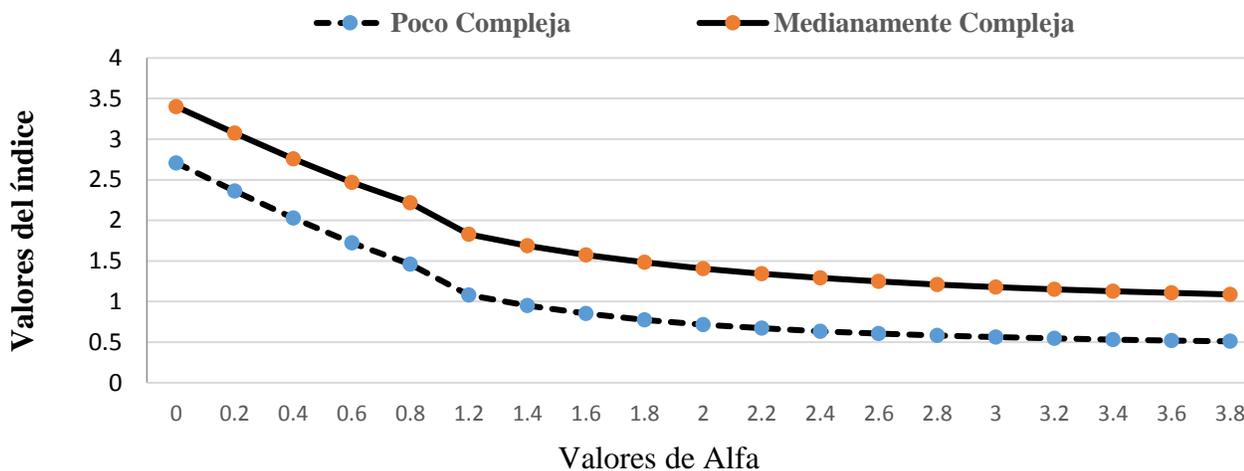


Figura 12. Índice de diversidad alfa para órdenes taxonómicos en dos agro ecosistemas uno poco complejo y otro medianamente complejo, Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

El punto más alto de iniciación es ocupado por la finca medianamente compleja, este sistema presenta mayor riqueza órdenes, (Alfa 0). El sistema medianamente complejo, presenta mejor uniformidad de organismos dentro de cada orden en comparación al sistema poco complejo, debido a la cantidad de organismos presentes en este sistema.

Al seleccionar dos individuos al azar en ambos agro ecosistemas, es más probable que estos pertenezcan a los órdenes Haplotaxida, Coleoptera y Araneae, por ser los órdenes que presentan mayor cantidad de individuos en los dos sistemas. (Alfa cercano a 2). El sistema medianamente complejo presenta mejor equidad que el sistema poco complejo, debido a la distancia o diferencia en cantidad de organismos presentes dentro de los órdenes en cada sistema. Este sistema presenta menos dominancia y mayor diversidad que el sistema poco complejo. Es claro entonces que las prácticas de la agricultura convencional están degradando el ambiente en forma global, reduciendo la diversidad, perturbando el balance de los ecosistemas naturales, y finalmente arriesgando los recursos de los cuales depende la población humana actual y futura. Gliessman (2002).

#### 4.4.5 Índice de disimilitud o diversidad beta de familias de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

La magnitud del cambio, o el grado de diferenciación en la composición entre un conjunto de muestras, la división de gradientes de hábitats entre las especies, expresa un tipo de distancia ecológica, el grado en el cual las muestras difieren una de otra en la composición de especies debido a su separación en un gradiente ambiental, o por otros factores. (Halffter, 2004).

La figura 13 muestra la disimilitud o similitud de familias de organismos encontrados en dos agroecosistemas con café, Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

