



"Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en SAN de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica"
DCI-FOOD/2013/317-971



EVALUACIÓN AGROECOLÓGICA

DE DOS AGROECOSISTEMAS CON CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN SAN RAMÓN Y DOS EN CONDEGA, NICARAGUA





"Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en SAN de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica"
DCI-FOOD/2013/317-971



EVALUACIÓN AGROECOLÓGICA

DE DOS AGROECOSISTEMAS CON CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN SAN RAMÓN Y DOS EN CONDEGA, NICARAGUA



"Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en SAN de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica"
DCI-FOOD/2013/317-971

EVALUACIÓN AGROECOLÓGICA

DE DOS AGROECOSISTEMAS CON CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN SAN RAMÓN Y DOS EN CONDEGA, NICARAGUA

Dennis José Salazar Centeno
Leonardo José García Centeno
Hugo René Rodríguez González
Claudio Arsenio Calero
Manuel Antonio Morales Navarro
Luis Orlando Valverde Luna

1. Café, 2. Sistemas agrarios, 3. Agroecología, 4. Índice de biodiversidad, 5. Índice de sostenibilidad

Managua, Nicaragua, 2017
www.una.edu.ni
www.unag.org.ni

© Todos los derechos reservados
2017

Se permite menciones de la obra siempre y cuando se cite la fuente.

Diagramación: Grupo SEVEN / Kevin Alexander Muñoz Mejia
Impreso en: Grupo SEVEN Nicaragua - grupoxima@me.com

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	9
II.	OBJETIVOS	10
2.1	General	10
2.2	Específicos	10
III.	METODOLOGÍA	11
3.1	Localización de las fincas y período de estudio	11
3.2	Enfoque de la investigación y diseño metodológico	12
3.3	Análisis de datos	19
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1	Diagnóstico de los diseños y manejos de la biodiversidad de los agroecosistemas	20
4.1.1	Diseños y manejos de la biodiversidad productiva	20
4.1.2	Manejo y conservación del suelo	22
4.1.3	Manejo y conservación del agua	24
4.1.4	Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos	26
4.1.5	Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar	27
4.1.6	Estado de los elementos de la biodiversidad asociada	29
4.1.7	Coeficiente de manejo de la biodiversidad	31
4.2	Balance aparente de nutrientes y caracterización de propiedades físicas y químicas del suelo	33
4.2.1	Balance aparente de nutrientes	34
4.2.2	Evaluación de parámetros físicos y químicos de suelo	41
4.3	Macrofauna del suelo y su funcionalidad	45
4.3.1	Caracterización de la diversidad alfa de la macrofauna del suelo	46
4.3.2	Diversidad beta de la macrofauna edáfica	48
4.3.3	Funcionalidad de la macrofauna edáfica	51
4.4	Caracterización de la flora arbórea y su funcionabilidad	59
4.4.1	Composición taxonómica de la flora arbórea e índice de diversidad alfa y beta	59
4.4.2	Funcionalidad de las familias taxonómicas del componente arbóreo	63
4.4.3	Características dasométricas y silviculturales de la flora arbórea	65
4.5	Grado de sostenibilidad de los agroecosistemas	67
4.5.1	Índice de sostenibilidad general de los agroecosistemas	67
4.5.2	Índice de sostenibilidad de los componentes en cada dimensión	68
4.5.3	Índice de sostenibilidad de los indicadores por componentes	70
V.	REFLEXIONES	78
VI.	AGRADECIMIENTOS	82
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
VIII.	ANEXOS	88



PRESENTACIÓN

A los suscritos se les ha otorgado el honor de hacer la presentación de la publicación de la *“Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (Coffea arabica L.) en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua”*, que es parte de una serie de divulgaciones producto de una ardua, tesonera y atinada faena de un grupo de investigación interdisciplinario y transdisciplinario.

Adicionalmente, se destaca que la preparación de la presente publicación exclusiva de la evaluación de agroecosistemas con enfoque agroecológico, también, es gracias al trabajo colaborativo, cooperativo y participativo entre la Universidad Nacional Agraria (UNA) de Nicaragua, el Movimiento de Productores(as) Agroecológicos y Orgánicos de Nicaragua (MAONIC), la Asociación de Técnicos para la Solidaridad y Cooperación Internacional (RE.TE), la Università degli Studi di Torino (UNITO) de Italia, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en SAN de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y/o orgánica (DCI-FOOD/2013/317-971)”, que fue financiado por la Unión Europea y ejecutado por la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG) de Nicaragua a través del Programa de Campesino a Campesino (PCaC). El propósito del proyecto consistió en el mejoramiento de la participación de organizaciones de pequeños productores en los procesos de gobernanza de la seguridad alimentaria y nutricional en Nicaragua, Honduras y El Salvador, cuyo primer resultado radicó en “validados científicamente y difundidos entre los productores, modelos tecnológicos en agroecología para sustentar el trabajo de incidencia”.

Para lograr lo anterior, el proyecto se planteó desarrollar la actividad “Evaluación agroecológica considerando indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales” y como primera fase se elaboró una propuesta de protocolo para conducir las investigaciones en los tres países involucrados, consensuada en un taller regional desarrollado en nuestro país. Esta propuesta fue elaborada por académicos de la UNA, miembros de MAONIC y del PCaC.

En una segunda fase se conformó un magno equipo de investigación en el que participaron cuatro académicos de la UNA, treinta estudiantes de grado, siete de maestría y un doctorando de esta institución de educación superior. Posteriormente, se integró a este equipo de investigación dos catedráticos y 16 estudiantes de grado de la Universidad de la Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua (URACCAN). También, en el marco de esta etapa se integraron dos catedráticos y tres estudiantes de la Università degli Studi di Torino (UNITO), Italia, quienes en conjunto con funcionarios de la UNA, MAONIC, PCaC y RE.TE desarrollaron la Herramienta para Evaluar la Sostenibilidad de Fincas (HESOFI), la que fue validada en tres fincas de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua; y que posteriormente, esta herramienta se aplicó a los agroecosistemas evaluados, cuyo propósito consistió en determinar el grado de sostenibilidad.

La tercera y última fase consistió en la primera devolución de los resultados a los protagonistas y miembros de MAONIC en un foro regional realizado en Nicaragua, el 27 y 28 de junio del 2017, culminando con una riquísima reflexión para afinar e implementar el paradigma agroecológico en nuestro país, que se expone en el acápite final de la presente publicación.

Francisco Telémaco Talavera Siles
Rector - UNA

Álvaro Fiallos Oyanguren
Presidente - UNAG

I. INTRODUCCIÓN

Un gran número de agricultores, por diversos motivos, han diversificado sus fincas, para ofertar diferentes bienes y en algunos casos servicios a sus comunidades y a la sociedad en general. Desde esa perspectiva, hay agricultores que diversifican su finca motivados por la aplicación de principios agroecológicos a través de la implementación de prácticas agroecológicas y la gerencia, en su finca, de diferentes niveles de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad. Otro grupo de productores son motivados por principios meramente económicos. Estos últimos, aplican prácticas propias de la revolución verde o hacen una combinación de éstas con prácticas agroecológicas.

En Nicaragua, muchas fincas de café (*Coffea arabica* L.) se han diversificado y este rubro es cultivado como un sistema agroforestal y goza de mucha importancia desde el punto de vista económico, social y ambiental. Actualmente existen 44,519 productores y genera más de 332,000 empleos directos e indirectos. Sostiene económicamente al 15% de la población nacional y el 54% en el sector agropecuario. Es uno de los principales generadores de divisas. En el 2015 fue de \$395.73 millones, (15.6 % del total de exportaciones).

Como se explicó anteriormente, los agroecosistemas cafetaleros son muy diversos y algunos de ellos están certificados (Orgánico, comercio justo, sostenible, amigables con los pájaros, etc.), pero la gran mayoría de ellos no gozan de una certificación por ser muy costosa y no está al alcance de los pequeños productores, que son la mayoría. No obstante, un gran número de agricultores cafetaleros están implementando prácticas agroecológicas en sus fincas, pero no hay información científica que constata las bondades y aportes de estas prácticas desde un punto de vista sistémico (cultivos, crianza de animales, suelo, flora, etc.) y holístico (agroambiental, social y económico). Para tal propósito, el proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional (SAN) de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica (DCI-FOOD/2013/317-971)”, financiado por la Comunidad Europea, y coordinado por el Programa de Campesino a Campesino de la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (PCaC-UNAG), tiene claramente como resultado número uno que el modelo tecnológico con enfoque agroecológico evaluado científicamente sea difundido entre los productores para sustentar el trabajo de incidencia.

La presente publicación contribuye al logro de ese resultado, para lo cual se seleccionaron dos fincas en San Ramón, Matagalpa y otras dos en Condega, Estelí. Estas fincas tienen en común el cultivo del café bajo un sistema agroforestal, en las cuales se desarrolló una serie de investigaciones en la que participó estudiantes de grado y posgrado de la Universidad Nacional Agraria (UNA), cuyo propósito consiste en una evaluación agroecológica considerando indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- ◆ Evaluar agroecológicamente dos sistemas de producción con café en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua, considerando indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales.

2.2. Específicos

- ◆ Diagnosticar el grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en dos agroecosistemas con café en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua.
- ◆ Cuantificar los flujos de nutrientes (entradas y salidas) a través de un balance aparente de nutrientes (N, P, K) en dos agroecosistemas con café en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua.
- ◆ Determinar las características físicas y químicas del suelo en dos agroecosistemas con café en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua.
- ◆ Identificar taxonómicamente los organismos de macrofauna edáfica y su funcionalidad en dos agroecosistemas con café en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua.
- ◆ Identificar la flora arbórea y su funcionalidad en dos agroecosistemas con café en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua.
- ◆ Determinar la estructura dasométrica y las características silviculturales de la flora arbórea en dos agroecosistemas con café en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua.
- ◆ Cuantificar el grado de sostenibilidad de en dos agroecosistemas con café en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua.

III. METODOLOGÍA

3.1 Localización de las fincas y período de estudio

La evaluación agroecológica de los cuatro agroecosistemas con café considerando indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales, en San Ramón, Matagalpa y Condega, Estelí, se llevó a cabo en los años 2015 y 2016. En la tabla 1 se expresa la comunidad, nombre y área de la finca, la localización y características climáticas y edáficas.

Tabla 1. Localidad, nombre y área de la finca, localización y características climáticas y edáficas

Características	Matagalpa, San Ramón		Estelí, Condega	
Comunidad	La Grecia		Los Alpes, El Bramadero	
Nombre del productor	* Vicente Padilla	Francisco Padilla /Pastor Juan Altamirano Blandón	*Julio Cesar Muñoz Peralta	Sixto Doroteo Talavera Olivas
Nombre de la finca	La Espadilla	La Vecina / El Charquito	Linda Vista	El Milagro de Dios
Área de la finca en hectárea	3.5	2.3/3.99	39.2	5.6
Coordenadas	12° 97’ 95’’ latitud norte y 85° 79’ 95’’ longitud oeste		13°21’ latitud norte y 86°23’ longitud oeste	
Clima	Sabana tropical (AMUPNOR, 2010).		Zona seca (INIFOM, 2009)	
Altitud (msnm)	850	850	1200	1150
Precipitación (mm/año)	2000 a 2400		850 a 1000	
Temperatura promedio (°C)	24		20 y 22	
Tipo de suelo	Molisoles (195.61 km²) y alfisol (141.57 kms²), reservas considerables de minerales primarios (contando con un horizonte argílico (Bt) o rico en arcillas de carácter iluvial. Existe una buena proporción suelos ultisol (86.94 km) y en menor proporción suelos vertisoles con 9.44 km² (UNA y BM, 2013).		Franco- arcilloso a franco-arenoso. Las pendientes promedias son de 30% a 45% (López & Raudez, 2010).	
Vegetación	Dominancia de especies latifoliadas del bosque tropical húmedo, aunque también se presentan asociaciones de pinos que se entremezclan con el bosque latifoliado (AMUPNOR, 2010)		Bromelias, orquídeas; musgos, helechos,una variedad de palmeras de baja altura y diversidad de especies arbóreas (Figueroa y Urbina, 2010; Salas, 2002)	
Rubro común	Característica de estas fincas es que se cultiva el café			

*: Promotor agroecológico calificado y miembro de MAONIC

Estas fincas se subdividieron en lotes considerando pendiente, vegetación, cultivos anuales, cultivos perennes, ganado y pastos, lo que se expresa en la tabla 2.

Tabla 2. Lotes de las fincas a caracterizar agroecológicamente

Lote	San Ramón		Condega	
	La Espadilla	La Vecina/ El Charquito	Linda Vista	El Milagro de Dios
I	Café en producción + cítricos, cacao, aguacate y achiote)	Hortalizas (Pipián, chayote y chiltoma)/Café en producción	Bosque discetaneo	Granos básicos
II	Área de bosque	Café en desarrollo + banano patriota/ Café en desarrollo	Café en producción	Bosque de Pino
III	Granos básicos (maíz, frijol) + yuca, pipián y ayote	Café en producción + banano patriota/Cultivos anuales	Bosque de Liquidámbur	Café en crecimiento < 2 años
IV	Café en desarrollo + banano seda	Café en recepo/Pastos	Café en desarrollo de 3 años	Café en desarrollo de 3 años
V	Pasto de corte (Kingras, taiwan, caña dulce)	Área de bosque/	Café en crecimiento < 2 años	Café en producción

3.2 Enfoque de la investigación y diseño metodológico

El enfoque de la investigación para la evaluación agroecológica de los cuatro agroecosistemas con café considerando indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales es mixto (cualitativo y cuantitativo) y no experimental, cuyo diseño metodológico es descriptivo y correlacional del tipo transeccional para lo cual se aplicaron diferentes metodologías y herramientas.

El diagnóstico del grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad, en los cuatro agroecosistemas con café, se realizó mediante la metodología de Vázquez (2013a), que tiene seis componentes, 64 indicadores y un coeficiente de manejo de la biodiversidad (CMB), que categoriza a la finca en diferentes grados de complejidad de sus diseños y manejos de la biodiversidad (Tabla 3 y 4). El valor de cada indicador oscila en el intervalo cerrado de 0 a 4.

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

Tabla 3. Componentes, indicadores por componente y fórmula para calcular el componente y el Coeficiente de Manejo de la Biodiversidad (CMB)

Componentes	Indicadores	Fórmula	CMB
Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr)	18	$DMBPr = \Sigma (2Pr1 + Pr2 + 2Pr3 + Pr4 + Pr5 + Pr6 + Pr7 + Pr8 + Pr9 + Pr10 + Pr11 + 3Pr12 + Pr13 + Pr14 + Pr15 + Pr16 + Pr17 + 2Pr18) / 23$	Coeficiente de Manejo de la Biodiversidad (CMB)
Manejo y conservación del suelo (MCS)	7	$MCS = \Sigma (2S1 + S2 + S3 + 2S4 + S5 + S6 + S7) / 9$	
Manejo y conservación del agua (MCA)	5	$MCA = \Sigma (A1 + A2 + 2A3 + 2A4 + A5) / 7$	
Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)	5	$MISRPr = \Sigma (I1 + 2I2 + I3 + 2I4 + I5) / 7$	
Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)	15	$DMBAu = \Sigma (2Au1 + Au2 + 2Au3 + Au4 + 3Au5 + Au6 + Au7 + 2Au8 + Au9 + 2Au10 + Au11 + Au12 + Au13 + 2Au14 + Au15) / 22$	
Elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)	14	$EBAs = \Sigma [As1 + As2 + As3 + As4 + As5 + As6 + As7 + As8 + As9 + As10 + 2As11 + As12 + 2As13 + As14] / 16$	
		$CMB = \Sigma (DMBPr + MCS + MCA + MISRPr + DMBAu + EBAs) / 6$	
6	64		1

Tabla 4. Nivel de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en el agroecosistema

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

La determinación de las características físicas y químicas del suelo en los cuatro agroecosistemas con café, se realizó a través de los siguientes parámetros: **profundidad del suelo** (cm) a través de un barreno, **densidad aparente** (g.cm⁻³) mediante un cilindro de PVC, **porosidad** (%), **infiltración** (cm.h¹), **materia orgánica (MO)** a través del efecto de agua oxigenada y categorizarla según la tabla 5, **pH** mediante cinta y **textura** a través del tacto. Para que el productor pueda, en un futuro, evaluar su sistema, se utilizaron métodos de campo debidamente calibrados elaborado por García (2015). Adicionalmente, se recolectó una muestra de suelo por lote para determinar macro y micro elementos, pH, MO y textura del suelo en el laboratorio de suelo de la UNA.

Tabla 5. Categorización de la presencia de materia orgánica (MO) en el suelo

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

Los parámetros arriba descritos se categorizaron basados en la tabla 6. La densidad aparente se estimó para poder calcular la porosidad del suelo.

Tabla 6. Categorías de valoración de los parámetros evaluados (García, 2015)

Categoría	Parámetros del suelo					
	Profundidad (cm)	Porosidad total (%)	Materia orgánica	Infiltración (cm/h)	pH	Textura
1	< 25	> 70	Nula	< 1.95	< 5.2	Arcillosa
2	25 - 50	< 39	Baja	> 25	> 7.5	Arenosa
3	50 - 100	51 - 55	Media	13 - 25	5.3 - 5.9	Franco arenoso
4	100 - 150	56 - 69	Alta	2 - 6	6.6 - 7.4	Franco arcilloso
5	> 150	40 - 50	Muy Alta	6.1 - 12	6 - 6.5	Franco

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

La cuantificación de los flujos de nutrientes (entradas y salidas) a través de un balance aparente de nutrientes (N, P, K), en los cuatro agroecosistemas con café, se determinó considerando las entradas y salidas de nutrientes de cada agroecosistema (Tabla 7).

Tabla 7. Entradas y salidas de nutrientes que se tomaron en cuenta para obtener el balance aparente de nutrientes (N, P, y K)

Aportes o entradas de nutrientes (E)	Exportación o salidas de nutrientes (S)
Aporte de fertilizantes minerales (kg ha^{-1})	Cosecha del producto (kg ha^{-1}) Residuos de cosecha (kg ha^{-1})
Aporte de material orgánico (kg ha^{-1})	Pérdidas por quema (kg ha^{-1})
Balance aparente (N, P, y K) = Entradas (E) - Salidas (S)	

La identificación taxonómica de los organismos de la macrofauna edáfica y su funcionalidad, en los cuatro agroecosistemas con café, se realizó a través del método del Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF) propuesto por Anderson y Ingram (1993). Cada monolito tenía las siguientes dimensiones: 25 cm x 25 cm x 30 cm, el que se subdividió en tres estratos sucesivos (Hojarasca-10cm, 10-20cm, 20-30cm de profundidad). Este procedimiento se realizó en cinco puntos de muestreos por lote para un total de 25 muestras por finca, con distanciamiento de cinco metros entre monolitos, colocados en zigzag de forma aleatoria. Los especímenes fueron extraídos en el sitio del muestreo golpeando y quebrando los trozos de suelo y revisando la hojarasca. Seguidamente se extrajo la tierra de cada estrato, y se depositó en una bandeja por estratos 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, lote, número de muestra y profundidad); las lombrices fueron conservadas en formaldehído al 4% para evitar la supuración de la mucosa y el resto de la macrofauna en alcohol al 70% para la identificación.

Las muestras recolectadas se trasladaron al Laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional Agraria para su respectiva identificación. Se extrajeron los especímenes de los frascos con cuidado y se colocaron en papel toalla. Una vez secos se ubicaron sobre un vidrio reloj bajo el lente de un estereoscopio, donde se detallaron sus características morfológicas para ser clasificados taxonómicamente desde Phylum hasta familia. Para la identificación se utilizaron claves taxonómicas de diferentes literaturas como Andrews et al., (1989), Coronado (1991), Cabezas (1996), Coto (1998), Ayala y Monterroso (1998), McGavin (2000), Mendoza y Gómez (2006), Jiménez (2009) y Cabrera (2014). Posteriormente, una vez identificados los especímenes de la macro fauna edáfica, a nivel de familia, se procedió a determinar su rol funcional.

La identificación de la flora arbórea y su funcionalidad en los cuatro agroecosistemas con café se realizó, mediante inventarios forestales en el bosque latifoliado heterogéneo y en el bosque latifoliado con vegetación arbórea dispersa que consistieron en el establecimiento de parcelas de muestreo rectangulares, fajas y censos. El muestreo fue sistemático y se partió de un extremo (Punto de referencia), el cual sirvió de base para tomar una dirección azimutal (una dirección angular), tanto de la línea base, de las líneas de inventarios,

como de las parcelas.

En Condega, las dimensiones de las parcelas del muestreo sistemático en el bosque latifoliado heterogéneo de la finca Linda Vista fueron de 20 m de ancho por 50 m de largo, mientras que en la Finca El Milagro de Dios se ejecutó un censo.

Las franjas del muestreo sistemático en el bosque latifoliado con vegetación arbórea dispersa fueron de 2 m de ancho por longitud variable con 10 m de distancia entre cada franja. En el lote de granos básicos de la Finca El Milagro de Dios se efectuó un censo. En todos los inventarios forestales de reconocimiento se consideraron árboles de al menos con 10 cm de grosor o diámetro.

En Matagalpa, las franjas del muestreo sistemático en el bosque latifoliado con vegetación arbórea dispersa fueron de 2 m de ancho por longitud variable (15 a 23 m) con 10 m de distancia entre cada franja. En el lote con cultivos anuales de la Finca La Espadilla se efectuó un censo. Generalmente se cultivan granos básicos. En todos los inventarios forestales de reconocimiento se consideraron árboles de al menos con 10 cm de grosor o diámetro.