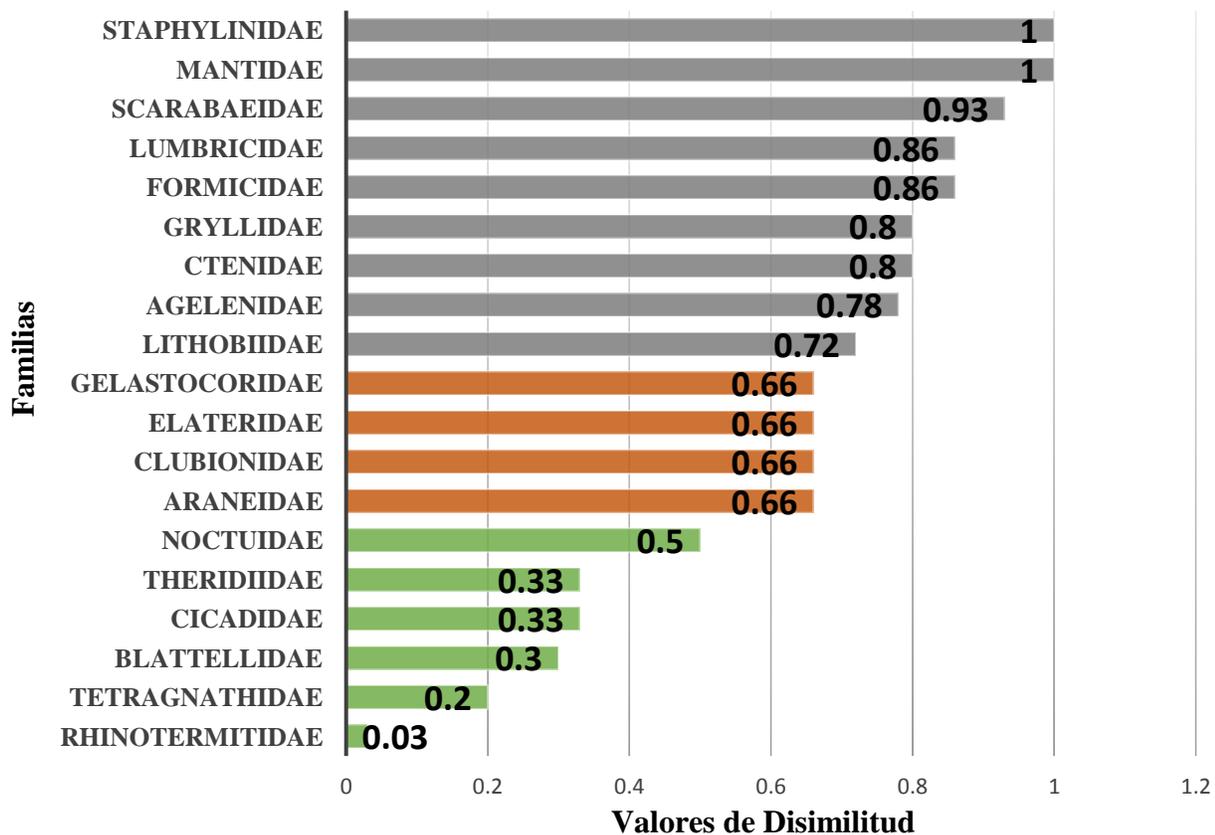


Figura 13. Índice de bio diversidad beta para familias taxonómicas en dos agro ecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo, Condega, Estelí, Nicaragua 2017.z

El valor máximo esperado y posible es 1.00, un valor cercano a 1 indica que existe una gran probabilidad (alta) de que ambas familias estén asociadas positivamente, mientras que un valor cercano a cero, indicaría que existe una gran probabilidad de que ambas especies se asocien de manera negativa (Badii, 2008).

Ente las familias menos disimiles encontramos, Staphylinidae (1), Mantidae (1), Scarabaeidae (0.93), Lumbricidae (0.86), Formicidae (0.86), Gryllidae (0.8), Ctenidae (0.8), Agelenidae (0.78), Lithobidae (0.72), las familias de disimilitud intermedia fueron: Gelastocoridae (0.66), Elateridae (0.66), Clubionidae (0.66), Araneidae (0.66) y las familias encontradas más disimiles fueron: Noctuidae (0.5), Theridiidae (0.33), Cicadidae (0.33), Tetragnathidae (0.2), Rhinotermitidae (0.03).

La mayoría de familias son menos disimiles, éstas se encuentran presentes en ambos agro ecosistemas, en igual diversidad y cantidad de organismos, estas familias son más dominantes en comparación al resto de ellas dentro de cada agroecosistema.

#### 4.4.6 Índice de diversidad alfa de familias de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo y medianamente complejo

La extinción de especies es un fenómeno irreversible, que ocurre cuando las poblaciones naturales de una especie individual son extinguidas por fenómenos naturales o destrucción de su hábitat. Cuando una especie se extingue, se extingue para siempre, ya que no es posible reconstruir su configuración genotípica ni sus características fenotípicas. (Cardenal et al., 1992).

La figura 14 refleja como la complejidad de un sistema influye en la diversidad y cantidad de organismos presentes dentro de cada categoría taxonómica (familias).

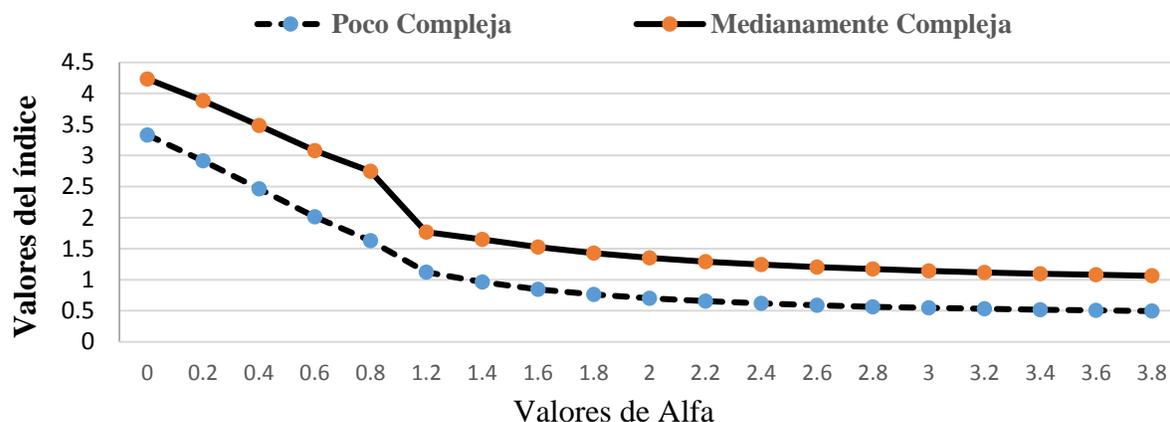


Figura 14. Diversidad alfa para familias taxonómicas en dos agros ecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo, Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

La diversidad biológica es definida como la variabilidad entre organismos vivientes de todo tipo u origen, incluyendo, los distintos complejos ecológicos de los cuales ellos forman parte (Sarandón & Flores, 2014).

El sistema medianamente complejo obtiene el punto más alto de iniciación, la cantidad de familias presentes es mayor en el sistema medianamente complejo que en el poco complejo. El sistema medianamente complejo contiene mayor cantidad de organismos presentes dentro de cada familia.

Las familias más representativas en cantidad de organismos son, Lumbricidae, Scarabaeidae y Formicidae, la probabilidad que dos organismos escogidos al azar pertenezcan a estas familias es más alta en comparación al resto de ellas. Esto ocurre en ambos agro ecosistemas.

El sistema medianamente complejo presenta mejor equidad que el sistema poco complejo, esto debido a la distancia o diferencia en cantidad de organismos presentes dentro de las familias en cada sistema. Este sistema presenta menos dominancia y mayor diversidad que el sistema poco complejo (cuadro 3).

## V. CONCLUSIONES

En la determinación de la complejidad la finca Linda Vista obtuvo un valor de 2.1, según los rangos establecidos en el coeficiente de medición de la biodiversidad es clasificada como medianamente compleja. La finca El milagro de Dios obtuvo 1.1 como valor de coeficiente de manejo de la biodiversidad, es clasificada como poco compleja.

Al categorizar taxonómicamente los organismos en Clase, Orden y Familia, el sistema medianamente complejo mostró mejores resultados en cuanto a cantidad y diversidad de organismos dentro de cada categoría taxonómica.

Dentro de cada rol funcional el número de individuos presentes es mayor en el sistema medianamente complejo. Los individuos encontrados en mayor cantidad en ambos agro ecosistemas fueron, detritívoros y microvívoros, los fitófagos se presentaron en menor cantidad esto debido a la alta presencia de organismos depredadores.

Al aplicar los índices de diversidad alfa y beta, se observó que el sistema medianamente complejo presentó mejor riqueza, uniformidad, menos dominancia y buena equidad, este sistema resultó estar mejor diversificado en cuanto a organismos presentes dentro de las distintas categorías taxonómicas, todo esto debido a las prácticas agrícolas y de conservación llevadas a cabo por el propietario de este sistema.

## VI. LITERATURA CITADA

- Altieri, M.A. Y Nicholls, C.I. (1994). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Barcelona, España: Icaria Editorial, s.a.
- Altieri, M.A. (1995). *Agroecología: Creando sinergia para una agricultura sostenible*. U.S.A.
- Altieri, M.A. Y Nicholls, C.I. (2013). *Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas*. Colombia.
- Alemán, F. (2004). *Manejo de arvenses en el trópico*. Managua, Nicaragua: IMPRIMATUR.
- Anderson, J.M & Ingram, J.I. (1993). *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods* 2 ed. Wallingford, Oxfordshire: CAB International 221 p. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/2776/1/tnp351323f.pdf>
- 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.
- Arango Gutiérrez G. P. & Agudelo Betancur L. M. (s.f). *Valor biológico de las cucarachas en el compost*. Colombia. Recuperado de: <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/Vol1n1/096-98%20Valor%20biol%C3%B3gico%20de%20las%20cucarachas%20en%20el%20compost.pdf>
- Ayala M, JE.; Monterroso, LE. 1998. *Aspectos básicos sobre la biología de la gallina ciega*. El salvador. Guatemala.
- Badii, M. H., Landeros J., y Cerna, E. (2008). Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. Recuperado de: [http://www.spentamexico.org/v3-n1/3\(1\)%20632-660.pdf](http://www.spentamexico.org/v3-n1/3(1)%20632-660.pdf)
- BROWN, G.G. et al., (2001). *Diversidad y rol funcional de la macro fauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos*. Pag 4. Recuperado de: [http://www3.inecol.edu.mx/csmbgbd/images/stories/resultados\\_articulos\\_archivos/6%20DIVERSIDAD%20Y%20ROL%20FUNCIONAL%20DE%20LA%20MACROFAUNA%20EDAFICA.pdf](http://www3.inecol.edu.mx/csmbgbd/images/stories/resultados_articulos_archivos/6%20DIVERSIDAD%20Y%20ROL%20FUNCIONAL%20DE%20LA%20MACROFAUNA%20EDAFICA.pdf)
- Cabrera Dávila, G. C. (2014). *La macro fauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo*. Cuba: Rufford. Recuperado de: <http://www.rufford.org/files/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf>.
- Cabezas Melara, F.A. (1996). *Introducción a la entomología*. Trillas, S.A. México.