La determinación de la estructura dasométrica y de las características silviculturales de la flora arbórea en los cuatro agroecosistemas con café se realizó a través de las siguientes variables: **especie**, **diámetro** (cm) a la altura del pecho (DAP), medido a 1.30 m sobre el nivel del suelo (CATIE, 2002) determinada en metros; diámetro de copa expresado en metros (DC), que se obtiene realizando dos o más mediciones, siendo el DC equivalente al área de una circunferencia, definido por el promedio de mediciones; **altura de planta** expresada en metro (Ht), para la cual se utilizó la pistola de Blume Leeis, que a una distancia de 10 a 15 metros determina una medición del ápice a la base del árbol, **calidad de fuste** (CF), que se categorizó como: 1: fuste recto, 2: fuste inclinado con ángulo entre 1 y 45 grados, 3: fuste muy inclinado con ángulo mayor de 45 grados y 4: fuste completamente dañado; **incidencia de iluminación** (IL), para la cual se usaron las categorías de Hutchinson (1993): 1: iluminación vertical plena además de lateral (emergente), 2: iluminación vertical plena y parcial, 3: iluminación oblicua únicamente y 4: sin ninguna iluminación directa; **presencia de lianas** (L) con las categorías siguientes: 1: presencia de lianas y 2: ausencia de lianas; **estado fitosanitario** (F) con las siguientes categorías: 1: árbol sano y 2: árbol dañado; **estructura horizontal**: se describe como la distribución matemática que presentan las variables cualitativas medidas en el mismo plano principal, el diámetro de los árboles a la altura del pecho (DAP) y el área basal (Quirós, et al., 2001) y volumen de existencia que hace referencia al fuste limpio (desde el tocón o contrafuertes hasta la punta de la copa o la primera rama principal) medido con corteza (volumen con corteza, excluidas, por tanto, las ramas) a la altura del pecho (FAO, 1998).

La cuantificación del grado de sostenibilidad de los cuatro agroecosistemas con café se hizo por medio de La Herramienta de Evaluación de Sostenibilidad de Finca (HESOFI); elaborada por Bertinaria (2016) y Bertinaria et al (2016), que contiene indicadores parametrizados con puntaje, lo que permite una comparación numérica que pone en relación una o diferentes fincas en diferentes ambientes, y también las mismas fincas en tiempos diferentes.

HESOFI se compone de tres niveles de análisis. El primer nivel de análisis integra los criterios o dimensiones de la sostenibilidad (socio-político-cultural, económico y agro-ambiental) y permite tener

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

una visión del agroecosistema. El segundo nivel de análisis engloba los componentes de cada criterio de la sostenibilidad en un nivel intermedio, que permite una mejor diagnosis de la sostenibilidad de la finca. El tercer nivel está formado por los indicadores de cada componente que permiten evaluar la situación de campo (Tabla 8).

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

Cada criterio o dimensión de la sostenibilidad tiene el mismo peso en línea con el principio de sostenibilidad (100 puntos). Además, se utilizan diferentes aspectos interpretativos para cada criterio porque de esta manera la sostenibilidad está considerada en su complejidad.

La herramienta se puede adaptar a la evaluación de diferentes sistemas agroalimentarios, confrontándolos no solo a nivel de indicador, sino que también a nivel de componente y de criterio. En el caso de fincas agroecológicas, sistemas agrícolas diversificados, se requiere analizar la sostenibilidad a nivel de finca-sistema. En la tabla 8 se muestran los criterios, componentes y número de indicadores por componente y su valor teórico respectivo.

Tabla 8. Criterios o dimensiones, componentes, número de indicadores por componente y su valor teórico de HESOFI

Dimensiones	Componentes	Indicadores
Socio político-cultural (100)	Bienestar (100/4)	6 (25/6)
	Relaciones internas(100/4)	6 (25/6)
	Relaciones externas(100/4)	7 (25/7)
	Cultura y territorio (100/4)	5 (25/5)
	Sub Total	24
Económica (100)	Desarrollo (100/2)	5 (50/5)
	Eficiencia y dinamismo (100/2)	8 (50/8)
	Sub Total	13
Agro-ambiental (100)	Biodiversidad (100/6)	5 (16.7/5)
	Territorio(100/6)	2 (16.7/2)
	Suelo y agua(100/6)	7(16.7/7)
	Protección/defensa de cultivos (100/6)	6 (16.7/6)
	Energía(100/6)	2 (16.7/2)
	Crianza(100/6)	10 (16.7/10)
	Sub Total	32
Σ300	Total de Indicadores	69

El criterio o dimensión socio-político-cultural recopila la información sobre las dinámicas sociales del productor y su familia que están influenciadas por el sistema de la finca y su territorio. El componente bienestar incluye los datos que se refieren a la salud, a las condiciones de la vivienda, a la educación y a la alimentación. También se toma en cuenta las relaciones que tienen el productor y su familia: las relaciones internas a la finca analizan el grado de involucramiento de los jóvenes, la equidad de género, la toma de decisiones y la organización interna; las relaciones externas a la finca describen las relaciones con las instituciones, las empresas, las realidades colectivas sociales, como también las oportunidades formativas de los productores y la relación con los consumidores. En el componente cultura y territorio se subraya el ligamen con los saberes rurales y la historia de la comunidad, la identificación de la comida como aspecto que caracteriza un pueblo y condiciona las técnicas de producción, la propiedad de la tierra.

En el criterio o dimensión económica se recaba la información clave relacionada a la propensión del productor y su familia en invertir en el desarrollo de la finca con eficiencia y dinamismo. Esto permite un análisis también cuando faltan datos financieros numéricos y puede dar una visión sobre las condiciones económicas de las familias de los productores. De hecho, en el componente desarrollo, se registra por ejemplo la presencia de actividades turísticas, la diversificación de la producción, los ingresos generados para la venta. En el componente eficiencia y dinamismo, por otro lado, se incluyen, la tipología de la mano de obra, la diversificación de los mercados, si la finca es autosuficiente en los insumos o si tiene certificaciones de producto.

El criterio o dimensión agroambiental recaba la información clave de la producción y de las prácticas de manejo de la finca y condiciones en que se encuentra como también recopila la información relacionada al medio ambiente y al manejo de recursos naturales. El componente biodiversidad releva datos sobre el asocio, las variedades locales y el número de especies. El componente territorio se refiere a las prácticas de protección del territorio o a la presencia de ambientes de regeneración natural. Todas las prácticas que tratan los temas de la fertilización, las rotaciones o el uso eficiente del agua definen el componente suelo y agua, mientras que el componente defensa de los cultivos analiza el uso de los productos para las técnicas de defensa. El componente energía se refiere al uso de fuentes de energía renovables como al material y tipología del empaque. En el componente crianza se agregan todas las informaciones sobre las técnicas de manejo del animal, desde la alimentación a la reproducción, subrayando también la diversidad de las razas o la presencia del pastoreo.

Con esta herramienta metodológica se determinan tres niveles de índices. El primer nivel corresponde al agroecosistema. Este se determina haciendo la relación de la sumatoria de los valores reales de cada dimensión entre la suma de los valores máximos teóricos de cada dimensión ($300=100+100+100$) por cien. El segundo nivel corresponda a los componentes de cada dimensión, el cual se estima al dividir el valor real de cada componente entre el valor teórico de cada componente por cien. El último nivel corresponde a cada indicador, para lo cual se divide el valor real del indicador entre su valor teórico por cien. Basados en estos resultados se categoriza el nivel de sostenibilidad **como bueno** si el valor del índice oscila entre 80 y 89 %, **como muy bueno** si oscila entre 90 y 95 %, **excelente** entre 96 y 99 % y **óptimo** 100 %. Los índices de sostenibilidad con valores inferiores al 80 % no son considerados aceptables.

3.3 Análisis de datos

Los datos de la aplicación de la metodología de Vázquez (2013) y los de los parámetros físicos y químicos del suelo se presentan en gráficos radiales, elaborados a través del programa EXCEL. Las estimaciones de los balances aparente de nutrientes (N, P y K) se muestran en tablas.

La identificación taxonómica de la macrofauna edáfica y de la flora, así como su rol funcional se presentan en tablas de frecuencia. Con los datos de la identificación taxonómica de la macrofauna edáfica y de la flora (Taxón y abundancia) se calcularon los índices de **Renyi y Bray-Curtis**, los que se grafican en líneas y barras.

El índice de diversidad de Renyi o diversidad alfa depende de los valores de alfa, y se comporta de la manera siguiente: cuando alfa es igual a 0, el índice da el valor observado de **riqueza** del taxón; alfa es cercano a 1 el perfil se comporta como el índice de Shannon-Weaver (**Uniformidad**); alfa es igual a 2 se comporta como el índice de Simpson (**Dominancia**); para valores infinitos muy grande se comporta como el índice de Berger-Parker (**Equidad**). (Gómez, 2008)

Índice de distancia de Bray-Curtis o diversidad beta determina la distancia ecológica entre dos agroecosistemas (fincas) o dos sub sistemas dentro de una misma finca. Los valores de diversidad beta oscilan entre 0 y 1. Si el valor es cercano a 0 los sub sistemas o agroecosistemas son completamente diferentes en cuanto a su composición taxonómica. En la medida que el valor se acerca más a 1 los sub sistemas o agroecosistemas son más similares.

Posteriormente, 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 (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 $0.66 < \text{disimilitud baja} \leq 0.99$.

Finalmente, los resultados de HESOFI se presentan en gráficos de barras y radiales, elaborados a través del programa EXCEL.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diagnóstico de los diseños y manejos de la biodiversidad de los agroecosistemas

Hugo René Rodríguez González, Luis Henry González Merlo, Humberto José Herrera Moncada, Jin Enmanuel Vargas Urbina, Melvin Josué Laguna Ramírez, Gerardo López Montenegro y Ramón Isidro Medina Acuña

El Diagnóstico de los diseños y manejos de la biodiversidad de los agroecosistemas se realizó en dos fincas en Condega, Estelí (Linda Vista y El Milagros de Dios) y dos en San Ramón, Matagalpa (La Espadilla y El Charquito) mediante la metodología de Vázquez (2013a).

4.1.1. Diseños y manejos de la biodiversidad productiva

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

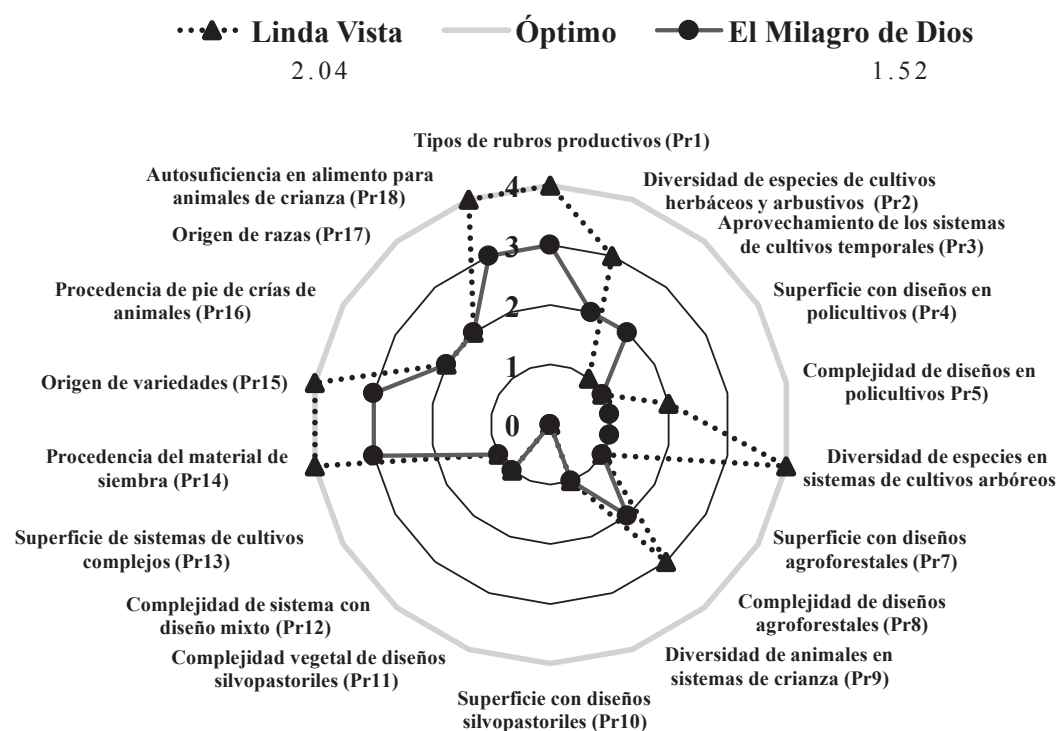


Figura 1. Diseño y manejo de la biodiversidad productiva (DMBPr), en dos agroecosistemas con café en Condega, Estelí, Nicaragua, 2017.

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

En la localidad de Condega, el valor del componente del diseño y manejo de la biodiversidad productiva (DMBPr), es superior en el agroecosistema Linda Vista (2.04); de los dieciocho indicadores (Figura 1), cinco de ellos alcanzan el valor óptimo (4), y tres indicadores tienen un valor 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.

El manejo de la biodiversidad en los sistemas productivos está cada vez más relacionado con la competitividad, 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).

En la finca El 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 (Figura 1). Los indicadores más débiles del componente de los diseños y manejos de la biodiversidad productiva, en este sistema, son complejidad en los diseños de policultivos, diversidad de especies en sistemas de cultivos arbóreos y superficies con diseños agroforestales, alcanzando un valor de uno. La superficie con diseños silvopastoriles es menor a 26% y la complejidad vegetal de diseños silvopastoriles integra dos especies. Este sistema se encuentra menos diversificado; se explotan cuatro rubros y un área de ocho hectáreas.

La finca Linda Vista cuenta con un área de 39.2 ha, en superficie cubierta por árboles, arbustos y sistemas en policultivos, lo que representa un mejor diseño y manejo de la biodiversidad productiva, en comparación a la finca El Milagro de Dios.

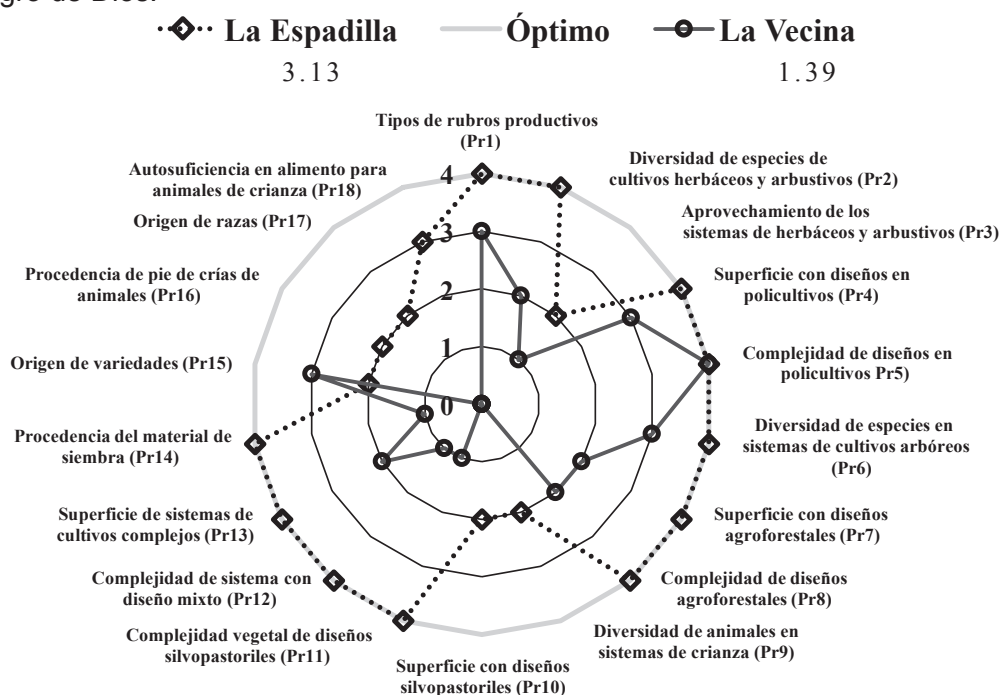


Figura 2. Diseños y manejos de la biodiversidad productiva (DMBPr) en dos agroecosistemas con café, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2017.

En Matagalpa, el agroecosistema La Espadilla presentó el mayor valor del componente de los diseños y manejos de la biodiversidad productiva con 3.13, en relación a la finca La Vecina que obtuvo 1.39 (Figura 2). En el agroecosistema La Espadilla de los 18 indicadores se cumple con 11 en su punto óptimo y el agroecosistema La Vecina presenta solo un indicador en su punto óptimo.

El agroecosistema La Espadilla presenta el mayor valor porque posee una alta integración y diversificación, se aprovechan las semillas criollas que se encuentran en su comunidad, especialmente de cultivos de café, musáceas, frijol y maíz, siembra una mayor superficie aprovechando los espacios disponibles. El agroecosistema La Vecina tiene diversificación muy baja incluyendo el cultivo principal que es el café, pero en ciertas ocasiones el productor realiza en la época seca siembra de cultivos como tomate y chiltoma manejados convencionalmente (Figura 2).

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

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

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 figura 3 muestra los indicadores del componente manejo y conservación del suelo (MCS) que los productores realizan en Condega.

El agroecosistema Linda Vista, donde el cultivo principal es el café, por su manejo presenta mejor conservación del suelo. 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 obtiene 0 como valor. Este sistema es destinado en

Legend:

- Linda Vista (Dotted line with triangle markers)
- Óptimo (Solid grey line)
- El Milagro de Dios (Solid black line with circle markers)

Indicador	Linda Vista	Óptimo	El Milagro de Dios
Sistemas de rotación de cultivo (S1)	0	4	1
Superficie en rotación de cultivos (S2)	0	3	1
Diversidad en fuentes de biomasa orgánica (S3)	0	2	1
Superficie con incorporación de biomasa orgánica (S4)	0	1	1
Superficie con laboreo mínimo o sin laboreo (S5)	0	1	1
Superficie con prácticas anti-erosivas (S6)	0	1	1
Conservación en la reparación de suelos (S7)	0	1	1

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.

El manejo y conservación del suelo influye sobre los nutrientes. 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.

El agroecosistema La Vecina obtuvo un 0.78 porque ninguno de los indicadores está en sus puntos óptimos; en este sistema el área de cultivos anuales es pequeña e implementa en ella sistemas de riego por goteo o aspersión, durante la época seca. No incorpora biomasa, pero si realiza un laboreo mínimo y prácticas anti erosivas.

Altieri y Nicholls (2013), afirma que el manejo de los cultivos de cobertura y los abonos verdes mejoran la cobertura del suelo protegiéndolo de la erosión, pero lo más importante, adicionan biomasa, la que a su vez contribuye a un mayor nivel de materia orgánica en el suelo.

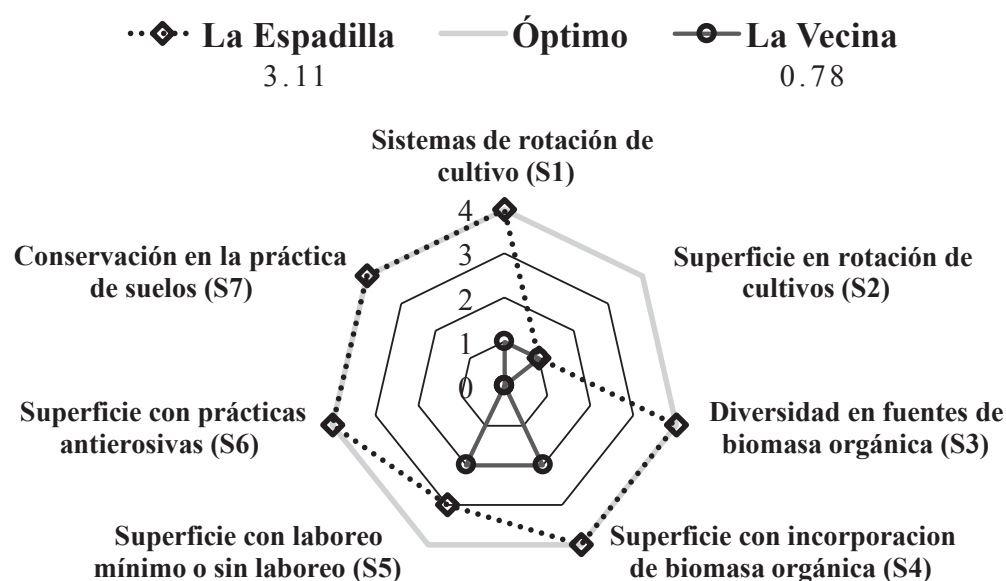


Figura 4. Manejo y conservación del suelo (MCS) en dos agroecosistemas con café, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2017.

4.1.3 Manejo y conservación del agua

La CCRECRL (2009) afirma que en el sector campesino se ha desarrollado una cultura de conservación y explotación sustentable de los recursos, pero también, 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.

La agricultura de conservación se basa en el concepto fundamental del manejo integrado del suelo, del 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).

La figura 5 muestra el manejo y conservación del agua (MCA) en ambos agroecosistemas con café, en Condega. Los productores no cuentan con superficies bajos sistemas de riego. En el sistema Linda Vista el productor realiza colectas de lluvia para uso agrícola alcanzando el valor óptimo (4) y el sistema de drenaje se realiza según las observaciones del productor en el lugar que colecta el agua, alcanzando un valor de dos.

El productor del agroecosistema El Milagro de Dios cuenta con una pequeña fuente de agua, utilizada para actividades agrícolas alcanzando tres como valor. El drenaje se realiza de forma natural, alcanzando uno

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

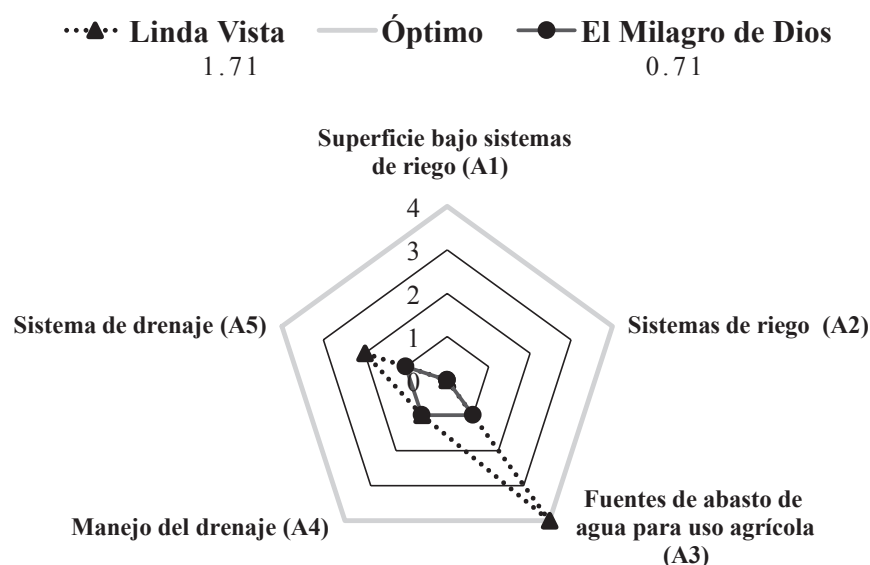


Figura 5. Manejo y conservación del agua (MCA) en dos agroecosistemas con café, Condega, Estelí, Nicaragua, 2017.

como valor. Ambos sistemas están débiles en el manejo y conservación del agua, el rubro principal es café y en Nicaragua generalmente, no hay diseño y manejo de sistemas de riego en cafetales.