- Caranqui, J. (2015). Composición y diversidad de especies arbóreas en transectos de localidades del bosque siempre verde de tierras bajas del Ecuador. Recuperado de: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/72/76>
- Cardenal, L. Cedeño, C. Grijalva, A. & Morales, J. (1992). La biodiversidad de Nicaragua: Evaluación preliminar del estado de conservación y de la diversidad biológica y sus procesos de extinción. Managua, Nicaragua.
- Cardoza Olivas, M. F. y Jiménez Meza E. O. (2007), evaluación de rendimiento del grano de café (*coffea arábica* l.) bajo la influencia de diferentes manejos agroforestales en Masatepe, Nicaragua (Tesis de pregrado), Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01c268.pdf>
- Carlson, P.S. (1990). Biología de la productividad del cultivo. México D.F: A.G.T. Editor S.A
- Comisión Coordinadora para la Recuperación de la Cuenca del Rio Lerma (CCRECRL). (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>
- Conrado Ronaldo, Q. Medina. (2015), *Evaluación de la macro fauna 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*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Recuperado de: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4022/1/230060.pdf>
- Coronado, R & Márquez, A. (1991). *Introducción a la entomología. Morfología y taxonomía de los insectos*. Limusa. México
- Coto A, D. (1998). *Estados inmaduros de insectos de los órdenes coleóptera, díptera y lepidóptera*. Manual de reconocimiento. Turrialba. Costa Rica.
- Dajoz, R. (2001). *Entomología Forestal: Los insectos y el bosque*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Domínguez, J., Aíra, M., & Gómez, M. (2009). *El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes*. Vigo, España.
- Domínguez García, F. (1989). *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas*. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa.
- Figuroa, A. & Urbina, B. (2010). *Caracterización de la vegetación y de la fauna silvestre con fines eco turísticos, de seis fincas cafetaleras en la comunidad del bramadero, Condega, Estelí. Manuscrito*.
- Giuffré, L. (2008). *Agrosistemas: Impacto ambiental y sustentabilidad*. Buenos Aires, Argentina. Facultad de Agronomía.

- Giraldo Betancur, P.C. (2009). *Aplicación del modelo de sistemas de producción y medios de vida a un caso rural del departamento de Risaralda*. Risaralda, Colombia. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n28/n28a07.pdf>
- Gliessman, S.R. (2002). *Agroecología* (procesos ecológicos en agricultura sostenible). Turrialba, Costa Rica: LITOCAT.
- Gómez Anaya, J.A. (2008). Ecología de los ensamblajes de larvas de odonatos (Insecta) y su uso potencial como indicadores de calidad ecológica en la sierra de Coalcomán, Michoacán, México.
- González, V. & Pomares, F. (2008). *La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos*. Catarroja (Valencia), España: SEAE.
- Halffter & Moreno (2004). El significado de las Diversidades Alfa, Beta, Gamma. Zaragoza, España. GORFI, S.A. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/60133279/significado-biologico-de-las-diversidades-alfa-beta-y-gamma>
- Halffter G., Soberón, J. Koleff, P. & Melic, A. (2004). Sobre Diversidad Biológica: [http://sea-entomologia.org/PDF/M3M4/019\\_040\\_02\\_Diversidad\\_Beta\\_Koleff.pdf](http://sea-entomologia.org/PDF/M3M4/019_040_02_Diversidad_Beta_Koleff.pdf)
- Hruska, A.J. & Gladstone, S.M. (1987). Los umbrales económicos y políticas económicas en las decisiones en el manejo de plagas en Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- Hernandez Blandón, J.R. & Ramirez Gutierrez, F.V. (2016). *Alternativas de diseños y manejos de la biodiversidad para la transición hacia la sostenibilidad en dos sistemas de producción agropecuarios en Managua, Nicaragua 2016*.
- INIFOM (Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal. 2009. Ficha municipal del Municipio de Condega, Estelí. Nicaragua. Recuperado de: [www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/ESTELI/condega.pdf](http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/ESTELI/condega.pdf)
- Iriondo, J.M (2000). *Taxonomía y conservación: dos aproximaciones a un mismo dilema*. Lisboa, España. Recuperado de : <file:///C:/Users/GENESIS%20GONZALEZ/Downloads/Dialnet-TaxonomiaYConservacionDosAproximacionesAUnMismoDil-2374362.pdf>
- Jost, L. 2006. *Entropy and diversity*. OIKOS 113: 363 – 375. Recuperado de: [http://www.ovgu.de/vwl3/02\\_people/03\\_research/documents/Paper-TrueDiversities.pdf](http://www.ovgu.de/vwl3/02_people/03_research/documents/Paper-TrueDiversities.pdf)
- Jiménez Martínez, E.; Sandino Díaz, V. (2009). Entomología. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 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. Recuperado de: <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/b13695.pdf>