En Matagalpa, ambas fincas utilizan sistemas de riego para aprovechar las épocas secas. La finca La Espadilla resultó con un valor de 2.14 debido a que también utiliza una fuente natural (ojo de agua) de abastecimiento de agua para uso agrícola. En la finca La Vecina se obtuvo un valor de 1.71 (Figura 6). Ambas fincas no aprovechan al máximo el recurso agua, aún no se logra un manejo que favorezca su conservación y aprovechamiento.

La evaluación de las prácticas de conservación y manejo del agua requiere de indicadores más detallados, sea mediante estudios específicos o sistematizando experiencias de campesinos u otros agricultores, ya que ésta tiene múltiples efectos sobre la biodiversidad en el sistema de producción.

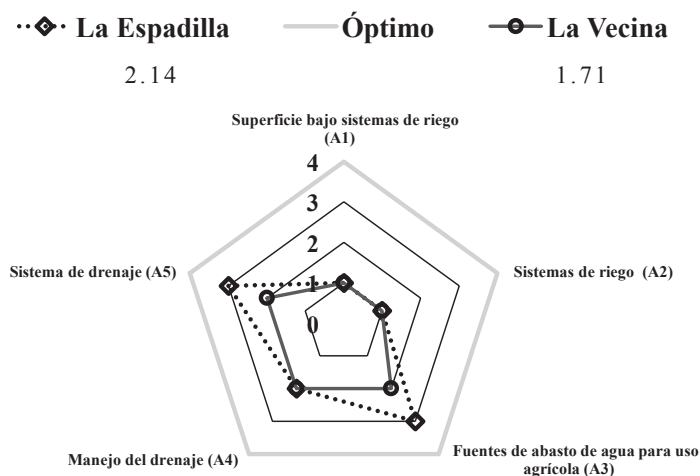


Figura 6. Manejo y conservación del agua (MCA) en dos agroecosistemas con café, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2017.

4.1.4 Manejo de las intervenciones sanitarias en 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. 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).

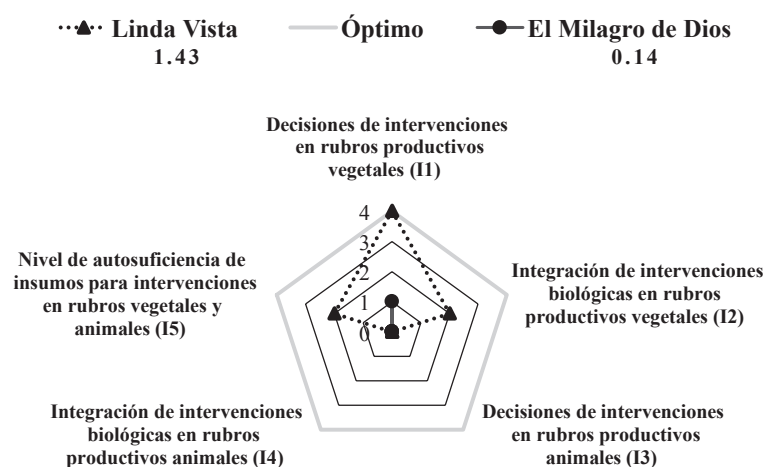


Figura 7. Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) en dos agroecosistemas con café, Condega, Estelí, Nicaragua, 2017.

El manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos, en ambos sistemas en Condega, se da a baja escala (Figura 7). El agroecosistema Linda Vista es una finca en transición, el productor ha reducido sus intervenciones en su rubro principal, café. Esta presenta una mejor resistencia 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. El indicador “Decisiones de intervenciones en rubros productivos vegetales” obtiene el valor óptimo de 4, la integración de las intervenciones biológicas en este sistema son pocas obteniendo un valor de 2, el productor utiliza *Bacillus thuringiensis* B., como insumo biológico para el control de la broca *Hypothenemus hampei* F. 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 agroecosistemas 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).

En el agroecosistema La Espadilla, en Matagalpa, se encontró el valor de 3.71 (Figura 8). El productor utiliza insumos biológicos para el manejo de plagas y enfermedades, aprovecha los recursos que dispone la finca, a diferencia del agroecosistema La Vecina, que obtuvo 0.14 debido a que los insumos son comprados y causa una dependencia de éstos.

La diversidad en la agricultura ha demostrado ser una vía para proteger a los agricultores de plagas y enfermedades, por el contrario, el camino de la especialización y el monocultivo provocan el aumento de la contaminación, por el uso de agrotóxicos, fertilizantes y la degradación de los recursos naturales, como consecuencia se asiste a un proceso acelerado de erosión genética de las especies cultivadas, que ocurre por la sustitución de variedades, de gran diversidad y adaptación por cultivares denominados modernos, obtenidos a través de la manipulación y selección del material genético (Yong, 2010).

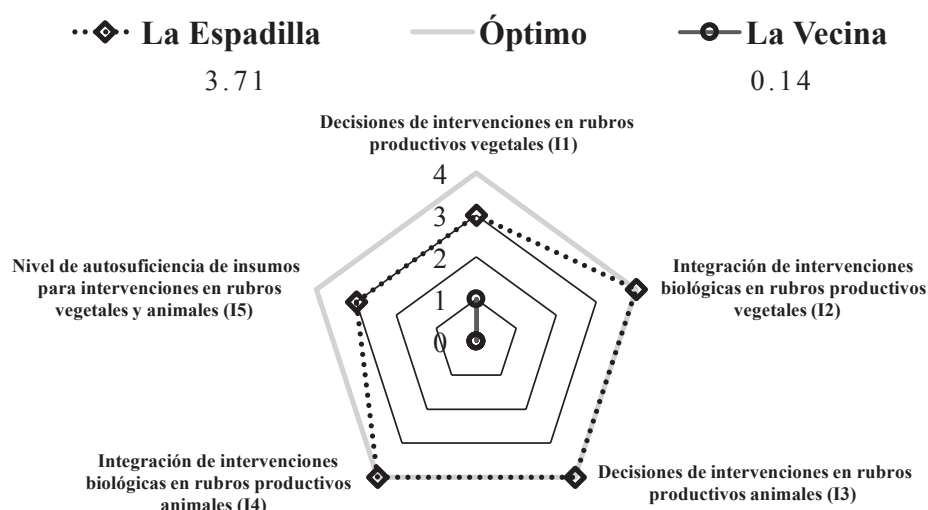


Figura 8. Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) en dos agroecosistemas con café, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2017.

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 (sf) indica que es muy compleja la dinámica que se establece en un agroecosistema, pero si en esencia la funcionalidad del mismo depende en medida del nivel de interacciones conseguido entre sus variados componentes.

En Condega, el diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar está organizado de mejor manera en la finca Linda Vista (Figura 9), algunos indicadores alcanzan el valor óptimo (4), y otros obtienen un 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 son dos especies izote (*Yucca gigantea* L.) e higuera (*Ricinus communis* L.).

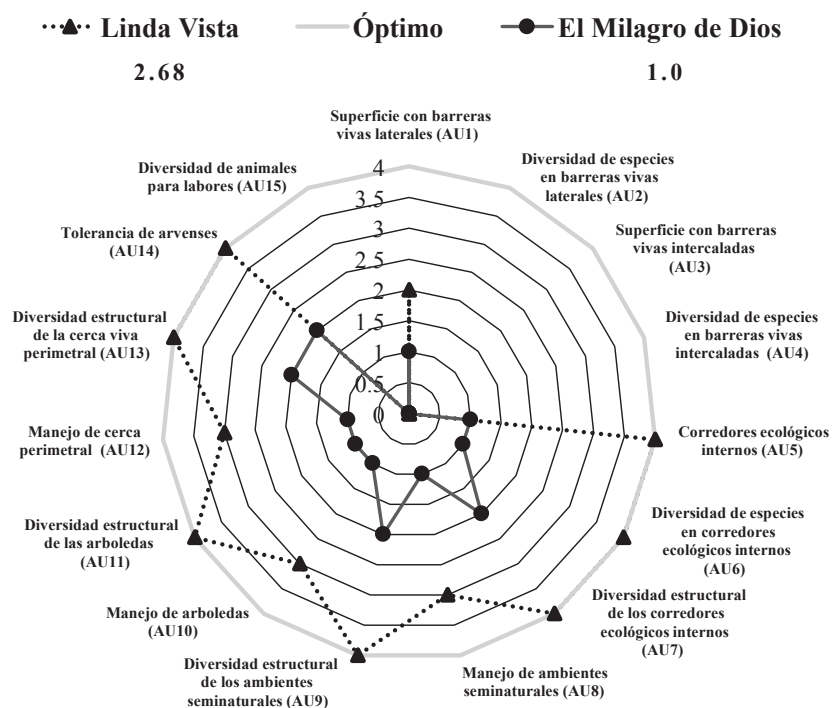


Figura 9. Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) en dos agroecosistemas con café. Condega, Estelí, Nicaragua 2017.

En el agroecosistema El 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 9).

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 ecosistémicos que contribuyan a la eficiencia del sistema de producción (Vázquez, 2014).

El agroecosistema La Espadilla en Matagalpa logró un valor de 3.64 debido a que de los 15 indicadores cumple con 13 en el grado óptimo y el agroecosistema La Vecina obtuvo un valor de 1.59, solo un indicador de los 15 evaluados fue óptimo (Figura 10). El productor de la finca La Espadilla conoce la importancia de las barreras vivas, importante para los hábitats de la fauna local, presentando una belleza escénica dentro del sistema. La diversidad integrada en el sistema productivo La Espadilla está compuesta por 302 árboles dispersos en la propiedad. En la finca la Vecina no se encontraron barreras vivas integradas en los cultivos, indicadores arbóreos fueron bajos y aquellos existentes tienen la función de brindar sombra al café. Los diseños y manejos de la vegetación auxiliar pueden contribuir a múltiples funciones como por ejemplo la cerca viva perimetral, que mediante su diseño agroecológico puede lograrse entre 10 a 15 funciones (Vázquez 2013).

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.) en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

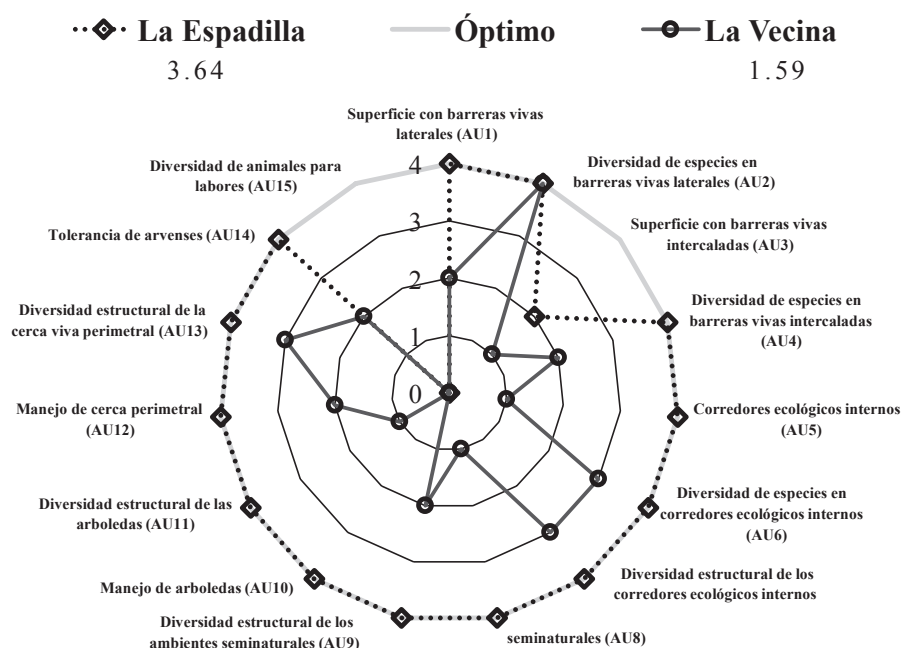


Figura 10. Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) en dos agroecosistemas con café, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2017.

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

4.1.6 Estado de los elementos de la biodiversidad asociada

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).

En Condega, 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 y diversidad de macro fauna edáfica, población y diversidad reguladores naturales y diversidad de polinizadores, en estos indicadores el agroecosistema Linda Vista alcanza el valor óptimo de 4, a diferencia de El Milagro de Dios que alcanzó un valores de 2 o 3 (Figura 11). Esto permite que el componente de los elementos de la biodiversidad asociada sea mejor valorado (3.31) en el agroecosistema Linda Vista comparado con El Milagro de Dios (2.69).

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).

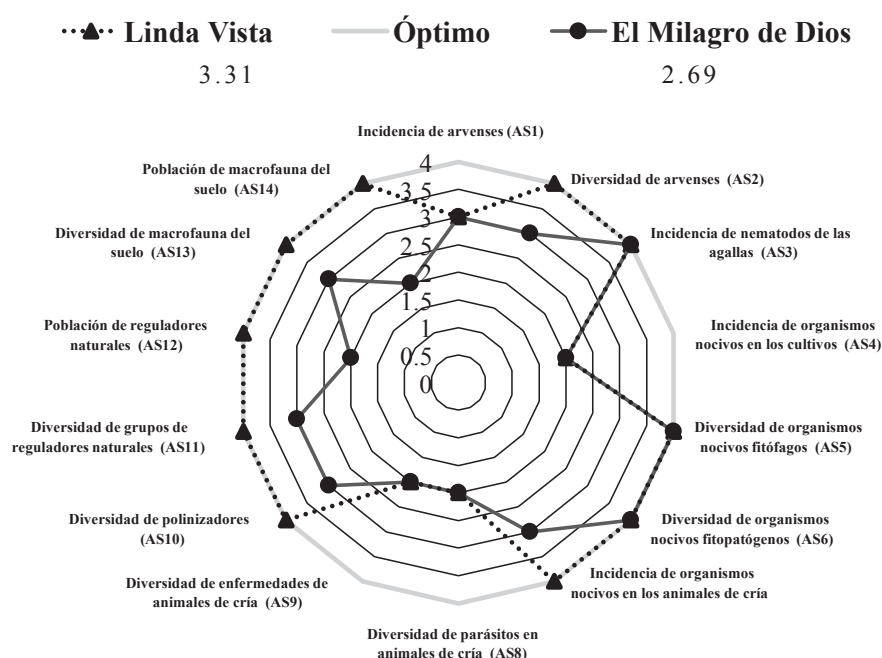


Figura 11. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) en dos agroecosistemas con café, Condega, Estelí, Nicaragua, 2017.

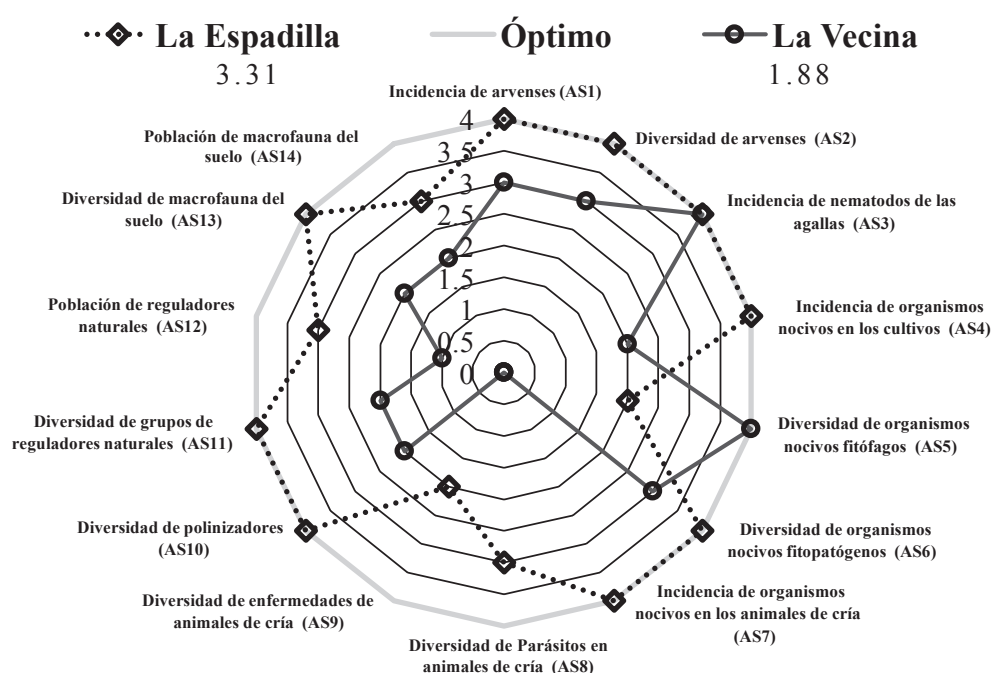


Figura 12. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) en dos agroecosistemas con café, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2017.

En Matagalpa, el agroecosistema La Espadilla obtuvo un coeficiente de 3.31 debido, que cumple con 10 indicadores en el valor óptimo de los 14 y el agroecosistema La Vecina obtuvo 1.88, éste último cumple solo con 2 en el valor óptimo (Figura 12). El productor del sistema La Espadilla aprovecha la presencia de las arvenses nobles como una forma de protección, además de ser hábitats o alimento para muchos insectos. Martínez y Vázquez (2013) ejemplifican que la diversidad y población o intensidad con que se manifiestan algunos elementos, pueden servir como referencia, sobre todo los que son organismos nocivos, sus reguladores naturales y la macrofauna del suelo, que pueden considerarse como representativos por su nivel de interacción con los rubros productivos.

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).

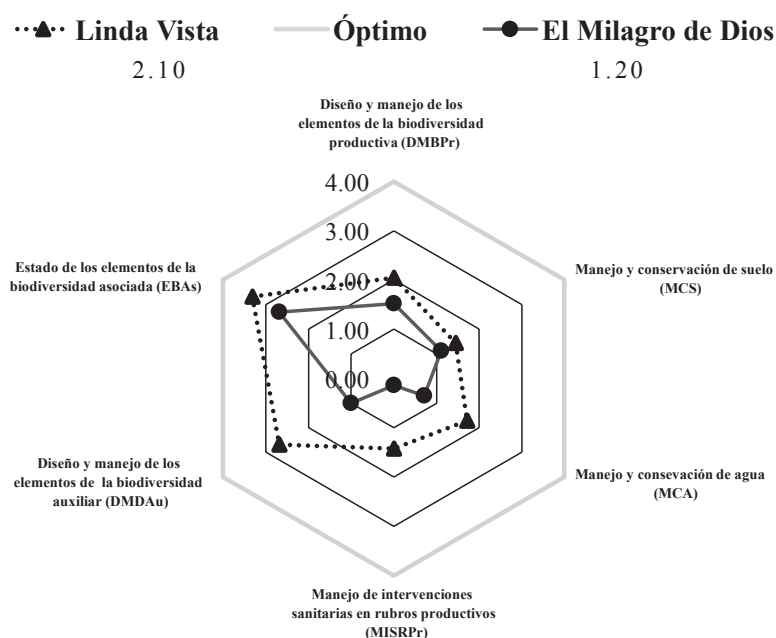


Figura 13. Coeficiente de manejo de la biodiversidad (CMB) en dos agroecosistemas con café, Condega, Estelí, Nicaragua, 2017.

La figura 13 muestra el resultado del coeficiente de manejo de la biodiversidad (CMB), que determina la forma de clasificación de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en los agroecosistemas, según rangos establecidos (Vázquez, 2013a).

El sistema productivo “Linda Vista” obtuvo un valor del “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”.

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”.

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. El agroecosistema Linda Vista obtuvo el valor más alto en Coeficiente de manejo de la biodiversidad; indica que esta finca se encuentra mejor diversificada y más compleja en comparación al agroecosistema El Milagro de Dios.

En Matagalpa, el agroecosistema La Espadilla logra un valor de 3.17, este valor que permite clasificarlo según el diseño y manejo de la biodiversidad, como “Complejo”. El agroecosistema La Vecina obtiene un valor de 1.25 que admite clasificar según el diseño y manejo de la biodiversidad como “Poco complejo” (Figura 14).

Una finca compleja por sus distribuciones y arreglos le permite disponer de mayor alimento, estabilidad ante variaciones climáticas y un equilibrio en sus agroecosistemas. Los agroecosistemas que presentan interacciones entre los elementos de la biodiversidad que lo componen; estas relaciones determinan en gran medida la salud del mismo (Altieri y Nicholls, 2000). Mientras más compleja es la finca hay mayor estabilidad en su sistema y puede llegar a presentar sostenibilidad constante. El sistema de producción La Espadilla integra rubros como el café, su manejo contribuye a la conservación del agua y suelo.

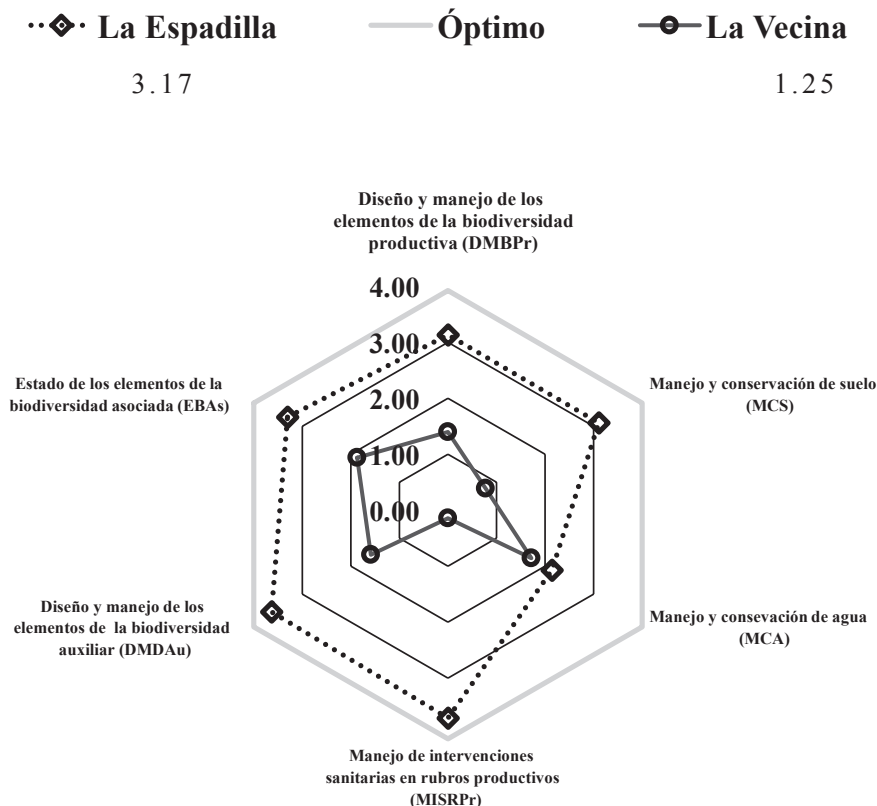


Figura 14. Coeficiente del manejo de la biodiversidad en (CMB) en dos agroecosistemas con café, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua 2017.

A medida que un sistema de producción es más biodiverso, habrá menores condiciones para el arribo, establecimiento e incremento de poblaciones de organismos nocivos, sean insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias, virus, arvenses y otros, debido a diversos efectos, principalmente por reducción de la concentración de hospedantes preferidos, por confusión o repelencia y por incremento de enemigos naturales, entre otros factores (Vázquez y Matienzo, 2010).

La complejidad de una finca está relacionada con diferentes métodos o prácticas que se realizan dentro de ella, un nivel de complejidad bajo puede estar asociado a labores con productos que no son amigables con el ambiente y que afectan en gran cantidad a insectos benéficos reduciendo las interacciones en los agroecosistemas.

Los agroecosistemas que poseen complejidad superior, son aquellos donde existen interacciones ecológicas y una sinergia entre los componentes biológicos, se utilizan bioinsumos para proporcionar los mecanismos necesarios que mantengan la fertilidad del suelo, la productividad y la protección de los cultivos.

Los agroecosistemas Linda Vista y El Milagro de Dios se localizan en un área de reserva, en Los Alpes, El Bramadero, Condega, Estelí. El primero se categorizó con diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos (mc) y se gerencia bajo principios agroecológicos, pero debe mejorar principalmente los diseños y manejos de la biodiversidad productiva (DMBPr: 2.04), el manejo y conservación del suelo y agua (MCS: 1.44 y MCA: 1.71), reducir las medidas de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr: 1.43) y los diseños y manejos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu: 2.68) para fortalecer los sinergismos entre sus diferentes componentes. El agroecosistema, El Milagro de Dios, con diseños y manejos de su biodiversidad pocos complejos (pc) se gerencia bajo el paradigma o enfoque convencional y debe mejorar significativamente los indicadores de los DMBPr, MCS, MCA, MISRPr, DMBAu y EBAs (1.52, 1.11, 0.71, 0.14, 1.0 y 2.69).

El agroecosistema más complejo es La Espadilla en San Ramón, Matagalpa, se gerencia bajo el paradigma o modelo agroecológico, pero debe mejorar indicadores del MCA (2.14). El agroecosistema La Vecina se gerencia bajo el paradigma o enfoque convencional y debe superar indicadores de DMBPr (1.39), MCS (0.78), MCA (1.71), MISRPr (0.14), DMBAu (1.59) y los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs. 1.88)).

4.2 Balance aparente de nutrientes y caracterización de propiedades físicas y químicas del suelo

Leonardo José García Centeno, Gelder Francisco Suárez González, Noel Enrique Gámez García, Amalia Sorelia Mejía Ocampo y Denis Ildefonso Urbina Ruíz, Gerardo López Montenegro y Ramón Isidro Medina Acuña

Los nutrientes del suelo son constantemente absorbidos por los cultivos, en la medida que éstos crecen, y se acumulan en sus diferentes tejidos como forma de reserva ya sea para la formación de frutos o para suplir cambio brusco que puedan ocurrir en su ciclo productivo. No todos los nutrientes son extraídos al momento de la cosecha, gran parte de ellos se aíslan en los restos de cosecha, los cuales regresan al suelo. Este proceso es de gran importancia, ya que permite mantener de manera sostenible el sistema de producción.

La sostenibilidad se logra hasta que los nutrientes incorporados por los restos de cosecha se encuentran disponible, lo cual depende en gran escala de las características físicas, químicas y biológicas del suelo (López, 2002).

4.2.1. Balance aparente de nutrientes

Dentro de la producción agrícola se encuentra una diversidad de rubros, que tradicionalmente se dividen en productos de consumo interno, principalmente granos básicos y productos de exportación, los cultivos de exportación han venido aumentando las áreas de producción, debido a que los precios internacionales han alcanzado costos considerables, esto les ha permitido aumentar el área de producción. Como resultado, el suelo está siendo explotado más intensivamente, las tierras nuevas incorporadas a la agricultura son de una calidad más pobre y menos productivas que las tierras actualmente en explotación, lo cual aumenta aún más la degradación del suelo. La sostenibilidad del recurso suelo se ha hecho un asunto muy importante (FAO, 1996).

Un requerimiento mínimo para que el suelo en uso sea sostenible es que la fertilidad de éste no disminuya, esto implica que las salidas de los nutrientes (exportaciones de biomasa y cosecha del producto) no deben ser mayores que las entradas (aportes de fertilizantes minerales y orgánicos), (Aragón & Arauz; 2 000).

En el periodo de estudio, en Condega, en la finca El Milagro de Dios, el balance aparente de N, P y K mostró valores positivos (Figura 15) para nitrógeno (N) y fosforo (P), y negativo para el potasio (K). Esto se debe fundamentalmente a que la fuente de fertilización que este productor utiliza es 18-46-0. Los balances positivos de N y P no implican necesariamente que el productor está manejando bien toda la finca, ya que de las cinco parcelas que posee la finca, solo está fertilizando las que para él tienen los cultivos de mayor importancia económica, como es el caso de la parcela, en la que se cultivan maíz, frijoles y tomate, este último es el que recibe las mayores tasas de fertilización.

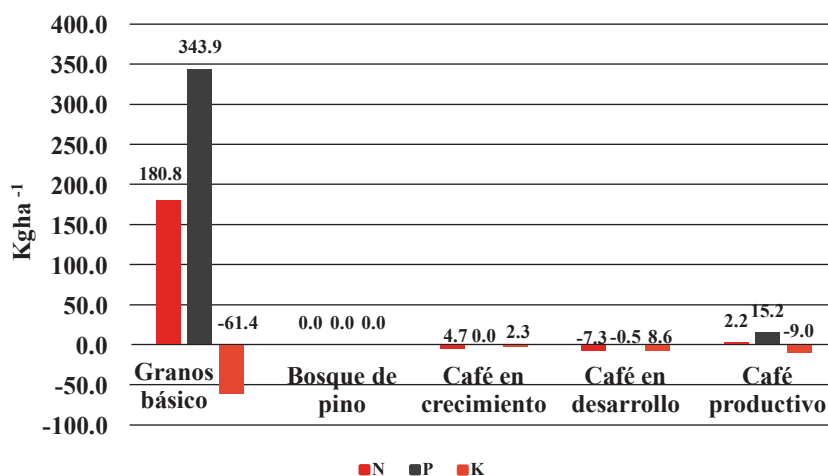


Figura 15. Balance aparente de N, P y K por parcelas en la finca El Milagro de Dios, propietario Sixto Talavera, Condega, Nicaragua, 2015-2016.

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

Las parcelas con café en crecimiento, café en desarrollo y café productivo no reciben casi ninguna fertilización. La parcela con café productivo presentó balances positivos para N y P, ya que se trata de café en producción, no obstante las cantidades son pequeñas, pero favorecida también por los bajos rendimientos, lo que conduce a exportaciones también pequeñas de nutrimentos. La figura 15, también evidencia el efecto del uso de fórmulas fertilizantes sin potasio, provocando balances negativos de este elemento en todas las parcelas. Esta práctica puede ser negativa a mediano o largo plazo, ya que puede conducir a una disminución de las reservas de potasio en el suelo.

En la misma finca (El Milagro de Dios) también se puede observar que los balances de N y P fueron positivos a nivel de finca (Figura 16), producto de las altas aplicaciones en la parcela con granos básicos y hortalizas y a las menores cantidades extraídas, debido a los bajos rendimientos de los cultivos establecidos. El caso del potasio ya fue explicado anteriormente. Estos resultados muestran que es posible conseguir balances positivos en las otras parcelas si se logra una mejor distribución de la fertilización de acuerdo a los rendimientos potenciales de la zona, y utilizar formulas fertilizantes que contengan potasio para lograr un manejo balanceado de la fertilización. Existen otras alternativas de mejorar la fertilidad de los suelos, que el productor no está explorando, como es el uso de leguminosas tanto arbóreas como arbustivas.

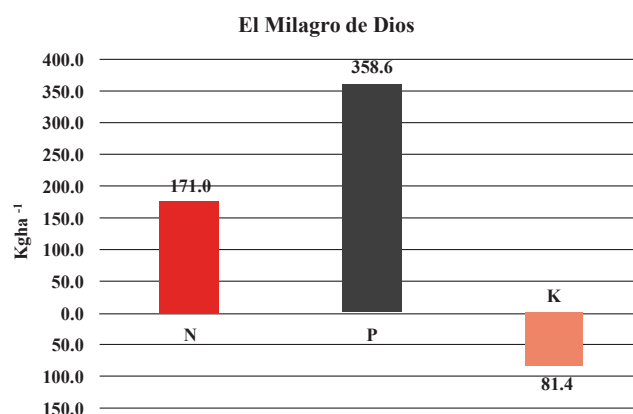


Figura 16. Balance aparente de N, P y K, finca El Milagro de Dios, propietario Sixto Talavera, Condega, 2015-2016.

En la finca Linda Vista, la fertilización depende exclusivamente de composta y estiércol animal, pero al parecer las cantidades aplicadas no son lo suficiente para reponer en todas las parcelas las extracciones por los cultivos establecidos (Figura 17). Con las fuentes de fertilización antes indicadas, las parcelas con café productivo y con café en desarrollo recibieron aportes en ambos años, y aunque los aportes fueron los mismos, la parcela con café productivo obtuvo balance negativo, ya que de ésta se extrajo la producción. El balance positivo de la parcela con café en desarrollo se debió a que de ésta no se está extrayendo producción.

Las parcelas con bosque con muchas especies, con bosque liquidámbur y con café en crecimiento presentaron balances cero (Figura 17), que se debe principalmente a que en estas parcelas no se aplica fertilización, ni se extrae ningún tipo de productos de ellas. Como sombra, en las parcela con café, existen una gran variedad de árboles frutales cuyas producciones no son extraídas para su comercialización y son muy pocas consumidas en la finca, tampoco reciben aporte de nutrientes, de manera que estos árboles compiten con el café por los nutrientes del suelo.

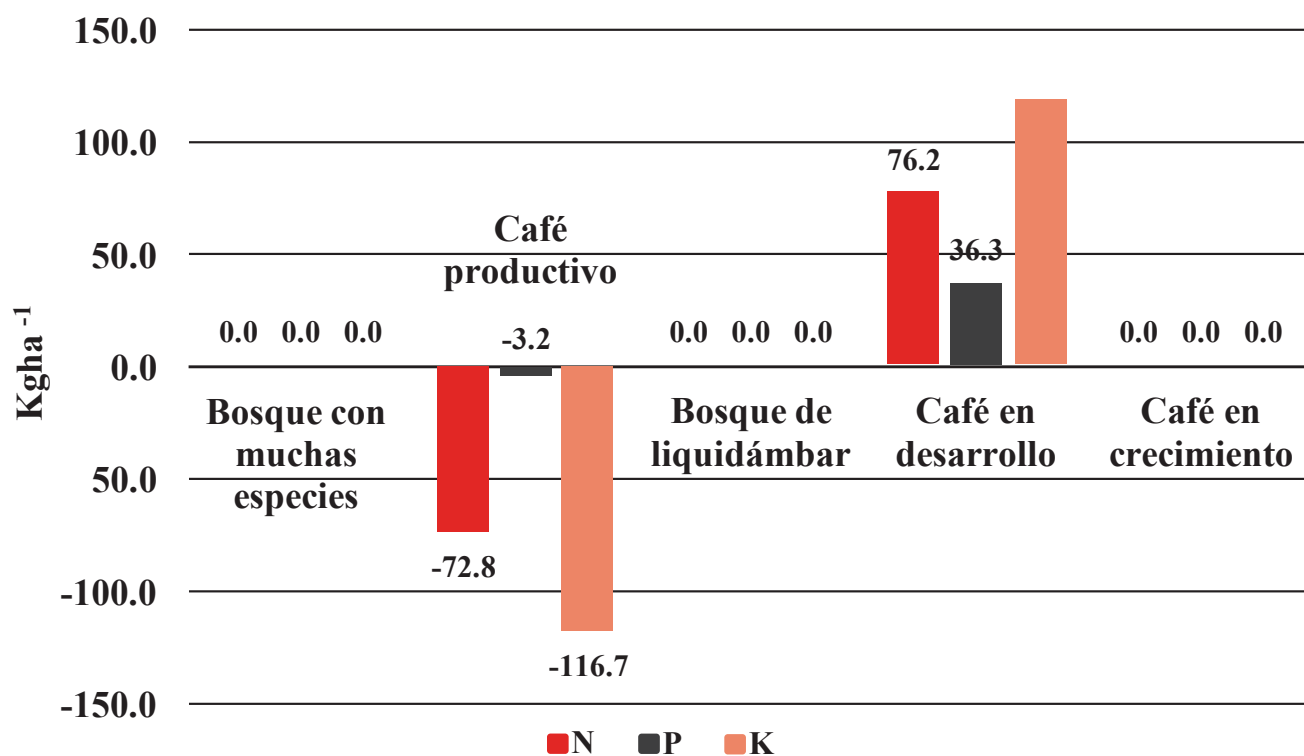


Figura 17. Balance aparente de N, P y K por parcela, en la finca Linda Vista, propietario Julio Muñoz, Condega, 2015-2 016.

El balance aparente de esta finca fue positivo con 3.4 Kg de N, 33.1 Kg de P y 2.9 Kg de K. Este balance positivo se debió a que las extracciones de la parcela con café productivo fueron compensadas por las aplicaciones en la parcela con café en desarrollo. Esto muestra que no se cuenta a nivel de finca con una estrategia de manejo de la fertilización, que permita hacer un uso más racional de ella y mejorar los balances en todas las parcelas. También se demuestra que a un mayor grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad de un agroecosistema (medianamente compleja vs poco compleja) no implica necesariamente que siempre el balance aparente de nutrientes (N, P y K) es positivo.

Comparando los balances aparentes (N, P y K) entre las fincas de Condega, los de la finca Linda Vista fueron positivos (Figura 18) para los tres elementos (N, P y K) aunque con valores bajos, para la finca El Milagro de Dios los balances para N y P fueron positivos, no así para potasio que fue negativo, lo que se debe a los factores explicados anteriormente

En Matagalpa, la finca La Espadilla, de acuerdo a la metodología de Vázquez (2013), fue clasificada con diseños y manejos de su biodiversidad complejos. El balance aparente de N, P y K mostró valores negativos altos (Figura 19), esto se debe a que solo las parcelas con café en producción y con café en desarrollo reciben fertilización cada año, no obstante las cantidades aplicadas no reponen las cantidades exportadas por la cosecha de café. La parcela con los cultivos de consumo alimenticio también recibe aplicaciones de

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

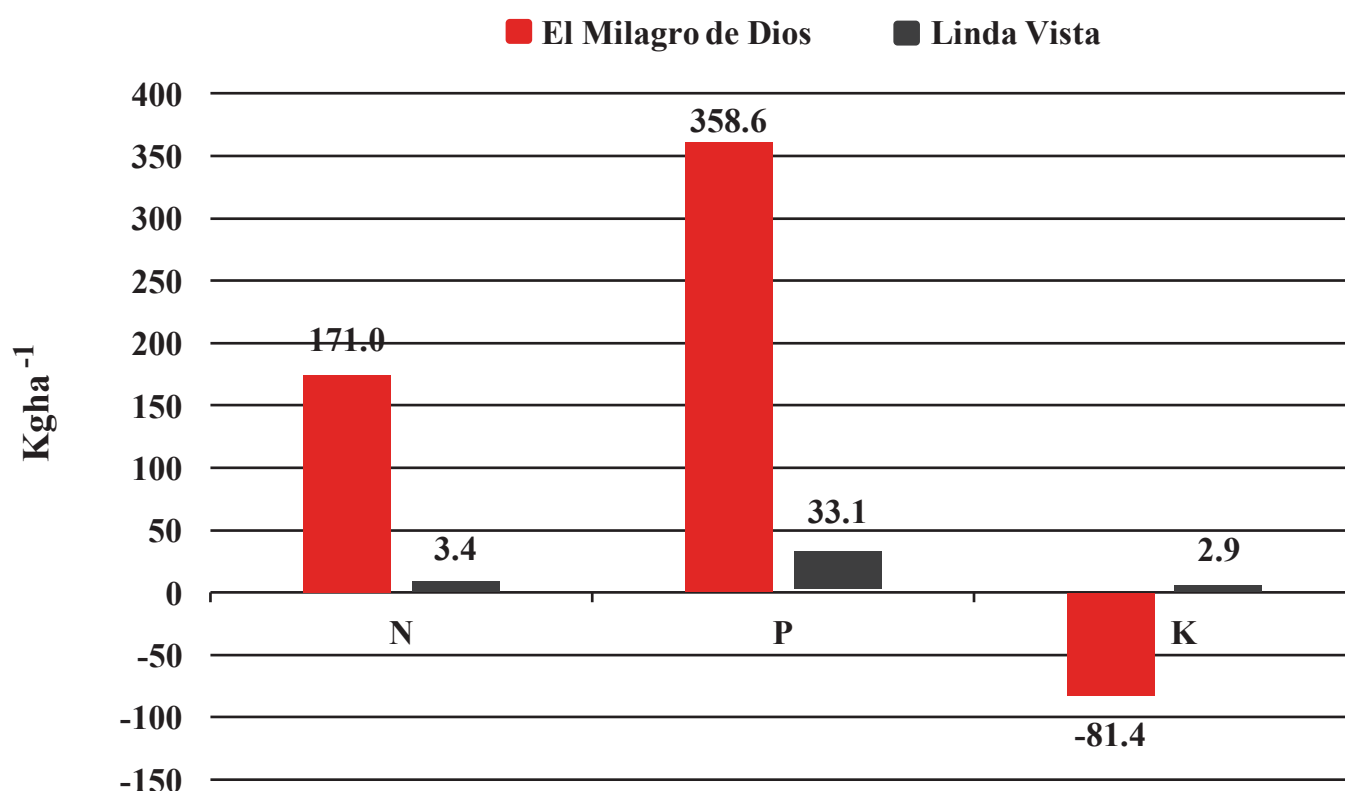


Figura 18. Comparación del balance aparente de N, P y K de las fincas cafetaleras en Condega, Estelí, Nicaragua, 2015-2016.

fertilizante (compost mineralizado), pero asimismo éstas son menores que las exportadas por los cultivos. Nuevamente se constata que a un mayor grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad de un agroecosistema no implica necesariamente que siempre el balance aparente de nutrientes (N, P y K) es positivo.

Otros elementos que influyen grandemente en el balance negativo a nivel de finca, es que muchos de los productos cosechados de los árboles que se utilizan como sombra en el café (frutales y cítricos) son comercializados aumentando las exportaciones de nutrientes de esa parcela, a esto hay que agregarle que en la parcela, donde está establecido pasto de corte no recibieron ningún tipo de nutriente externo, representando estos cultivos el 50 % de todo el N extraído durante el periodo del estudio.

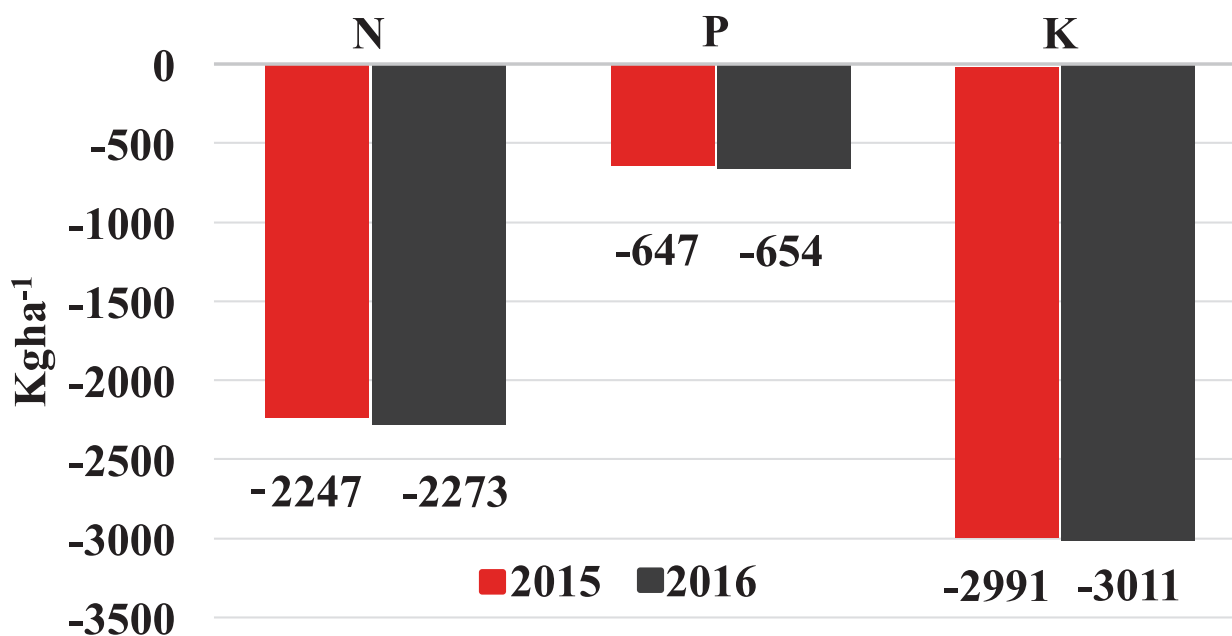


Figura 19. Balance aparente de N, P y K en la finca La Espadilla, propietario Vicente Padilla, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2015-2016.

Los aportes de Nitrógeno, Fósforo y Potasio a nivel de finca por medio de la aplicación de compost mineralizado durante los años 2015-2016, se mantuvieron constantes, con aplicaciones de 224.32 kg ha⁻¹ de N, 101.4 kg ha⁻¹ de P, y 221.26 kg ha⁻¹ de K, el mismo comportamiento se observó en las exportaciones de N, P y K por la cosecha, en ambos años.

Las cantidades de fertilizante orgánico aplicadas a nivel de finca son consideradas bajas, tomando en cuenta los bajos contenidos en Fósforo, Potasio y materia orgánica que evidenciaron los análisis de suelo, sobre todo las parcelas con cultivos anuales y pasto de corte (Tabla 9).