- López Acevedo, J. E. Y Raudez Mairena, I.N. (2010). *Ecoturismo comunitario en diez fincas del Parque Ecológico Municipal Canta Gallo, Condega – Estelí*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional Agraria. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/1136/1/tnp011864.pdf>
- Lorenzo, V.D. (2011). *La agricultura de conservación*. Algunas consideraciones sobre la problemática de su implementación en la región del caribe. Santiago de Cuba, Cuba. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1813/181324323001.pdf>
- Maes, J.M (1998). *Insectos de Nicaragua*. (Volumen 1). León, Nicaragua: PRINT.
- Martínez Sánchez, J.C. et al., (2001). *Biodiversidad zoológica de Nicaragua*. MARENA/PNUD.
- McGavin G.C. (2000). *Manual de identificación. Insectos. Arañas y otros Artrópodos terrestres*. Barcelona. Universidad de Cambridge. Ed. Omega, S.A.
- Mendoza Hernández, F; Gómez Sousa, J. (2006). *Entomología General*. Pueblo y educación.
- Metcalf, C.L. (1991). *Insectos destructivos e insectos útiles*. México: McGRAW HILL BOOK. INC.
- Moreno, C.E (2013). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: CYTED. Recuperado de: <http://www.florgarcia.com/wp-content/uploads/2013/09/m%C3%A9todos-de-evaluaci%C3%B3n-de-biodiversidad.pdf>
- Moreno, L.J. (s.f). *Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables*. California, U.S.A. Recuperado de: [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1994\\_06-07.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_06-07.pdf)
- Mendoza Arauz, E.V & González Carrasco, R.A. (2016). *Alternativas de diseños y manejos de la biodiversidad para la transición hacia la sostenibilidad de dos fincas de tisma-masaya, 2016*.
- Munguía Hernández, R. et al. (2011). *Arboles de sombra e intensidad del cultivo afectan el rendimiento de café (coffea arabica l.) y la valoración ecológica en Masatepe, Nicaragua*. Recuperado de: <http://www.revistasnicaragua.net.ni/index.php/CALERA/article/view/205/204>.
- Orellana Lara, J. (2009). *Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del valle de Sacta*. Cochabamba-Bolivia. Recuperado de: <http://www.posgradosfor.umss.edu.bo/boletin/umss/05%20PASANTIAS/6%20pasantia.pdf>
- Pérez Contreras, (1999). *La especialización de los insectos fitófagos: una regla más que una excepción*. Granada, España: S:E:A. Recuperado de: <http://www.eeza.csic.es/Documentos/Publicaciones/Bol%20SEA%201999.pdf>

- Paredes *et al.* (2010). Medición de la Biodiversidad Alfa de Insectos en el Bosque “Cruz del Hueso” de Bucay, Guayas-Ecuador. Recuperado de: <http://www.cibe.espol.edu.ec/sites/cibe.espol.edu.ec/files/documents/CONGRESO%20PIURA%20Jorge%20Paredes.pdf>.
- Rodríguez González, H.R. (2014). *Evaluación agronómica con enfoque agroecológico en un sistema diversificado de guayaba (Psidium guajava L.), nopal (Opuntia ficus L.), piña (Ananas comosus L.) y papaya (Carica papaya L.) utilizando vermicompost, Managua, Nicaragua, 2009-2011.* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/2206/1/tnf04r696a.pdf>
- Renyi, A. (1991). On measures of Entropy and information. In: Neyman, J. (ed). Proceedings of the 4 th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, vol. 1, pp. 547-561. University of California Press, Berkeley, C.A
- Sáenz, M. R. (1990). *Entomología Sistemática*. Managua: UCA.
- Sarandón, S.J & Flores, C.C (2014). *Agroecología*. Bases teóricas para el diseño y manejo de agro sistemas sustentables. Buenos aires, Argentina: EDULP.
- Salas, J. (2002). *Biogeografía de Nicaragua*. 1ª ed. Managua, Nicaragua. Impresión comercial La Prensa.
- Tarride, M. (1995). *Complejidad y sistemas complejos*. Manguinbos, Brasil. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v2n1/a04v2n1.pdf>
- Vásquez, L. (2013). *Diseño y manejo agroecológico del sistema de producción: enfoque holístico para suprimir poblaciones de organismos nocivos*. Conferencia en el doctorado en agroecología, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/2676/1/ppe14s161.pdf>
- Vázquez L, L. (2014). *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, Cuba.
- Vázquez *et al.* (2011). *Diagnóstico participativo de la biodiversidad en fincas en transición agroecológica*. Morelos, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/2091/209143451003.pdf>
- Zerbino Bardier, M.S (2005). *evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macro fauna del suelo en diferentes sistemas de producción*. (Tesis de maestría). Universidad de la república, Monte Video, Uruguay. Recuperado de: [http://ambiente.fcien.edu.uy/tesis/Tesis\\_Stella\\_Zerbino.pdf](http://ambiente.fcien.edu.uy/tesis/Tesis_Stella_Zerbino.pdf).