En ambos años, en la finca La Vecina, el balance aparente de N, K y P fue positivo. La figura 20 muestra que los balances de los tres elementos (N, P y K), son similares en términos de ganancia. Las aportaciones mayores en comparación a las extracciones realizadas por algunos cultivos y los bajos rendimientos, permitieron estos resultados. Es valedero mencionar que cuatro de las cinco parcelas, reciben fertilización, solo la parcela con bosque no recibe ninguna aplicación.

En la figura 21 se pueden observarse las diferencias en los balances aparentes de N, P y K para cada finca. Tales diferencias se sustentan en la cantidad de nutrientes que ingresan a cada parcela.

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

Tabla 9. Resultados del análisis de suelo de laboratorio, Finca La Espadilla, San Ramón, Matagalpa, 2016

Identificación	pH	M O	N	P	K	Clase textural
	(H ₂ O)	(%)	(%)	ppm	meq/100g suelo	
Café producción	5.91	3.14	0.16	10.44	0.41	Franco Arcilloso
Bosque	5.65	3.57	0.18	4.3	0.15	Franco Arcilloso
Cultivos anuales	5.96	2.71	0.14	2.14	0.2	Franco Arcilloso
Café en desarrollo	5.4	3.41	0.17	1.55	0.19	Arcilla
Pasto de corte	5.42	2.85	0.14	2.44	0.45	Franco Arcilloso

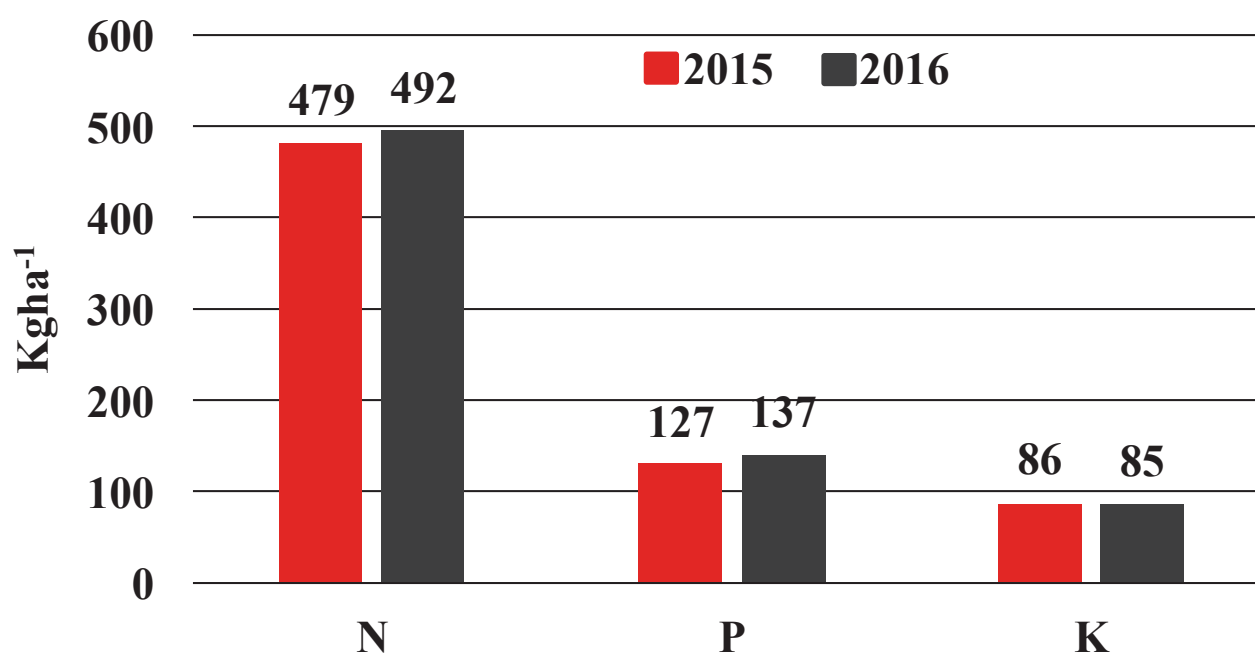


Figura 20. Comportamiento del balance aparente de N, P y K en la finca La Vecina, propietario, Francisco Padilla, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2015-2016.

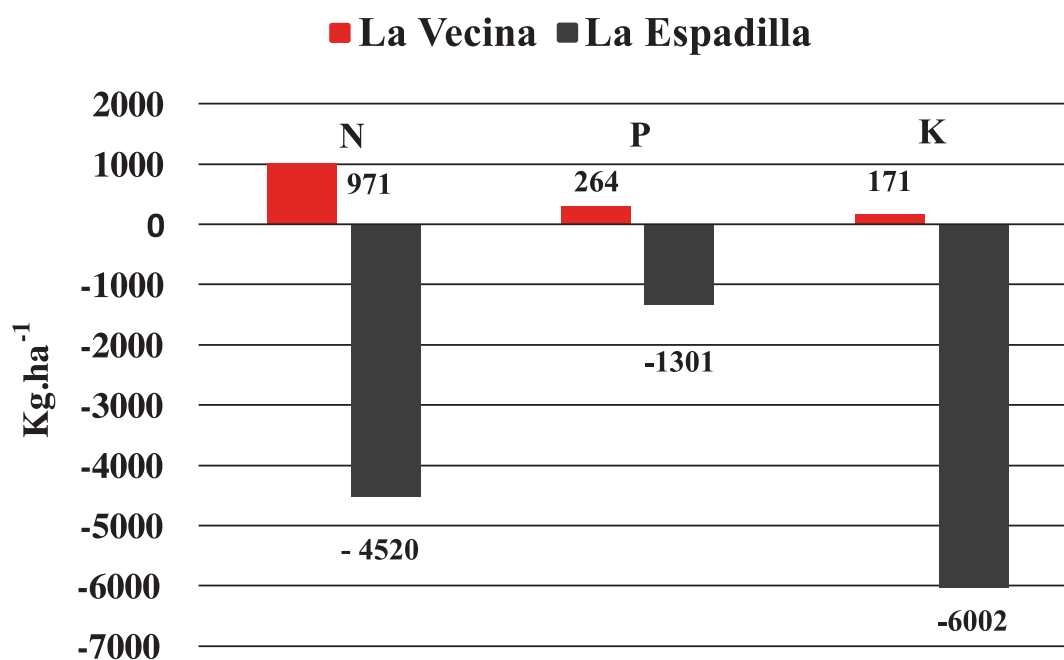


Figura 21. Comparación del balance aparente de N, P y K de las fincas cafetaleras en San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2015-2016.

Estos resultados demuestran que independientemente del grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en el agroecosistema (medianamente complejo vs complejo, poco complejo vs medianamente complejo) y si la fertilización es orgánica o sintética, éstas debe satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas cultivadas, independientemente si el cafetal está produciendo, en desarrollo o en recepo o si se siembran cultivos anuales, para lo cual es fundamental garantizar un manejo responsable de los nutrientes y sostenible del recurso suelo bajo los principios de la 4R (¿Qué?, ¿Cuánto?, ¿Dónde? y ¿Cuándo? fertilizar. La fertilización orgánica responde a los principios ecológicos de (1) aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes; y (2) asegurar condiciones favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo (Reinjntes, et al, 1992). No obstante, si ambos principios no se implementan correctamente, los resultados en la nutrición vegetal para garantizar buenos rendimientos y en la sostenibilidad del recurso suelo, no son los esperados.

Cada parcela (independientemente de sus características) debe ser manejada cumpliendo el concepto de “mantención de la fertilidad natural del suelo”, es decir cada manejo debe lograr salvaguardar la fertilidad del suelo reponiendo todo lo que sale del sistema. Cuando a una parcela se le incorpora materia orgánica, y los niveles de nutrientes en ésta no son los suficientes para reponer lo que sale del agroecosistema, éste se agotara paulatinamente.

Para garantizar los resultados esperados de los dos principios ecológicos descritos para el manejo de suelo, adicionalmente, se deben garantizar la implementación de los principios de las 5M, que consisten en: 1)

dotar al suelo permanentemente con materia orgánica (M1), 2) aplicar abonos orgánicos enriquecidos con minerales de harina (M2) de roca, 3) fomentar la microbiología edáfica (M3) mediante abonos orgánicos líquidos y sólidos con microorganismos de montaña, 4) aplicar moléculas vivas (M4) a través de biofermentos y 5) cambio de mentalidad del campesino (M5) para fomentar el paradigma o modelo agroecológico. Este último principio de las 5M es el de mayor complejidad y dificultad, debido a que se requiere de un cambio de actitud por parte de los campesinos para garantizar la transición o el canje paulatino del paradigma de una producción agroalimentaria convencional hacia una agroecológica. Aunado a todo lo anterior, también, hay que garantizar obras de conservación de suelo y agua adecuadas para cada sitio.

4.2.2 Evaluación de parámetros físicos y químicos de suelo

Los indicadores de calidad de suelo, se conciben como una herramienta de medición que debe ofrecer información sobre las propiedades, los procesos y las características de esos suelos. Estos se miden para dar seguimiento a los efectos del manejo sobre el funcionamiento del suelo en un periodo dado (Astier et al., 2001).

En Condega, en la finca Linda Vista, la mayoría de los parámetros de suelo evaluados se categorizaron con valor de 3 (Figura 22). La materia orgánica, solo en la parcela con bosque con muchas especies alcanzó la mayor categoría (5), por tanto es indispensable que se definan estrategias por parcela que permitan incrementar la materia orgánica del suelo, ya que a pesar de aplicar estiercol equino y compost, éstos solo se aplican a las parcelas donde está establecido café, con ello se mejorarían simultáneamente otros parámetros como pH, infiltración y porosidad.

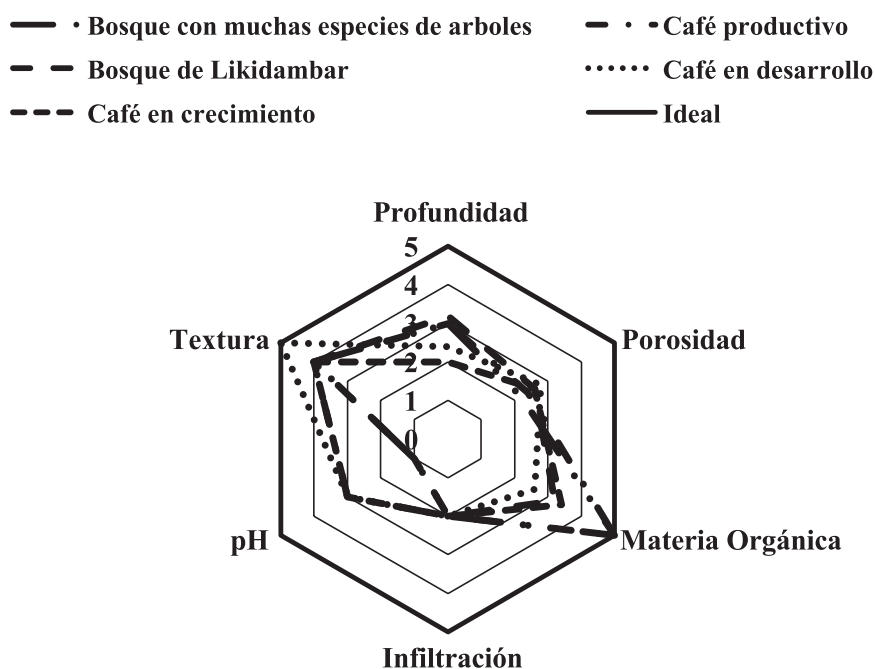


Figura 22. Parámetros de suelo evaluados en la finca Linda Vista, propietario Julio Muñoz, Condega, Estelí, Nicaragua, 2015-2016.

En la Finca El Milagro de Dios, cuyo manejo es mas convencional, con uso de insumos quimicos sintéticos, la parcela con granos básicos y tomate, que es la que recibe grandes cantidades de fertilizantes químicos, presenta el mas bajo valor de pH y la menor profundidad de suelo (Figura 23). Además, puede notarse que la unica parcela donde la materia organica alcanza un mayor valor, es la de café en desarrollo, donde no se extrae nada, pero tampoco se aplica ningun tipo de fertilizantes, esto ha beneficiado a aumentar la materia organica. En esta finca se debe considerar la posibilidad de uso de productos organicos, no solo para aumentar la materia orgánica en las parcelas, sino para mejorar simultaneamente la porosidad, la infiltracion (y seguramente la retencion de agua), ya que este ultimo parametro muestra un promedio en la finca de 44 cmh⁻¹.

Si se comparan las dos fincas, se observa que la finca Linda Vista supera en materia organica a la finca El Milagro de Dios (Figura 24), esto se debe a que la primera es manejada bajo un enfoque mas agroecologico y aplica como fuentes de nutrientes abonos organicos y estiercoles. Ambas finca presentan valores similares de pH, infiltracion y porosidad, los que pueden ser mas beneficiados en la finca Linda Vista por el uso de abonos organicos.

En San Ramón, Matagalpa, en la finca La Espadilla, desde la perspectiva del manejo, las parcelas que deben ser atendidas son las de pasto y de cultivos anuales (Figura 25), ya que éstas son las que presentan menores valores de materia orgánica, tienen más bajo contenido fosforo, la porosidad tiende a aumentar (moverse hacia categoría 1) por la compactación (laboreo y pisoteo de ganado), de modo que la aplicación de materia orgánica en estas parcelas es imprescindible, esto a su vez ayudará y mejorar la infiltración, la retención de agua y el pH.

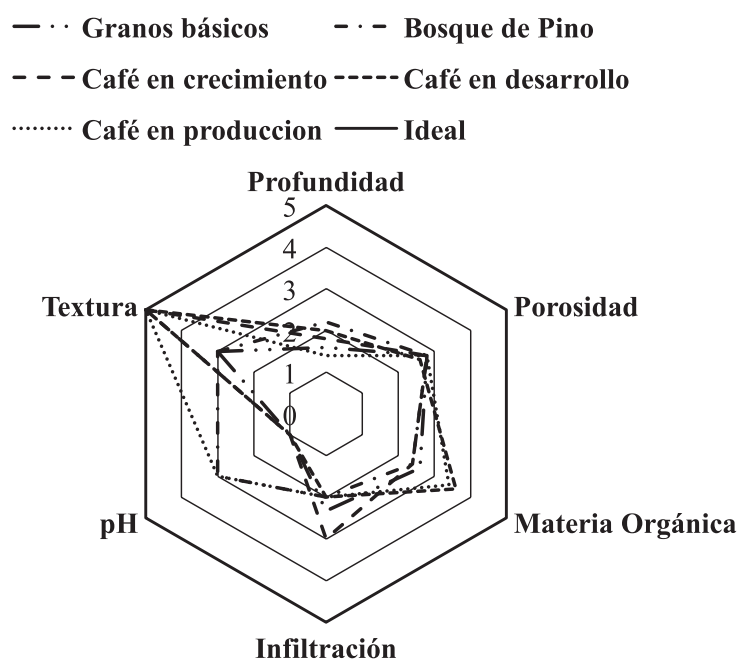


Figura 23. Parámetros de suelo evaluados en la Finca El Milagro de Dios, propietario Sixto Talavera, Condega, Estelí, Nicaragua, 2015-2016.

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

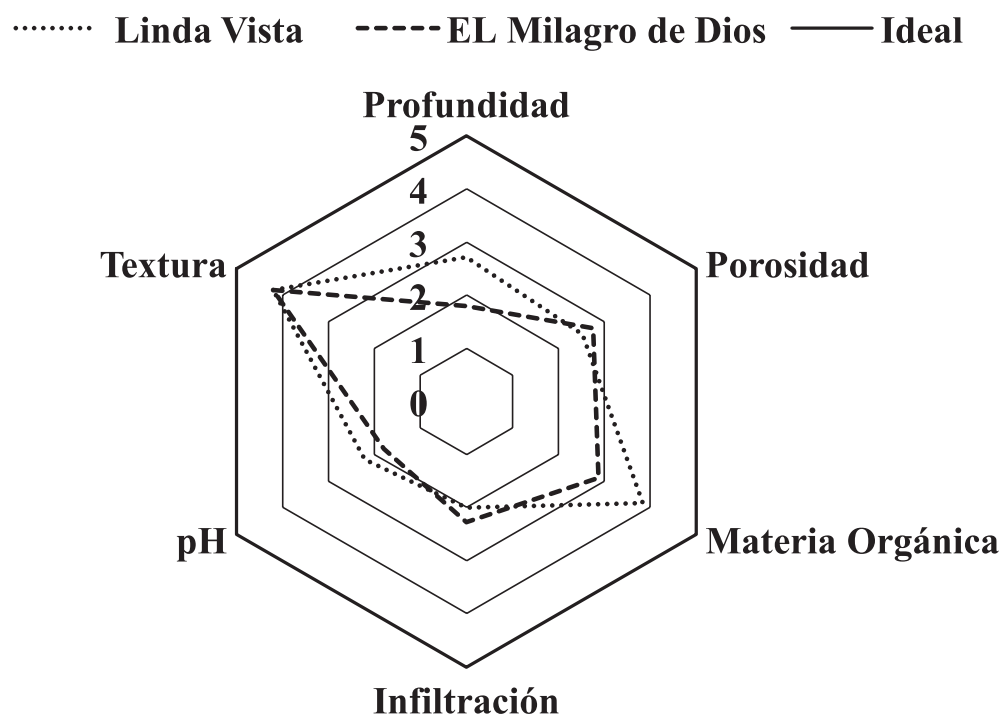


Figura 24. Comparación de los parámetros de suelo entre la finca Linda Vista y la finca El Milagro de Dios, Condega, Estelí, Nicaragua, 2015-2016.

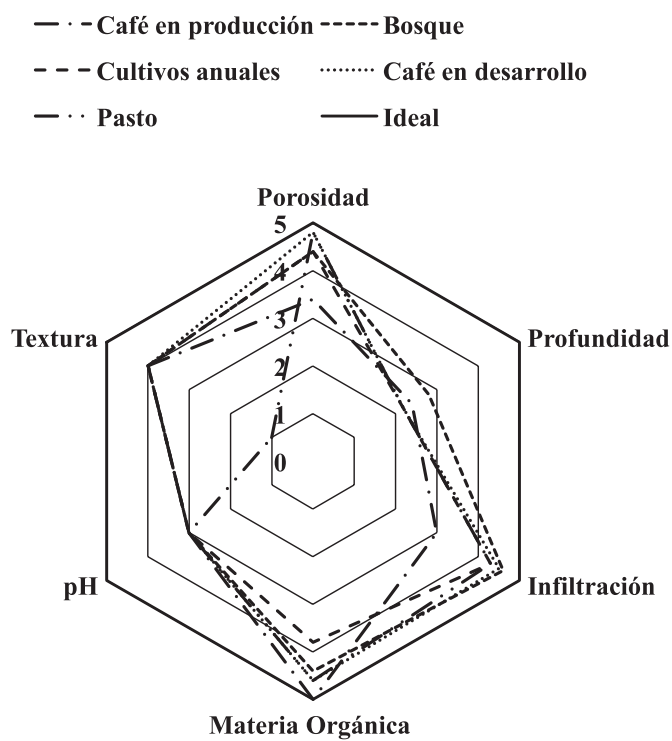


Figura 25. Comportamiento de los parámetros de suelo de la finca La Espadilla, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua 2016-2017.

Los resultados de la finca La Vecina, se presentan en la figura 26. Esta muestra que el factor más limitante en la parcela con café en desarrollo es el pH con un valor de 5.2, que puede ocasionar al cultivo efectos de toxicidad por aluminio, aunque otras parcelas tienen también valores de pH muy ácidos (± 5.4), a estos valores la actividad del aluminio es casi nula.

En esta finca todas las parcelas reciben aplicaciones de fertilizantes químicos sintéticos, a pesar de eso las parcelas de esta finca presentan valores mayores de materia orgánica que las de la finca La Espadilla, lo que está influenciado por la fertilización química que provoca una mayor producción de biomasa en menor tiempo, no obstante estas parcelas están más vulnerables a que parámetros como pH (que son más ácidos que los de las parcelas de la finca La Espadilla), porosidad e infiltración se muevan hacia categorías menos ideales (1 o 2) por el uso y efecto de los fertilizantes aplicados.

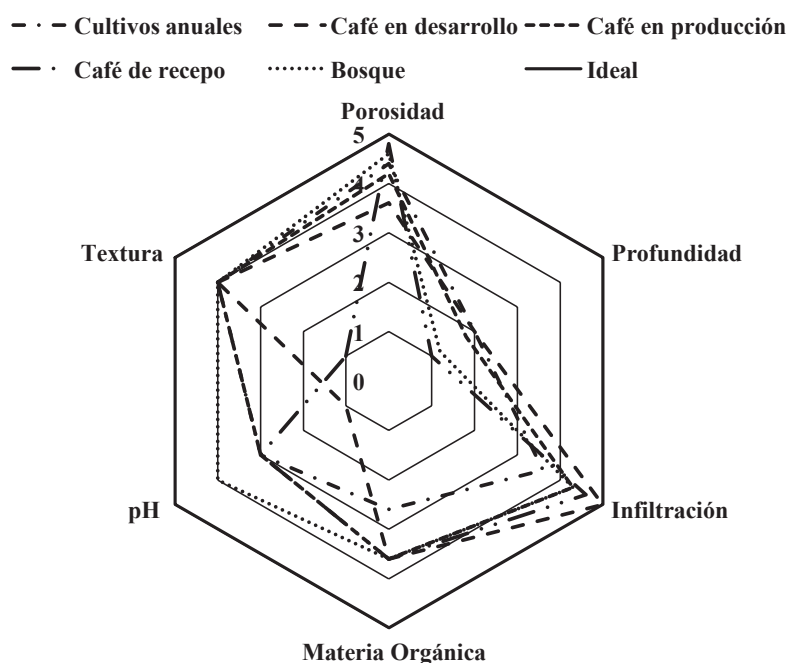


Figura 26. Comportamiento de los parámetros de suelo en la finca La Vecina, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2016-2017.

Cuando se compara ambas fincas, se puede observar que la finca La Espadilla supera ligeramente, en todos los parámetros evaluados, a la finca La Vecina (Figura 27), esto está influenciado por las aplicaciones de abonos orgánicos que se realizan en cuatro de las cinco parcelas en que está dividida la finca.

En términos generales, la fertilidad física del suelo se ve favorecida cuando en la parcela se incluye un buen manejo de la materia orgánica del suelo, sea ésta proveniente de ciclos naturales de las plantas establecidas en éstas, o por la incorporación de abonos orgánicos. Las fincas evaluadas tanto en Condega como en Matagalpa presentan cierta diversificación y eso probablemente ha influido en las características de cada parcela, no obstante el mismo hecho de tener parcelas con distintos cultivos y distintos manejos hace más complejo el manejo a nivel de finca.

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

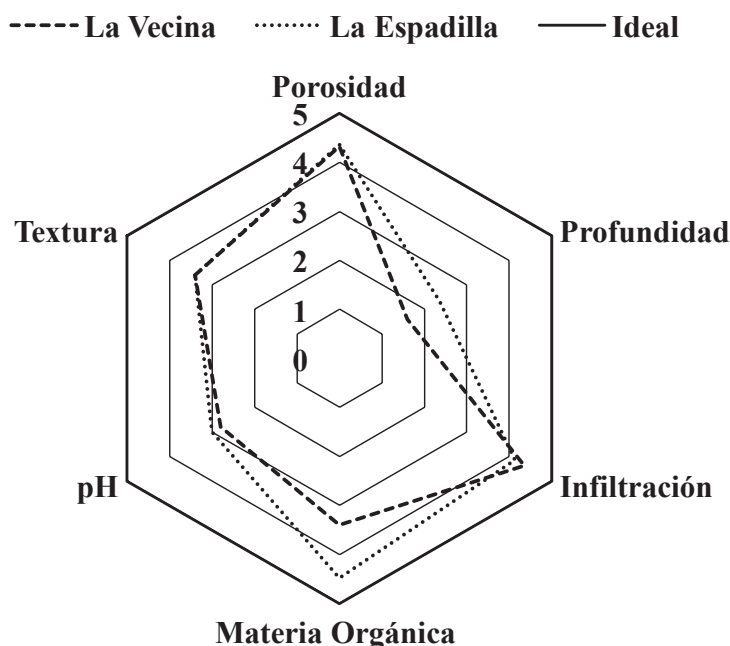


Figura 27. Comparación de los parámetros de suelo en las fincas La Vecina y La Espadilla, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2016-2017.

Es importante, cuando se quiere mejorar las características físicas del suelo-, conocer las características del material que se adicionará, pues no toda la materia orgánica que se aplica al suelo mejorará las características físicas. La incorporación de rastrojos tiende a tener un mejor efecto sobre éstas que cuando se incorpora materiales compostados para ser usados como fuentes de nutrientes, a menos que estos se produzcan con ese propósito y cuya relación C/N sea mayor que 35. El uso de materiales con valores iguales o mayores al antes indicado, mejoran la estructura de los suelos, la porosidad, la retención de agua, la aireación del suelo, la infiltración y otras características como el pH del suelo y la actividad biológica del mismo.

4.3 Macrofauna del suelo y su funcionalidad

Hugo René Rodríguez González, Jin Enmanuel Vargas Urbina, Melvin Josué Laguna Ramíres, Luis Henry González Merlo, Humberto José Herrera Moncada, Gerardo López Montenegro y Ramón Isidro Medina Acuña

En Matagalpa, San Ramón, el agroecosistema La Espadilla fue categorizado por sus diseños y manejos de su biodiversidad como complejos, mientras que los del agroecosistema La Vecina como poco complejos (Figura 14). En Estelí, Condega, el agroecosistema Linda Vista posee diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos y los del agroecosistema El Milagro de Dios son poco complejos (Figura 13).

4.3.1 Caracterización de la diversidad alfa de la macrofauna del suelo

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

La riqueza de familias taxonómicas de macrofauna edáfica en las fincas La Espadilla y La Vecina en San Ramón, Matagalpa se refleja en el alfa 0 (Figura 28), la primera presenta una mayor riqueza. Cuando el perfil se aproxima a 1 según el índice de Shannon-Wiener hay una mayor uniformidad de familias en la Finca La Espadilla. Cuando alfa es igual a 2, el perfil se comporta según Simpson, mostrando una mayor dominancia en la finca La Vecina. A partir del alfa 2.2 hasta 3.8, el perfil horizontal se comporta según el índice Berger-Parker, muestra que hay una mejor equidad en la finca La Espadilla.

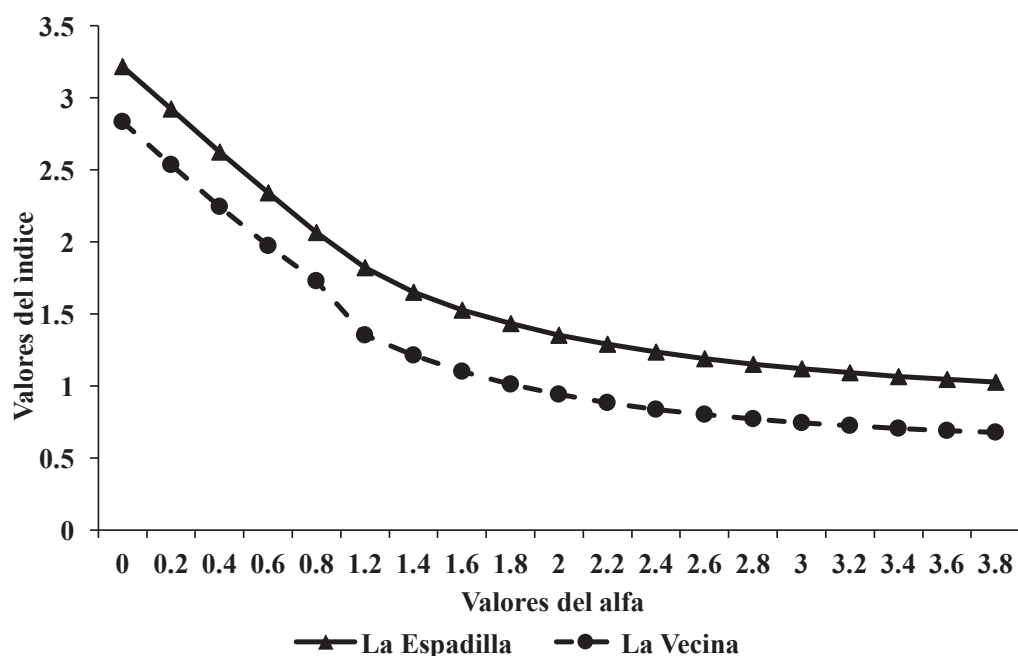


Figura 28. Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las familias taxonómicas de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas con café, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua.

Estos resultados permiten aseverar que la diversidad de las familias taxonómicas de la macrofauna del suelo fue mayor en la finca La Espadilla y con una menor dominancia y una mejor uniformidad y equidad, que demuestra que el grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad influyen sobre estas características de las poblaciones de la macrofauna edáfica. Nicholls (2013) afirma que las especies tienen funciones diferentes y permiten que, ante cambios climáticos extremos, un agroecosistema continúe brindando servicios ambientales.

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

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

En San Ramón, Matagalpa los agroecosistemas en estudio tiene un diseño agroforestal que reduce el impacto de los rayos solares en forma directa a nivel del suelo. Delgado y Bucardo et al, (2010), han demostrado que la eliminación de la sombra en los sistemas de producción genera impactos negativos en el hábitat de las diferentes especies de la macrofauna disminuyendo su diversidad debido a la falta de cobertura la cual le brinda alimento y un mejor microclima para su estabilidad.

Zaldívar *et al*, (2009) plantearon que los suelos tropicales son actualmente los más amenazados, por los cambios ligados a una intensificación de la agricultura, cuya secuela es la disminución de la biodiversidad. A esto también se debe sumar al efecto que se ejerce con un inadecuado manejo transformando así sus propiedades físicas y por tanto el hábitat de las comunidades de macroinvertebrados existentes en el ecosistema. Villalobos *et al*, (1999)9 indica que la actividad agrícola afecta las condiciones ambientales del suelo y muchos grupos de la macrofauna son particularmente sensibles a estos cambios a largo plazo.

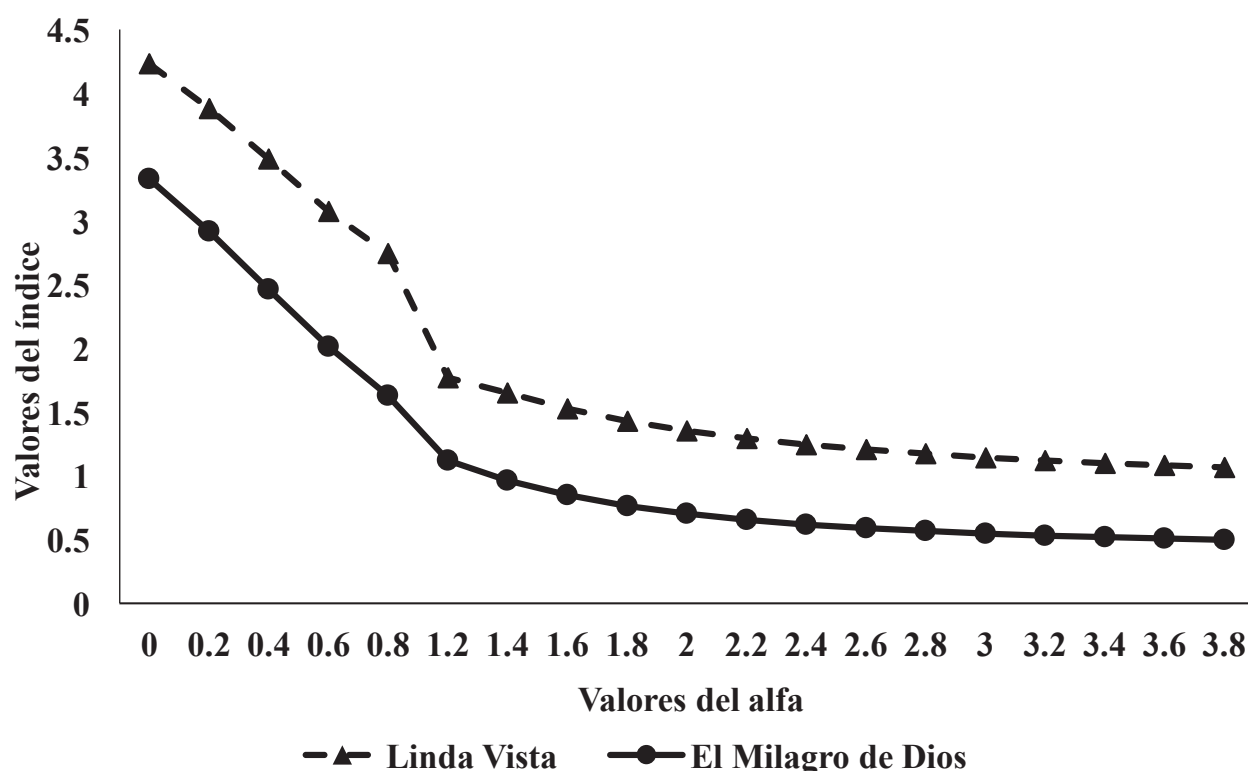


Figura 29. Diversidad alfa para familias taxonómicas de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas con café, uno poco complejo (Finca El Milagro de Dios) y otro medianamente complejo (Finca Linda Vista), Condega, Estelí, Nicaragua, 2017.

En Condega, Estelí, también, la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad de los agroecosistemas influye sobre estas características de las poblaciones de la macrofauna edáfica. La figura 29 refleja el comportamiento de la diversidad presente dentro de las familias taxonómicas encontradas en los dos agroecosistemas cafetaleros, así como su uniformidad, dominancia y equidad. El agroecosistema Linda Vista presenta una mejor riqueza, una mejor uniformidad y equidad, y menor dominancia.

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

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). Modificaciones al suelo por la actividad agrícola reduce las poblaciones de macrofauna y esta se ve más afectada cuando las prácticas establecidas en un sitio son propias de la agricultura convencional.

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 y Flores, 2014). El sistema medianamente complejo (Finca Linda Vista) obtiene el punto más alto de riqueza de familias; la cantidad de familias presentes es mayor en el sistema medianamente complejo que en el poco complejo (Finca El Milagro de Dios).

El sistema medianamente complejo presenta mejor equidad y menor dominancia en comparación con el sistema poco complejo, esto debido a la distancia o diferencia en cantidad de organismos presentes dentro de las familias.

4.3.2. Diversidad beta de la macrofauna edáfica

El índice de disimilitud de Bray–Curtis se considera como una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie presente en dos sistemas (Brower y Zar, 1984). 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 et al, 2008).

Las familias taxonómicas con un índice bajo de disimilitud en fincas en San Ramón, Matagalpa son: Scarabaeidae, Scolopendridae, Lumbricidae, Pentatomidae, Forficulidae, Styroniscidae, Chrysomelidae, Gryllidae, Opiliones y Curculionidae lo que indica que ambos agroecosistemas comparten un similar número de estos organismos (Figura 30). Las familias Formicidae y Navidae presentan un valor intermedio de disimilitud. La familia que presenta un alto índice de disimilitud es la Rhinotermitidae. Estas familias taxonómicas están presentes en ambos agroecosistemas, pero con una menor cantidad en la finca La Vecina. En sistemas de cultivos convencionales con aplicaciones de plaguicidas, la diversidad de artrópodos del suelo se ve disminuida y la mayor diversidad de organismos en los sistemas con prácticas agroecológicas es posible porque las especies de sombra permiten crear condiciones favorables para el desarrollo de la macrofauna.

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

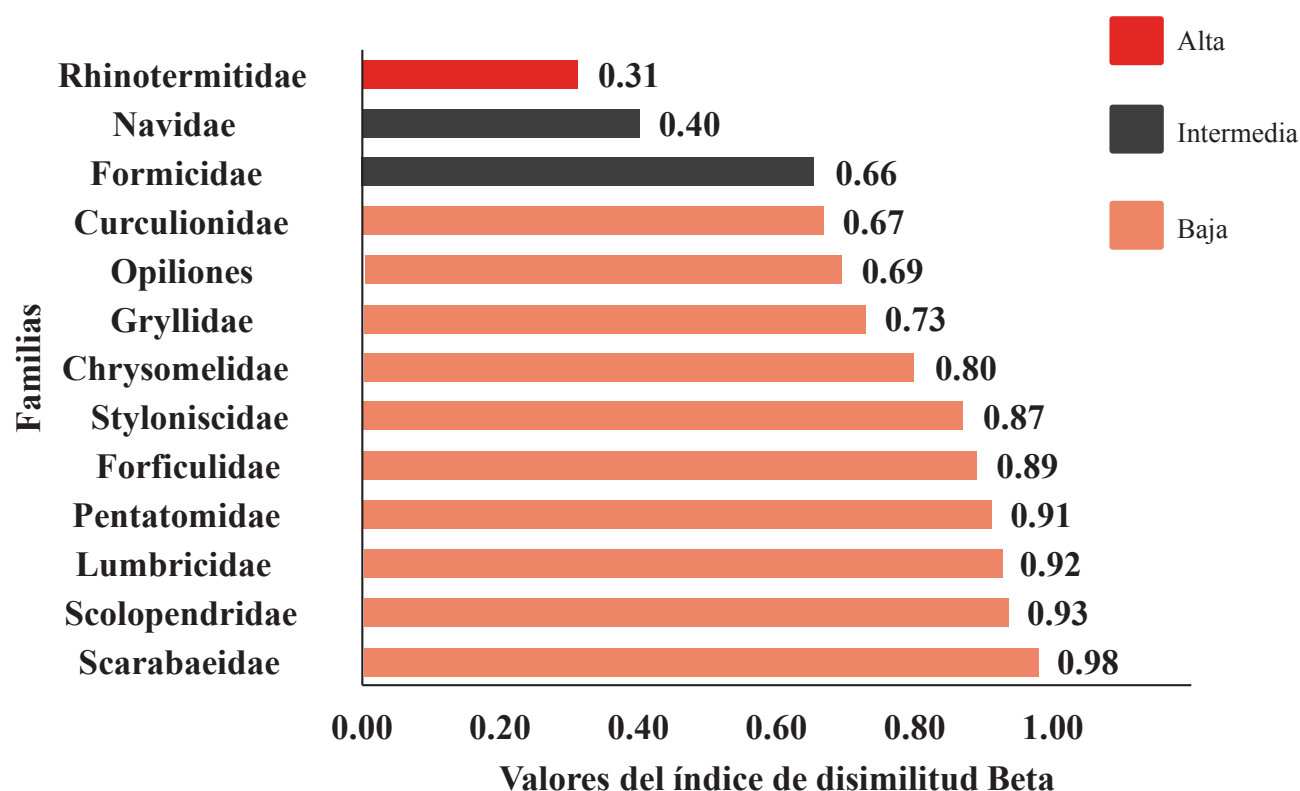


Figura 30. Índice de disimilitud Bray-Curtis para las familias taxonómicas de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas con café, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua.

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

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

El índice de disimilitud o biodiversidad beta de familias de organismos encontrados en agroecosistemas cafetaleros en Condega, Estelí se observa en la figura 31. Ente las familias menos disimiles encontramos, Staphylinidae (1), Mantidae (1), Scarabaeideae (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).

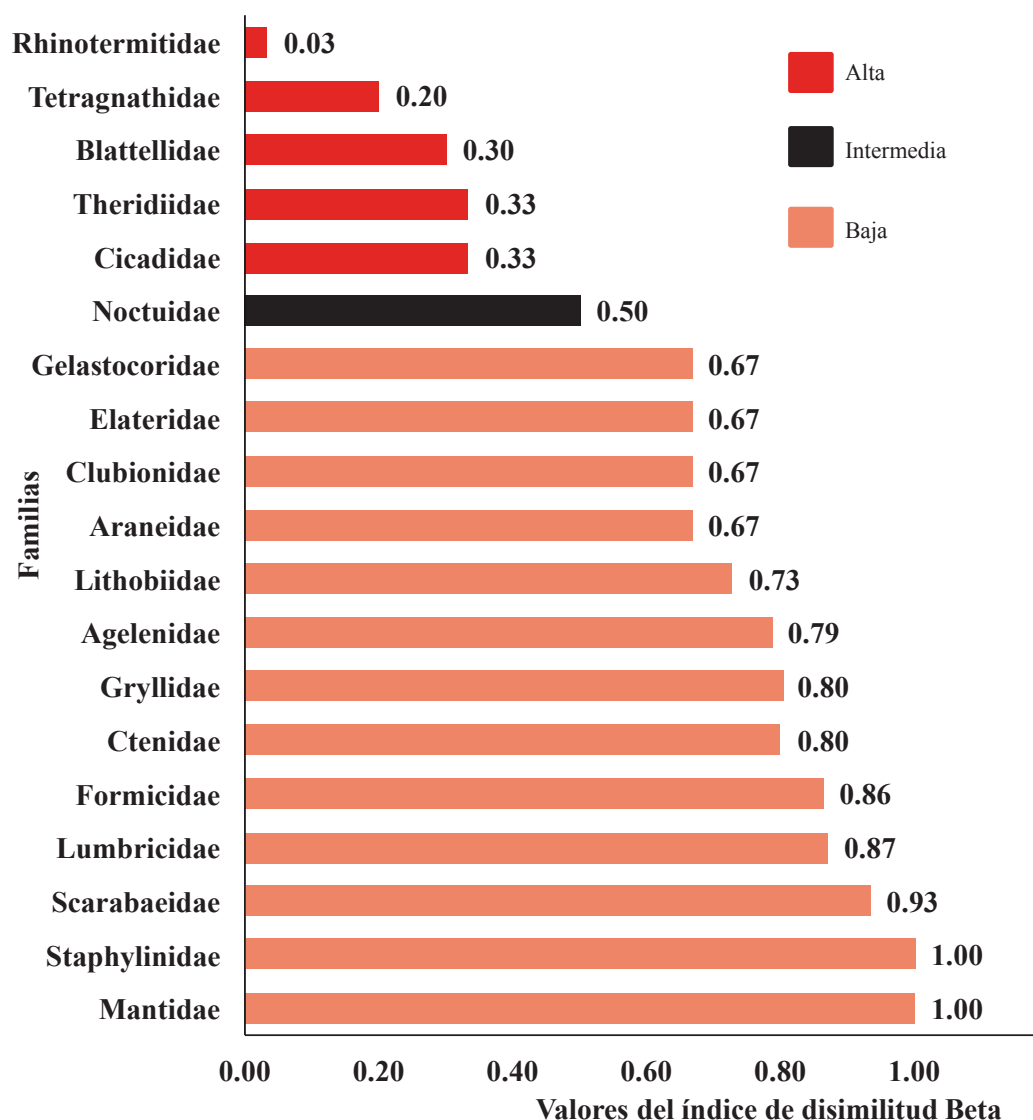


Figura 31. Índice de biodiversidad beta para familias taxonómicas de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas con café, uno poco complejo y otro medianamente complejo, Condega, Estelí, Nicaragua, 2017.

En Estelí, Condega, en ambos agroecosistemas, la mayoría de familias presentes tienen baja disimilitud, se categorizan de esta manera porque la abundancia de sus organismos es similar, pero hay familias dominantes dentro de cada agroecosistema. La familia Lumbricidae por ejemplo es dominante en ambos agroecosistemas presentando un índice de disimilitud bajo, esto ocurre porque tanto en la finca El Milagro de Dios como en Buena Vista tienen un número similar de individuos identificados dentro de esta misma familia.

La magnitud del cambio, o el grado de diferenciación en la composición entre un conjunto demuestra, la división de gradiente 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).

4.3.3 Funcionalidad de la macrofauna edáfica

La fauna edáfica está constituida por organismos que pasan toda o una parte de su vida sobre la superficie inmediata del suelo, en los troncos podridos, en la hojarasca superficial y bajo la superficie de la tierra, incluyendo desde animales microscópico hasta vertebrados de talla mediana; además desde el punto de vista de la alimentación incluye individuos que son fitófago, depredadores, omnívoros (Brown *et al*, 2001).

En Matagalpa, San Ramón, en ambos agroecosistemas, uno complejo (Finca La Espadilla) y otro poco complejo (Finca La Vecina), las familias taxonómicas más representativas desempeñan cuatro roles funcionales (Tabla 10): detritívoros, fitófagos, depredadores y omnívoros, cuyas poblaciones de los primeros tres grupos funcionales dependen del grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad, siendo éstas mayores en la finca La Espadilla.

También, en Estelí, Condega, se constató que el grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad influye sobre las poblaciones de los individuos que se comportan como: detritívoros, fitófagos y depredadores, siendo éstas mayores en la finca Linda Vista. Este comportamiento es similar para individuos que se desempeñan como microvívoro.