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Rangos de Disimilitud en el índice de Bray-Curtis para diversidad beta.

Disimilitud	Rangos
Alta	0 – 0.33
Media	0.33 – 0.66
Baja	0.66 – 1

### Anexo 2. Indicadores y escalas para evaluar el índice de los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr).

Indicadores	Complejidad
Tipos de rubros productivos(Pr1)	1: ha integrado 1- 2 tipos de rubros productivos; 2: ha integrado tres tipos de rubros productivos; 3: ha integrado más de tres rubros productivos; 4: ha integrado más de tres tipos de rubros productivos vegetales y animales.
Diversidad de especies de cultivos herbáceos y arbustico(Pr2)	1: 1-3 cultivos; 2: 3-6 cultivos; 3: 7-10 cultivos ;4: más de 10 cultivos
Aprovechamientos de los ecosistemas de cultivos temporales (Pr3)	1: menos del 25% de la superficie con 2-3 siembras; 2: 25-50% de la superficie con 2-3 siembras; 3: más de 50% de la superficie con dos siembras; 4:más del 50% de la superficie con tres siembras
Superficies con diseños de policultivos(Pr4)	1: menos 26%; 2: 26-50%; 3: 51-75%; 4: más del 75%
Complejidad en los diseños de policultivos(Pr5)	1: dos especies asociadas o intercaladas; 2: tres especies asociadas o intercaladas; 3: cuatro especies asociadas o intercaladas; 4: más de cuatro especies asociadas o intercaladas
Diversidad de especies en sistemas de cultivos arbóreos(Pr6)	1: una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies
Superficies con diseños agroforestales (Pr7)	1:menos 26%; 2:26-50%;3: 51-75%; 4:más del 75%
Complejidad de los diseños agroforestales (Pr8)	1:dos especies integradas; 2:tres especies integradas; 3: cuatro especies integradas; 4: más de cuatro especies integradas
Diversidad de animales en sistema de crianza(Pr 9)	1: 2-1 especies; 2: 3-4 especies; 3: 5-6 especies; 4: más de 6 especies
Superficies con diseños silvopastoriles (Pr10)	1:menos 26%; 2: 26-50%; 3:51-75%; 4: más del 75%
Complejidad vegetal de diseños silvopastoriles (Pr11)	1: dos especies integradas; 2: tres especies integradas; 3: cuatro especies integradas; 4: más de cuatro especies integradas

Complejidad de sistema con diseños mixto (Pr12)	1: integran en la misma superficie diversidad de especies de 1-2 rubros productivos; 2: integran en la misma superficie diversidad de especies de 3-4 rubros productivos ;3: integran diversidad de especies de 5-6 rubros productivos; 4: integran diversidad de especies de más de seis rubros productivos
Superficie de sistemas de cultivos complejos (Pr13). (Pr4 +Pr7+ Pr10+Pr12).	1: menos 26%; 2: 26-50%; 3: 51-75%; 4:más de 75%
Procedencia del material de siembra (Pr14)	1: 100% nacional; 2: 50-50%(nacional-provincia); 3: más de 50-70 % forma productiva propia; 4: más de 70% propia.
Orígenes de variedades(Pr15)	1: 100% importado; 2: entre 40-60% nacional-importado; 3:mas 60% obtenido en la forma productiva y propia; 4: mas 70%(incluye autóctonas)
Procedencia de pie de crías de animales (Pr16)	1: 100%nacional; 2: 50-50(nacional-provincia); 3: más 50-70%forma productiva; 4: más de 70% propia.
Origen de razas (Pr17)	1: 100%importado; 2: entre 40-60% nacional-importado; 3: más de 60%obtenido en la forma productiva y propia; 4: más de 70% propia (incluye autóctonas)
Autosuficiencia en alimento para animales de raza (Pr18)	1: genera hasta el 25%; 2: genera hasta el 50%; 3: genera hasta el 75%; 4: genera más del 75%.