Tabla 10. Número de organismos según las familias taxonómicas y su rol funcional en la finca compleja La Espadilla (FE) y la finca poco compleja La Vecina (FV), San Ramón, Matagalpa.

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

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 trituration de los restos vegetales y animales que componen la hojarasca, la fragmentación mecánica de estos restos hace que haya mayor disponibilidad de alimentos para otros invertebrados más pequeños, jugando un papel importante en el reciclaje de nutrientes (Cabrera, 2014).

En San Ramón, Matagalpa se encontraron un mayor número de individuos (611 vs 442) pertenecientes a este grupo (Tabla 10). Las familias Rhinotermitidae, Scarabaeidae y Lumbricidae con mayor representatividad en la finca compleja (La Espadilla).

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

En Estelí, Condega, en la finca medianamente compleja (Linda Vista) se obtuvo un total de 721 organismos detritívoros y en el sistema poco complejo (El Milagro de Dios) 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 (Tabla 11).

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).

Depredadores

En la localidad San Ramón, Matagalpa se identificó el grupo funcional depredadores, la mayor cantidad de organismos lo obtuvo la finca compleja (Tabla 10), y los más representativos son los de la familia Opiliones, Scarabaeidae y Formicidae. Estas familias en la finca compleja realizan funciones de controladores biológicos, pero al aumentar sus poblaciones se presentan como plagas perjudicando los cultivos. Altieri y Nicholls (2002) mencionan una mayor diversidad de plantas implica una mayor diversidad de organismos y esto a su vez determina una mayor diversidad de depredadores y parasitoides, creándose cadenas tróficas complejas. En Condega, Estelí en el sistema medianamente complejo (Finca Linda Vista) se encontró una mayor diversidad y abundancia con 127 organismos depredadores (Tabla 11), en comparación con los 98 depredadores encontrado en el sistema poco complejo (Finca El Milagro de Dios). En el sistema medianamente complejo existe mayor contribución a mantener bajos los niveles de insectos plagas, reduciendo así los costos de producción.

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).

Fitófagos

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

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

En Condega, Estelí la cantidad de organismos fitófagos es mayor en la finca Linda Vista con su diseño medianamente complejo (84 individuos) en comparación con el sistema poco complejo (34) de la finca El Milagro de Dios. El sistema medianamente complejo cuenta con mayor cantidad de depredadores, promoviendo mejor control natural de organismos fitófagos. Además, la flora es más abundante y diversa en este sistema, que garantiza una mayor diversidad de alimentos para los 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).

Omnívoros

Los organismos considerados Omnívoros tienen mayor presencia en la finca compleja en San Ramón, Matagalpa (Tabla 10). Estos organismos se alimentan de cualquier tipo de restos, aunque demuestran una especial tendencia hacia materiales con fécula, sustancias dulces y productos cárnicos, aunque también pueden comer muchos otros materiales, y por supuesto, especímenes de su misma especie, contribuyen a que los procesos de degradación de la materia orgánica sean efectivos, porque ayudan como indicadores eco climáticos, de humedad y de cantidad de luz presente en el sistema (Arango y Agudelo, sf).

En San Ramón, en ambas fincas, se encuentra la familia Formicidae alimentándose de una gran cantidad de especies causando daño principalmente al follaje de los cultivos. Esta familia se convierte en plagas cuando las poblaciones aumentan y depredan a los invertebrados que sirven como controladores biológicos, se conoce que presentan un rol importante a la transformación de la estructura del suelo. Lavelle (2000) menciona que los representantes de este grupo tienen un impacto específico en el interior del suelo a partir de la transformación de sus propiedades físicas, que favorecen la formación de agregados y la estructura, el movimiento y la retención del agua, así como el intercambio gaseoso.

Holldobler y Wilson (1990), señalan que lugares donde las hormigas llegan a densidades elevadas, pueden mover la misma cantidad de suelo que las lombrices debido a que transportan restos de animales y plantas dentro de sus nidos bajo el suelo, mezclan estos materiales con la tierra excavada y el área del nido es cargada con altos niveles de carbono, nitrógeno y fósforo, consecuentemente el suelo se fragmenta en un mosaico de concentración de nutrientes.

En Condega. Estelí; el sistema medianamente complejo (Finca Linda Vista) mostró 429 organismos omnívoros y en el poco complejo (Finca El Milagro de Dios) 523 individuos. En el sistema poco complejo existe gran cantidad de árboles de guaba proporcionando 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. La finca El Milagro de Dios por presentar una menor cubierta vegetal tiende a perder materia orgánica por acción del agua de escorrentía producido durante la época lluviosa.

Tabla 11. Cantidad de organismos por rol funcional de familias encontrados en agroecosistemas cafetaleros con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo (FE) y medianamente complejo (FL). Condega, Estelí, Nicaragua 2017

Familias	Detritívoros		Fitófago		Depredadores		Omnívoros		Microvívoro	
	FL	FE	FL	FE	FL	FE	FL	FE	FL	FE
Acanthodrilidae	166	-	-	-	-	-	-	-	166	-
Acrididae	8	-	-	-	-	-	8	-	-	-
Actinopodidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Agelenidae	-	-	-	-	17	11	-	-	-	-
Anthocoridae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Anyphaenidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Aphrophoridae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Araneidae	-	-	-	-	2	4	-	-	-	-
Arctiidae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Argidae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Blattellidae	17	3	-	-	-	-	17	3	-	-
Blattidae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Braconidae	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
Calliphoridae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Cerambycidae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Cercopidae	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Chalcididae	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
Chrysopidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Cicadidae	10	2	10	2	-	-	-	-	-	-
Cimicidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Clothodidae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Clubionidae	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
Cosmetidae	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-
Ctenidae	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-
Curculionidae	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Cydnidae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Cynipidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Elateridae	1	2	1	2	1	2	-	-	-	-
Entomobryidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Forficulidae	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formicidae	-	-	-	-	-	-	-	-	22	29
Gelastocoridae	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-
Gelechiidae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glomeridae	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gryllidae	-	-	16	24	-	-	-	-	-	-
Ixodidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Japygidae	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Julidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

Familias	Detritívoros		Fitófago		Depredadores		Omnívoros		Microvívoro	
	FL	FE	FL	FE	FL	FE	FL	FE	FL	FE
Linyphiidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Lithobiidae	-	-	-	-	4	7	-	-	-	-
Lumbricidae	398	517	-	-	-	-	398	517	398	517
Lycidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Lygaeidae	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Lymantriidae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Machilidae	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
Mantidae	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
Mantispidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Mecistocephelidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Membracidae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Molongenidae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Muscidae	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Mycetophilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-
Mydidae	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
Nabidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Nitidulidae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Noctuidae	-	-	6	2	-	-	-	-	-	-
Paronellidae	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Pentatomidae	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
Polydesmidae	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-
Porcellionidae	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pteromalidae	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
Pulicidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Pyralidae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Reduviidae	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
Rhinotermitidae	1	60	-	-	-	-	-	-	-	-
Salticidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Scarabaeidae	42	48	42	48	-	-	-	-	-	-
Scelionidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Staphylinidae	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-
Stratiomyidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Styloniscidae	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syrphidae	-	-	7	-	7	-	-	-	-	-
Tenebrionidae	3	-	3	-	3	-	-	-	-	-
Termitidae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Termopsidae	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Tetragnathidae	-	-	-	-	1	9	-	-	-	-
Tetrigidae	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
Theridiidae	-	-	-	-	10	2	-	-	-	-
Total	734	633	109	84	85	54	428	523	604	546

Microvívoros

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, la finca Linda Vista de Condega, Estelí, se consideró este grupo funcional encontrándose un total de 604 organismos microvívoros y en el sistema poco complejo (Finca El Milagro de Dios) 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, el objetivo principal de este productor es la diversificación de especies vegetales y la conservación de los recursos. En el manejo de este sistema no se realizan aplicaciones de agrotóxicos y no se interviene en la textura y estructura del suelo. Debido a la gran cantidad de especies vegetales y el manejo agroecológico este sistema se mantiene siempre húmedo y con grandes cantidades de materia orgánica, siendo un factor determinante para la diversificación y abundancia de organismos presentes en un sistema. La presencia de microvívoros en forma abundante dentro del sistema medianamente complejo es promovida por el establecimiento de especies vegetales utilizadas como sombra. Estas especies en su mayoría pertenecen al género *edulis* (*Inga edulis* L.) se caracterizan por aportar constantemente grandes cantidades de materia orgánica, favoreciendo a organismos que pasan un mayor tiempo de vida en el suelo.

4.4 Caracterización de la flora arbórea y su funcionalidad

Dennis José Salazar Centeno, Claudio Arsenio Calero, Brandon Rafael de Jesús Castillo Corea, Richard José García Fuentes, Cristian Fabricio Cruz Midence, Evert Saul Rodríguez, Gerardo López Montenegro y Ramón Isidro Medina Acuña

En Matagalpa, San Ramón, se avaluó el componente arbóreo en los agroecosistemas La Espadilla y El Charquito. El agroecosistema La Espadilla tiene diseños y manejos de su biodiversidad complejos (Figura 14), cuya área es de 3.5 hectáreas (Tabla 1) y se gerencia bajo el paradigma agroecológico. Este componente está representado en este agroecosistema por un área boscosa, árboles de sombra en el sistema agroforestal de café, un área silvopastoril y cercas vivas. El agroecosistema El Charquito posee diseños y manejos de su biodiversidad pocos complejos (Cruz y Rodríguez, sf), cuya área es de 5.6 hectáreas. La diversificación productiva de este agroecosistema es muy baja, tienen el café como cultivo principal, en ocasiones siembra durante la época seca de manera convencional, con alta dependencia de insumos externos, no realiza rotación de cultivos, por sus condiciones húmedas construye zanjas de escurrimientos, en ciertas áreas de café, y realiza captación de agua que le permite sembrar cucúrbitas durante la época seca. La parte arbórea de este agroecosistema es representada por los árboles de sombra del sistema agroforestal de café y cercas vivas.

En Estelí, Condega, se avaluó el componente arbóreo en los agroecosistemas Linda Vista y El Milagro de Dios. El agroecosistema Linda Vista tiene diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos (Figura 13), cuya área es de 39.2 hectáreas (Tabla 1) y se gerencia bajo el paradigma agroecológico. Los árboles se localizan en el sistema agroforestal de café, en el bosque discetaneo y el de liquidámbar. El agroecosistema El Milagro de Dios posee diseños y manejos de su biodiversidad pocos complejos, cuya área es de 5.6 hectáreas. Los árboles se encuentran en el sistema agroforestal de café y en un bosque de pino.

4.4.1. Composición taxonómica de la flora arbórea e índice de biodiversidad alfa y beta

En Matagalpa, San Ramón, en el agroecosistema La Espadilla se registraron 440 individuos del componente arbóreo y se identificaron taxonómicamente, 25 familias, 31 géneros y 37 especies (Figuras 32 y Tabla 1a). Las familias más representativas son: Fabaceae, Mimosaceae, Boraginaceae, Sterculiaceae, Sapotaceae, Apocynaceae, Asteraceae, Anacardiaceae y Aquifoliaceae con 142, 93, 43, 22, 19, 18, 13, 12 y 12 árboles, respectivamente. Las especies más representativas son: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., *Inga densiflora* Benth, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken, *Inga punctata* L., *Lonchocarpus atropurpureus* Benth., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Chrysophyllum cainito* L., *Erythrina fusca* Loureir, *Stemmadenia donnell-smithii* (Rose) Woodson, *Ilex guianensis* Aubl., *Lasiantha fruticosa* (L.) K. Becker, *Tapirira guianensis* Aubl. y *Platymiscium pinnatum* (Jac.) con 77, 64, 39, 29, 23, 22, 19, 19, 18, 13, 12, 12 y 11 individuos, respectivamente.

En el agroecosistema El Charquito se registraron 207 árboles, pertenecientes a 22 familias, 24 géneros y 26 especies (Figura 32 y Tabla 1a). Las familias más representativas son: Mimosaceae, Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Boraginaceae, Apocynaceae, Juglandaceae y Sterculiaceae con 73, 62, 14, 14, 9, 5, 5 y 5 árboles, respectivamente. Entre las especies con mayor abundancia están *Inga densiflora* Benth, *Gliricidia sepium*

(Jacq.) Steud., *Myrcianthes fragans* (Sw) M., *Persea caerulea* (Ruiz & P.), *Erythrina berteroana* Urb., *Cordia alliodora* (Ruiz & P.), *Guazuma ulmifolia* Lam., *Juglans regia* L., y *temmadenia donnell-Smith*. con 72, 43, 14, 14, 12, 9, 5, 5 y 5 individuos, respectivamente.

En el arreglo del arbolado en línea se evaluaron 92 individuos en la finca La Espadilla y 88 en la finca El Charquito. En ambos agroecosistemas, se encuentra la familia Fabaceae, representada por *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, utilizada como cercas vivas, forraje para el ganado en áreas silvopastoriles y cumplen la función de fijar nitrógeno al agroecosistema.

En Estelí, Condega, en el agroecosistema Linda Vista se registraron 539 árboles, que pertenecen a 28 familias, 40 géneros y 48 especies (Figura 32 y Tabla 2a). Las principales familias son: Fabaceae, Hamamediláceas, Fagaceae, Lauraceae, Asteraceae, Pinaceae, Clusiaceae, Lamiaceae, Rhamnaceae, Meliaceae y Mimosaceae con 150, 84, 73, 44, 21, 20, 18, 12, 12, 10 y 9 individuos, respectivamente. Las especies con mayor frecuencia son *Inga edulis* Mart., *Liquidambar styraciflua* L., *Inga punctata* Willd., *Quercus brenesii* Trel., *Quercus bumeloides* Liebm, *Cinnamomum triplinerve* (Ruiz & Pav.) Kosterm, *Lasianthaea fruticosa* (L.) K. Becker, Mem, *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl., *Calophyllum brasiliense* Cambess, *Cupania guatemalensis* (Turcz.) Radlk., *Karwinskia calderonii* Standl., *Persea americana* Mill., *Vitex gaumeri* Greenm, *Vochysia ferruginea* Mart y *Cedrela odorata* L. con 87, 84, 43, 37, 29, 25, 21, 20, 18, 18, 12, 12, 12, 11 y 10 individuos, respectivamente.

En el agroecosistema El Milagro de Dios se registraron 343 árboles y se identificaron taxonómicamente 15 familias, 19 géneros y 21 especies (Figura 32 y Tabla 2a). Las familias con mayor frecuencia son: Pinaceae, Fagaceae, Fabaceae, Hamamediláceas y Urticaceae con 152, 87, 59, 19 y 6 individuos, respectivamente. Las especies más frecuentes son: *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl., *Quercus bumeloides* Liebm, *Inga edulis* Mart., *Inga punctata* Willd, *Liquidambar styraciflua* L., *Quercus brenesii* Trel y *Cecropia francisci* Snethl. con 152, 74, 33, 22, 19, 13 y 6 árboles, respectivamente.

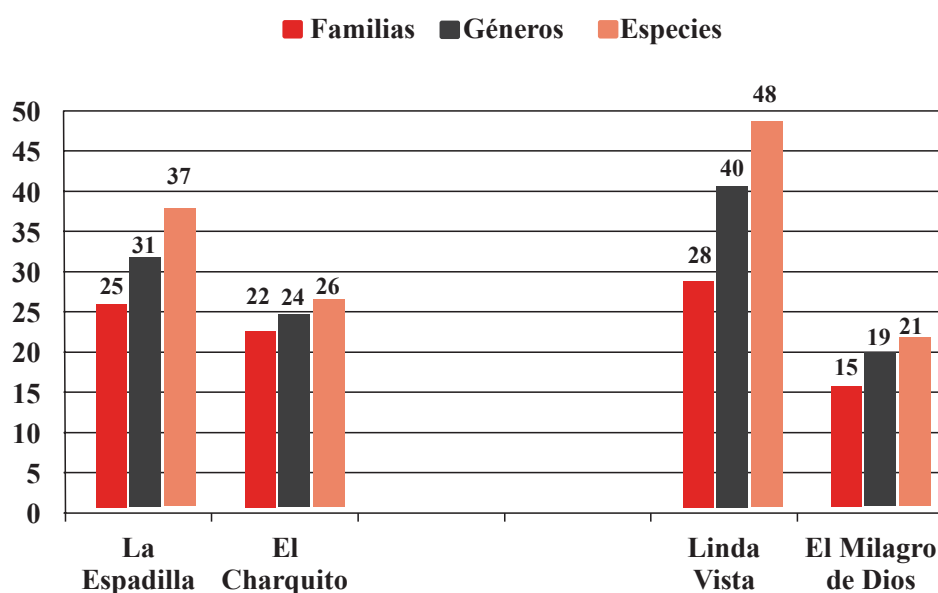


Figura 32. Taxones del componente arbóreo de dos agroecosistemas con café en San Ramón, Matagalpa (La Espadilla y El Charquito) y dos en Estelí, Condega (Linda Vista y Milagro de Dios), 2016-2017.

A los agroecosistemas se le realizó un análisis con el índice de biodiversidad del perfil de Renyi para analizar la diversidad alfa. En la figura 33 se constata que el agroecosistema La Espadilla posee una mayor riqueza de especies arbóreas, cuyas frecuencias o abundancia son más uniformes, menos dominantes y más equitativas. Esto se demuestra porque la curva del agroecosistema La Espadilla siempre está por encima de la del agroecosistema El Charquito.

También, en Estelí, Condega, se confirma que el agroecosistema Linda Vista posee una mayor riqueza de especies, cuyas frecuencias o abundancia son más uniformes, menos dominantes y más equitativas (Figura 34). Esto se demuestra porque la curva del agroecosistema Linda Vista siempre está por encima de la del agroecosistema El Milagro de Dios.

En San Ramón, Matagalpa, en ambos agroecosistemas se identificaron 20 especies arbóreas comunes (Figura 35 Tabla 1a). Las especies *Inga punctata* L., *Tapirira guianensis* Aubl. y v L., tienen un índice de Bray Curtis menor o igual a 0.33, que significa una disimilitud alta y sus poblaciones son numéricamente muy diferentes. Estas especies se encuentran con mayor frecuencia en el agroecosistema la Espadilla (Tabla 1a). Se identificaron ocho especies con disimilitud baja, que son las que tienen un índice de Bray Curtis superior o igual a 0.67, que significa que sus abundancias o frecuencias son muy similares en ambos agroecosistemas. Las restantes nueve especies arbóreas tienen un índice de Bray Curtis que es superior a 0.33 pero inferior a 0.67, que significa una disimilitud intermedia.

En Estelí, Condega, en ambos agroecosistemas se identificaron 16 especies arbóreas comunes (Figura 36 Tabla 2a). Las especies *Cupania guatemalensis* (Turcz.), *Karwinskia calderonii* Standl, *Lasianthaea fruticosa* (L.) K., *Lonchocarpus latifolius* Kunth ex DC., *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. y *Pterocarpus rohrii* Vahl, tienen un índice de Bray Curtis menor o igual a 0.33, que significa una similitud alta y sus poblaciones son numéricamente muy diferentes. Estas especies se encuentran con mayor frecuencia en el agroecosistema Linda Vista (Tabla 2a), excepto *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. Se identificaron dos especies con disimilitud baja, que son las que tienen un índice de Bray Curtis superior o igual a 0.67, que significa que sus abundancias o frecuencias son muy similares en ambos agroecosistema. Las restantes ocho especies arbóreas tienen un índice de Bray Curtis que es superior a 0.33 pero inferior a 0.67, que significa una disimilitud intermedia.

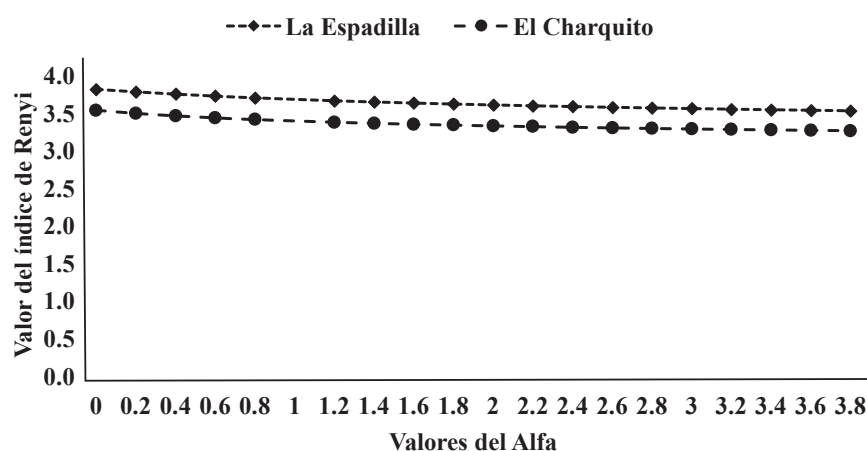


Figura 33. Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las especies arbóreas de dos agroecosistemas con café, con manejos y diseños de su biodiversidad complejos (La Espadilla) y poco complejos (El Charquito), San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2016.

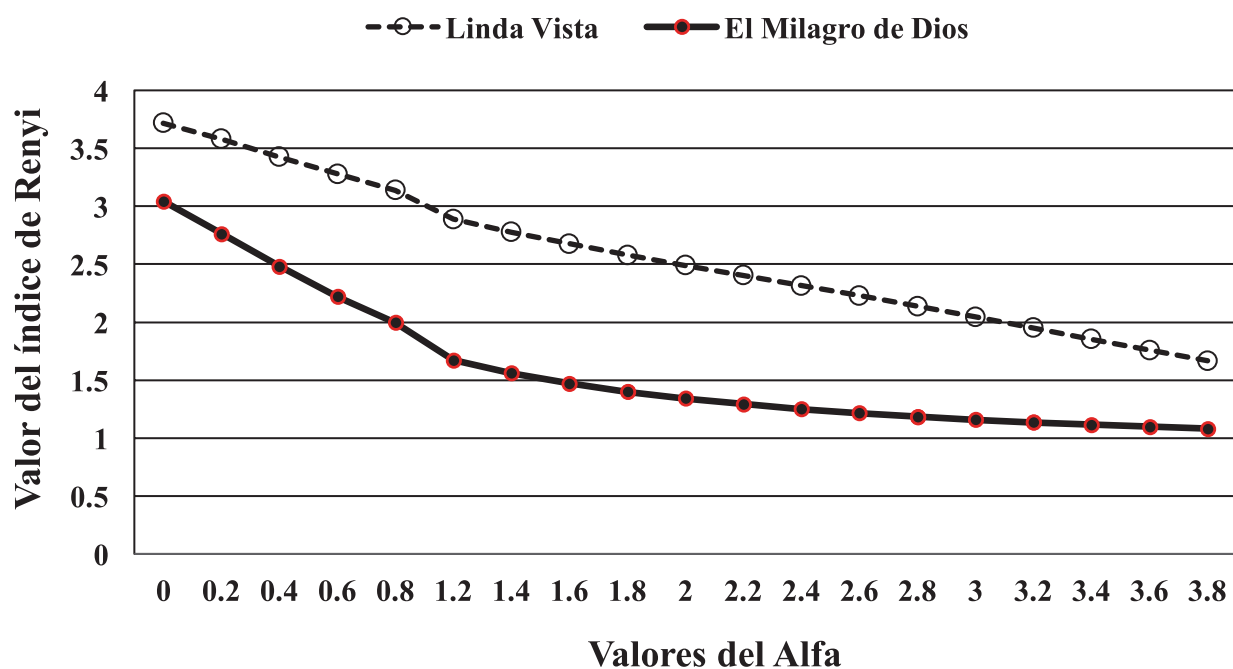


Figura 34. Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para las especies arbóreas de dos agroecosistemas con café, con manejos y diseños de su biodiversidad medianamente complejos (Linda Vista) y poco complejos (El Milagro de Dios), Condega, Estelí, Nicaragua, 2016.