### **Anexo 3. Indicadores y escalas para evaluar el componente del manejo y conservación del suelo (MCS).**

<b>Indicadores</b>	<b>Complejidad</b>
Sistema de rotación de cultivo (S1).	1: rota, pero sin estar planificado o diseñado; 2: tiene un sistema de rotación concebido según demanda del suelo (propiedades); 3: el sistema de rotación planificado considera además de 2, la reducción de incidencia arvenses; 4: el sistema de rotación es holístico; es decir, considera diferentes propósitos (suelos, arvenses, plagas, enfermedades).
Superficie en rotación de cultivo (S2)	1: rota, hasta el 25%de los campos de cultivos temporales y anuales; 2: rota entre 26-50%; 3: rota entre 51-75%; 4: rota más de 75
Diversidad de fuente de biomasa orgánica (S3).	1: cuando incorpora un tipo de fuente de materia orgánica; 2: cuando incorpora dos tipos; 3: cuando incorpora tres tipos; 4: cuando incorpora más de tres tipos.
Superficie con incorporación de biomasa orgánica (S4)	1: menos del 25%; 2:entre el 26 y 50%; 3:entre 50-75%; 4:más de 75%
Superficie de siembra con laboreo mínimo o sin laboreo (S5)	1: menos del 20%, 2: entre el 20-30%; 3: entre el 30- 50%; 4: más del 50%.
Superficies con prácticas anti erosivas (S6)	1: menos del 25% superficie sistema; 2: entre el 26 y 50% superficie sistema; 3: entre el 50-75% superficie sistema; 4: más del 75%superficie sistema.
Conservación en la preparación del	1: utiliza los implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otros que no invierten el prisma) en

suelo (S7) 25%; 2: utiliza los implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otro que no invierten el prisma); 3: utiliza con implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otros que no invierten el prisma) en más 50%; 4: solamente utiliza implementos de conservación de suelo.

#### **Anexo 4. Indicadores y escalas para evaluar el componente del manejo y conservación del agua (MCA).**

<b>Indicadores</b>	<b>Complejidad</b>
Superficie bajo sistema de riego (A1)	1: menos 25% de la superficie; 2: 26-50% de la superficie; 3:51-75% de la superficie; 4: más del 75% de la superficie.
Sistema de riego (A2)	1:gravedad o aniego;2: aspersores; 3:microaspersores; 4:goteo(localizado)
Sistema de abasto de agua para uso agrícola (A3).	1: acueducto; 2: pozo; 3: natural; 4: colecta de lluvia.
Manejo de drenaje (A4).	1: menos 25%de la superficie; 2: 26-50%de la superficie; 3:51-75% de la superficie; 4: más del 75% de la superficie.
Sistema de drenaje (A5).	1: creado naturalmente; 2: elaborado según observación de agua; 3: elaborados según curvas de nivel; 4: elaborado según (2)+ (3).
$MCA = \frac{\sum [A1 + A2 + 2A3 + 2A4 + A5]}{7}$	

## Anexo 5. Indicadores y escalas para evaluar el componente del manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr).

Indicadores	Complejidad
Decisiones de intervenciones de rubros productivos vegetales(I1)	1: cuando realiza igual o mayor número de intervenciones (en cuanto a ciclo anterior o modelo técnico distinto); 2: cuando se han reducido entre un 20-40% el número de intervenciones; 3: cuando se han reducido entre un 41- 60; 4: cuando se ha reducido más de un 60%.
Integración de intervenciones biológicas en rubros productivos vegetales (I2).	1: menos del 20% de insumos biológicos; 2: 21-40% de insumos biológicos; 3:41-60% biológicos; 4: más de 60% de insumos biológicos
Decisiones de intervenciones en rubros productivos animales( I3)	1: cuando realiza igual o mayor número de intervenciones; 2: cuando se han reducido entre un 20-40%; 3: cuando se han reducido entre un 41-60%; 4: más de 60% de insumos biológicos.
Integración de intervenciones biológicas de rubros productivos animales (I4)	1: menos del 20% de insumos biológicos; 2: 21-40% de insumos biológicos; 3:41-60%biológicos; 4: más del 60%de insumos biológicos.
Niveles de generación de insumos biológicos (I5)	1:genera hasta el 25% de los insumos utilizados; 2: genera hasta el 50%; 3:genera hasta el 75%; 4:genera más del 75%
$MIRP = \frac{I1 + 2I2 + I3 + 2I4 + I5}{7}$	

## Anexo 6. Indicadores y escalas para evaluar el componente de los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu).

Indicadores	Complejidad
Superficies con barreras vivas laterales (Au1)	1:menos 25% campo; 2:26-50% campo; 3: 51-75%campo; 4:más de 75% campo
Como barreras de protección, pueden ser perimetrales	
Diversidad de especies en barreras vivas laterales (Au2)	1: una especie; 2:dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies
Superficies con barreras vivas intercaladas (Au3)	1:menos 25% campo; 2:26-50% campo; 3: 51- 75% campo; 4: más de 75% campo
Puede ser las que se usan en cultivos de callejones o lfranjas	
Diversidad de especies en barreras/cercas vivas	1: una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies

intercaladas(Au4)

Corredores ecológicos internos (Au5)	1: existen, pero sin considerar sus funciones; 2: se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; 3: se incrementa según diseño; 4: (2) o (3)+ se conecta con barreras vivas y cerca viva perimetral.
Diversidad de especies en corredores ecológicos internos (Au6)	1: una especie predominante (mayor 30%); 2: dos especies predominantes; 3: tres especies predominantes; 4: más de tres especies predominantes.
Diversidad estructural de los corredores ecológicos internos (Au7)	1: 1-2 especies arbóreas integradas; 2(1)+ 1-2 especies arbustivas; 3: (1)+(2)+ 1-2 especies herbáceas; 4: más de tres especies arbustivas o arbóreas
Manejo de ambientes seminaturales (Au8)	1: existe, pero sin considerar sus funcione; 2: se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; 3: se incrementan; 4: se mejoran sus funciones integrando plantas necesarias.
Diversidad estructural de los ambientes seminaturales (Au9)	1: predominan 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1)+predominan 1-2 especies arbustivas; 3: (1)+ (2)+ predominan 1-2 especies herbáceas; 4: predominan más de cinco especies arbustivas o arbóreas.
Manejos de arboledas (Au10)	1: existe, pero sin considerar sus funciones; 2: se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; 3: se incrementa; 4: se mejora sus funciones integrando plantas necesaria.
Diversidad estructural de las arboledas (Au11)	1: predominan 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1)+predominan 1-2 especies arbustivas; 3: (1) + (2)+ predominan 1-2especies herbáceas; 4: predominan más de cinco especies arbusticos o arbóreas.
Manejo de cerca perimetral (Au12)	1: menos 25% de la periferia; 2: 26-50%; 3: 51-75%; 4: más 75%.
Diversidad estructural de la cerca viva perimetral (Au13)	1: 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1)+ 1-2 especies arbustivas; 3: (1) + (2) + 1-2 especies herbáceas; 4: más de tres especies arbustivas o arbóreas.
Tolerancia de arvenses (Au14)	1: solo en la etapa final del cultivo; 2: desde que pasa el periodo crítico del cultivo; 3: según grado de incidencia; 4: durante todo el cultivo, de acuerdo a la incidencia de especies más competitivas.
Diversidad de animales para labores (Au15)	1: una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies.

---

## **Anexo 7. Indicadores para evaluar el componente del estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs).**

<b>Indicadores</b>	<b>Complejidad</b>
Incidencia de arvenses (As1)	1: más de 75% grado de enmalezamiento; 2: entre 51 y 75% grado de enmalezamiento; 3: entre 26- 50% grado de enmalezamiento; 4: menos de 25% grado de enmalezamiento.
Diversidad de arvenses (As2)	1: se observan tres especies; 2: se observan 3-7 especies; 3: se observan 8-11 especies; 4: se observan más de 11 especies.
Incidenias de nematodos de las agallas (As3)	1: más del 75% plantas afectadas; 2: entre 51-75%; 3: entre 26-50%; 4: menos 25%.
Incidencia de organismos nocivo en cultivos (As4)	1: más del 75% superficies afectadas; 2: entre 51-75%; 3: entre 26-50%; 4: menos 25%.
Diversidad de organismo nocivos fitófagos (As5)	1: se observa una especie; 2: se observa dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.
Diversidad de organismos nocivos Fito patógenos (As6)	1: se observa una especie; 2: se observa dos especies; 3; se observa tres especies; 4: se observa más de tres especies.
Incidenias de organismos nocivos en los animales de cría (As7)	1: más de 75% individuos afectados; 2: entre 51-75%; 3: entre 26-50%; 4: menos 25%.
Diversidad de parásitos en animales de cría( As8)	1: se observa una especie; 2: se observan dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.
Diversidad de enfermedades de animales de cría(As9)	1: se observan una enfermedad; 2: se observan dos enfermedades; 3: se observan tres enfermedades; 4: se observan más de tres enfermedades.
Diversidad de polinizadores(As10)	1: se observa una especie; 2: se observan dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies
Diversidad de grupos de reguladores naturales(As11)	1: se observa uno o dos grupo; 2: se observa dos a tres; 3: se observa de uno a cinco; 4: se observa más de cinco.
Población de reguladores naturales (As12).	1: se observa de 1-5 individuos; 2: más de 5 individuos; 3: más de 10 individuos; 3: inmediatamente se observan altas poblaciones.
Diversidad de macro fauna del suelo (As13).	1:0,1-2,0 especies; 2: 2,1-3,0 especies; 3:3, 1-4,4 especies; 4: más de 5,0 especies.
Población de macro fauna del suelo (As14).	1: 1-5 individuos/m <sup>2</sup> ; 2:5-9 individuos/m <sup>2</sup> ; 3: más de 10 individuo/m <sup>2</sup> ; 4:(2) o (3) individuos/m <sup>2</sup> inmediatamente.