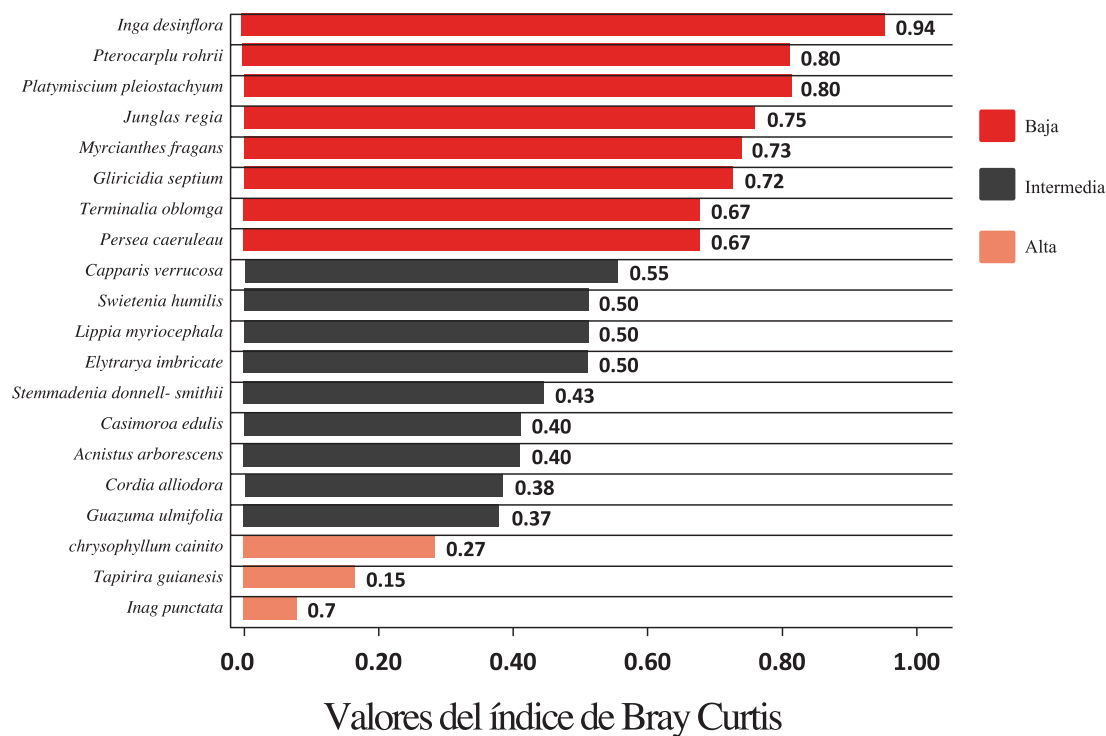


Figura 35. Índice de disimilitud de Bray Curtis para las especies arbóreas comunes en los agroecosistemas La Espadilla y El Charquito, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2016.

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

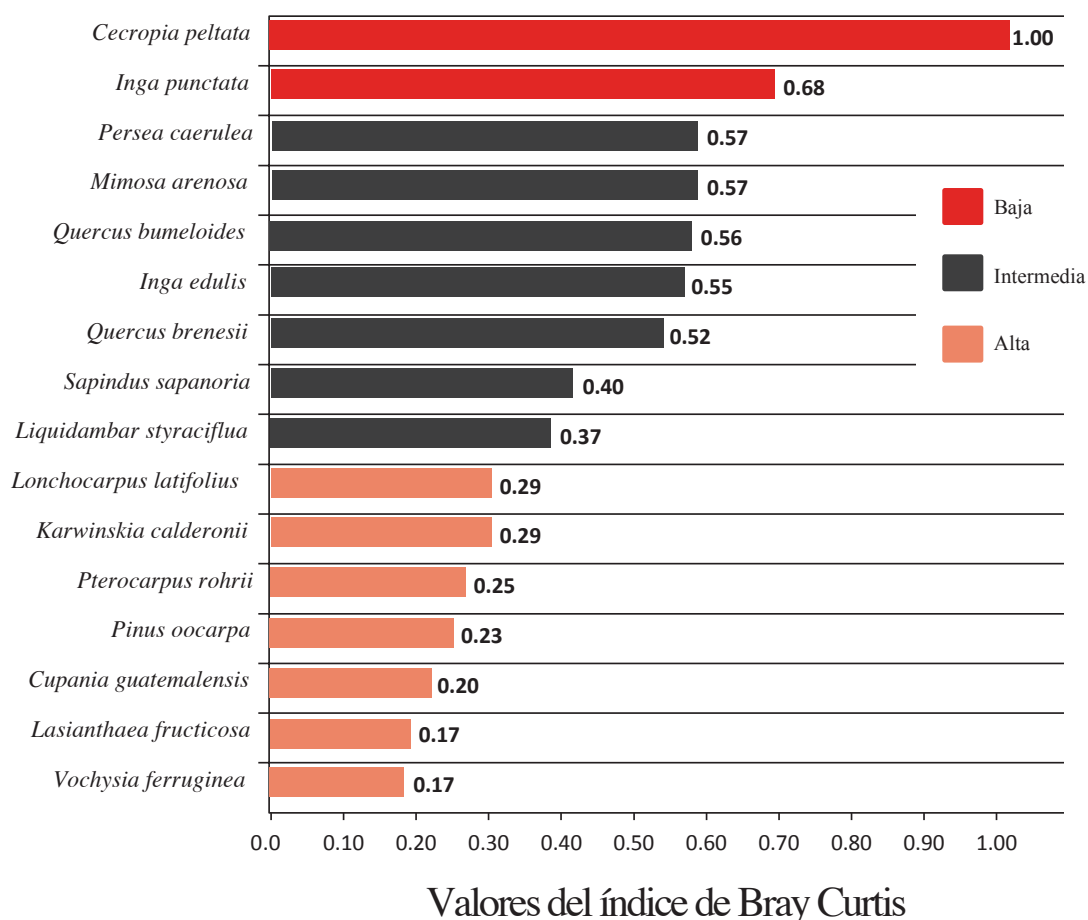


Figura 36. Índice de disimilitud de Bray Curtis para las especies arbóreas comunes en los agroecosistemas Linda Vista y El Milagro de Dios, Condega, Estelí, Nicaragua, 2016.

4.4.2. Funcionalidad de las familias taxonómicas del componente arbóreo

El MARENA (2002) determina que las plantas arbóreas pueden ejercer las siguientes funciones: energética, industrial, cortina rompe vientos, cercas vivas, sombra y alimento para ganado, manejo de bosques para enriquecimiento y construcción.

En Matagalpa, San Ramón, en ambos agroecosistemas se identificaron plantas arbóreas que pueden desempeñar las funciones descritas por MARENA (2002), pero en el agroecosistema La Espadilla se registraron más árboles realizando estas funciones. Estos resultados demuestran que en este agroecosistema hay más familias y con mayor frecuencia que en el agroecosistema El Charquito realizando las funciones antes descritas, que permite que el agroecosistema La Espadilla sea más diverso en la flora arbórea, con una mejor funcionalidad y sinergismo para la familia productora, para el agroecosistema y la cuenca hidrográfica.

En ambos agroecosistemas las familias con funciones energéticas, son: Acanthaceae Apocynaceae, Bignonaceae, Boraginaceae, Capparaceae, Combretaceae, Fabaceae, Juglandaceae, Lauraceae, Malvaceae, Meliaceae, Mimosaceae, Myrtaceae, Rutaceae, Sapotaceae, Solanaceae, Sterculiaceae, Verbenaceae, mientras que las familias, Anacardiaceae, Aquifolaceae, Asteraceae, Bombacaceae, Clusiaceae, Cecropiaceae, Cupressaceae, Moraceae y Vixaceae únicamente existen en el agroecosistema La Espadilla y la familia Cupressaceae solo está en el agroecosistema El Chaquito cuyas frecuencias se pueden observar en la tabla 1a. Las familias presentes en los dos agroecosistemas para un aprovechamiento industrial son: Fabaceae, Lauraceae, Malvaceae y Rutaceae, y la familia Myrtaceae únicamente está presente en el agroecosistema La Espadilla. Las plantas arbóreas para cortinas rompe vientos pertenecen a las familias Fabaceae, Lauraceae, Malvaceae, que se localizan en ambos agroecosistemas y Sapindaceae y Myrtaceae en el agroecosistema La Espadilla. En ambos agroecosistemas, las plantas arbóreas registradas que pueden ser establecidas como cercas vivas pertenecen a las familias, Fabaceae, Lauraceae, Malvaceae, mientras que la familia Sapindaceae únicamente se encuentra en el agroecosistema La Espadilla. Las plantas arbóreas que pueden ser utilizadas para sombra y alimento para el ganado, en el agroecosistema El Chaquito, pertenecen a las familias, Fabaceae, Lauraceae, mientras que las pertenecientes a las familias Malvaceae y Sterculiaceae en ambos agroecosistemas. Las plantas arbóreas que pueden ser utilizadas para el manejo de bosques para enriquecimiento, en ambos agroecosistemas, son de las familias, Fabaceae, Lauraceae, Malvaceae, mientras que las Anacardiaceae solo en el agroecosistema La Espadilla. Las plantas para fines de construcción pertenecen a las familias, Bombacaceae, Fabaceae, Lauraceae, Malvaceae, Meliaceae, Rutaceae, Verbenaceae, que están presentes en los dos agroecosistemas.

También, en Estelí, Condega, las plantas arbóreas tienen múltiples funciones: energética, industrial, cortina rompe vientos, cercas vivas, sombra y alimento para ganado, manejo de bosques para enriquecimiento y construcción, pero en el agroecosistema Linda Vista se registró más árboles realizando las funciones descritas. Igualmente, estos resultados manifiestan que en el agroecosistema Linda Vista hay más familias y con mayor frecuencia que en la finca El Milagro de Dios realizando las funciones descritas, que permite que ésta sea más diversa en la flora arbórea, con una mejor funcionalidad y sinergismo para la familia productora, para el agroecosistema y la cuenca hidrográfica.

Entre las familias identificadas como potencial para plantas energéticas están: Anacardiaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Fagaceae, Hamamediláceae, Malvaceae, Meliaceae, Myrtaceae, Pinaceae, Rhamnaceae, Vochysiaceae. Las familias identificadas con rol funcional industrial son: Bombacaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Pinaceae, Sterculiaceae, Zingiberaceae. Las familias con rol de cortinas rompe vientos son: Fabaceae, Myrtaceae. Entre las familias con funcionalidad de cercas vivas se encontraron las siguientes: Fabaceae, Sapindaceae. En esta localidad se pueden considera como plantas de sombra y alimento para el ganado a las familias: Euphorbiaceae, Fabaceae, Rhamnaceae, Sapindaceae, Sterculiaceae. No obstante, hay que resaltar que en ambos agroecosistemas no hay crianza de ganado bovino. Entre las familias con enfoque de manejo de bosques para enriquecimiento se encontraron: Fabaceae, Lauraceae y Sapindaceae y entre las familias con función para construcción se encontraron: Bombacaceae, Boraginaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Fagaceae, Hamamediláceae, Hernandiaceae, Meliaceae, Vochysiaceae.

4.4.3. Características dasométricas y silviculturales de la flora arbórea

En la figura 37 se observa que en las dos agroecosistemas localizados en Matagalpa, San Ramón, existe un deterioro fuerte del arbolado, es decir, no existe predominancia en la abundancia según el porcentaje de árboles presentado por tamaño de diámetro. No hay indicios de presencia normal de la regeneración natural de la existencia de cierta diversidad de especies arbóreas, ya que el agroecosistema La Espadilla presenta 37 especies y El Charquito tiene 26 especies forestales. En términos generales el efecto antropogénico es fuerte y continuo.

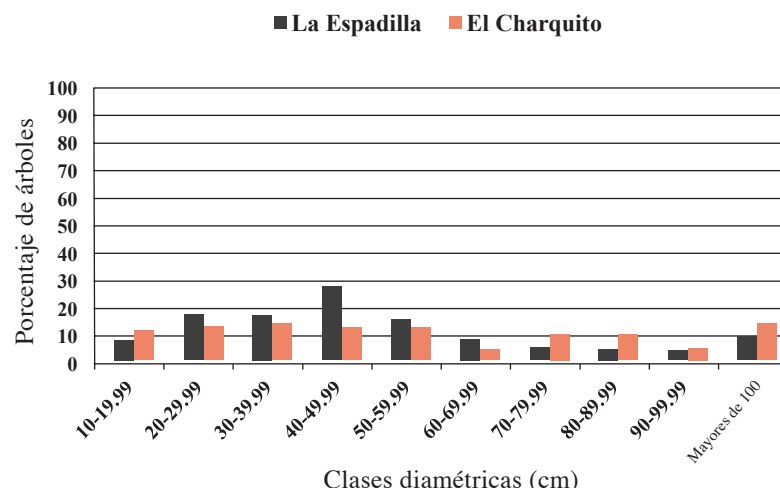


Figura 37. Porcentaje de árboles en cada clase diamétrica (cm) del arbolado en dos agroecosistemas con café (La Espadilla y El Charquito) en San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2016.

En la figura 38 se aprecian las categorías del diámetro (cm) de los fustes registrados en la localidad de Estelí, Condega. A pesar de que los dos agroecosistemas presentan perturbación en la existencia arbórea y en la cantidad de individuos, los porcentajes que presenta la figura 38, representan una baja abundancia en el arbolado. Los árboles maduros y aprovechables están presentes en un bajo número de individuos. Sin embargo, aproximadamente un 30 % de árboles entre 10 y 19.99 cm de diámetro normal y entre un 25 a 40 %, cuyo diámetro oscila entre 20 y 29.99 cm, representan una población de árboles que pueden ser el inicio de la regeneración dentro de los cafetales o al menos pueden ser bien manejados dentro del agroecosistema.

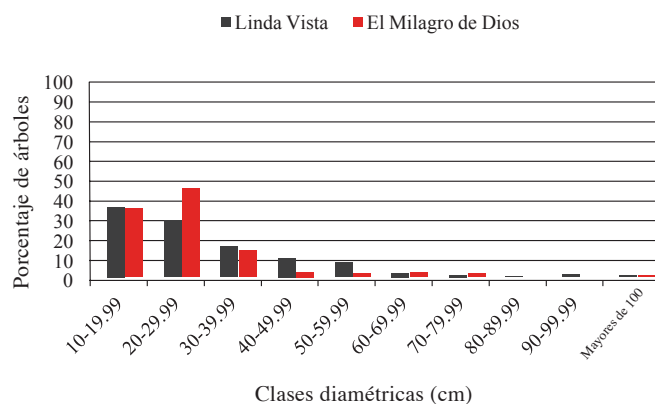


Figura 38. Porcentaje del número de árboles por clase diamétrica (cm) en dos agroecosistemas con café (Linda Vista y El Milagro de Dios) en Condega, Estelí, Nicaragua, 2016.

La calidad de los fustes del arbolado de los agroecosistemas cafeteros en Matagalpa, San Ramón, se muestra en la figura 39. Los arbolados presentan una calidad estética y biológica poco aceptable, ya que el mayor porcentaje de árboles en los dos agroecosistemas son de una vigorosidad no tan buena y con curvaturas en los fustes, con daños leves que pueden comprometer la calidad genética de las especies presentes en los dos agroecosistemas.

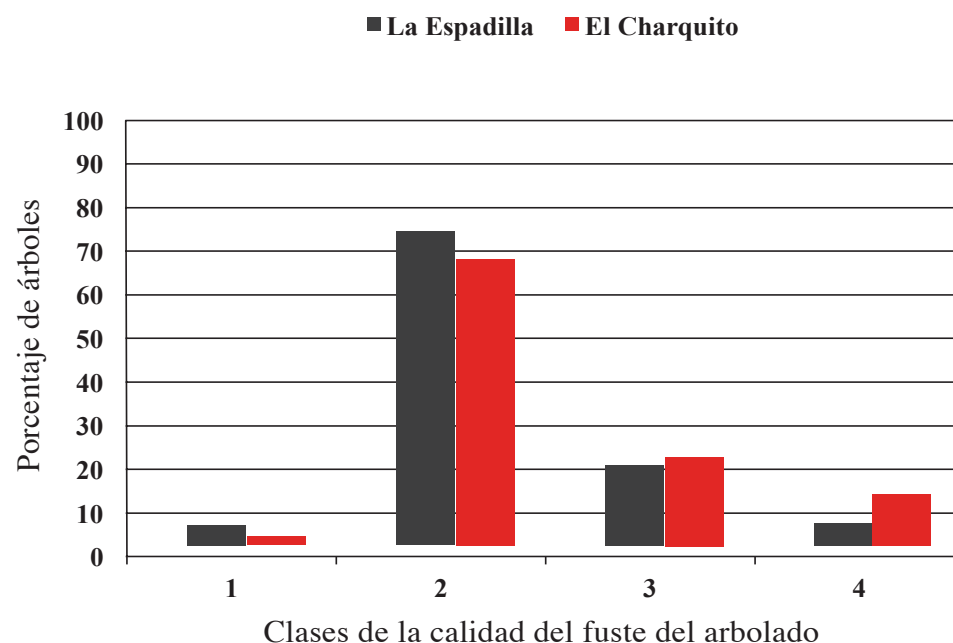


Figura 39. Porcentaje de la calidad de fustes del arbolado en dos agroecosistemas con café (Finca La Espadilla y Finca El Charquito) en San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2016.

En la figura 40 se puede observar la calidad de los fustes del arbolado de los agroecosistemas cafeteros en Estelí, Condega. El agroecosistema El Milagro de Dios, presenta mayor porcentaje de árboles con fustes rectos y sanos, también árboles con leves curvaturas, hasta en un 60 %. Esto puede representar una mejor estética que en el agroecosistema Linda Vista.

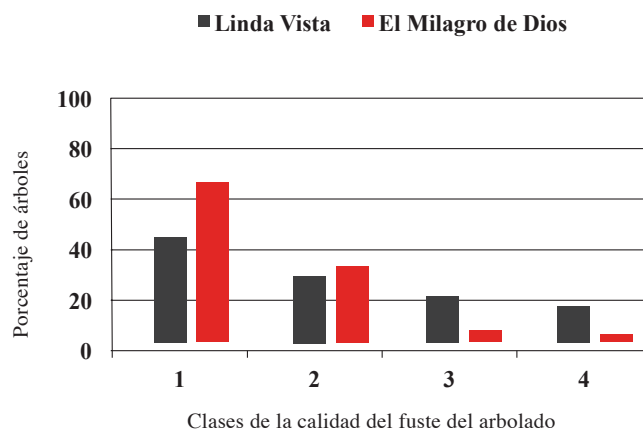


Figura 40. Porcentaje del número de árboles por calidad de fustes del arbolado dispersos en dos agroecosistemas con café (Linda Vista y El Milagro de Dios) en Condega, Estelí, Nicaragua, 2016.

Los resultados de las características dasométricas y silviculturales de la flora arbórea, en ambas localidades, permiten aseverar que hay que fomentar la reforestación de los agroecosistemas cafeteros, pero basada en una estrategia que garantice un buen manejo silvicultural de las poblaciones arbóreas, para garantizar belleza escénica y estética, así como la calidad genética de las especies presentes. Por consiguiente, en los cuatro agroecosistemas se debe hacer un rediseño del componente arbóreo en los cafetales.

4.5 Grado de sostenibilidad de los agroecosistemas

Dennis José Salazar Centeno, Manuel Antonio Morales Navarro y Luis Orlando Valverde Luna, Gerardo López Montenegro, Ramón Isidro Medina Acuña

En San Ramón, Matagalpa, el agroecosistema La Espadilla tiene diseños y manejos de su biodiversidad complejos, mientras que el agroecosistema El Charquito son pocos complejos (Figura 13). En El Bramadero de la reserva Canta Gallo, Condega, Estelí, el agroecosistema Linda Vista posee diseños y manejos de su biodiversidad medianamente complejos, mientras que el agroecosistema El Milagro de Dios son pocos complejos (Figura 14). A estos agroecosistemas se les aplicó la Herramienta de Evaluación de Sostenibilidad de Finca (HESOFI) y se determinaron los siguientes índices de sostenibilidad: general, por componente y por indicador (Bertinaria, 2016, y Bertinaria et al 2016).

4.5.1 Índice de sostenibilidad general de los agroecosistemas

El índice de sostenibilidad general de un agroecosistema se obtiene haciendo la relación de la sumatoria de los valores reales de cada dimensión entre la suma de los valores máximos teóricos de cada dimensión ($300 = 100 + 100 + 100$) por cien. En la figura 41 se puede apreciar el nivel o índice de sostenibilidad general de los agroecosistemas localizados en San Ramón y El Bramadero.

Basados en los resultados de los cuatro agroecosistemas con café se puede aseverar que el grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad de los agroecosistemas es directamente proporcional al el nivel o índice de sostenibilidad general, siempre que se garanticen buenos indicadores en las tres dimensiones de la sostenibilidad (Figura 41).

En San Ramón, el agroecosistema La Espadilla tiene un índice de sostenibilidad general de 85% $((80+78+98)/300)*100$, que se cataloga como bueno y es superior al del agroecosistema El Charquito que es de 38% $((34+32+50)/300)*100$ (Figura 41), el cual no es aceptable. El agroecosistema La Espadilla es más robusto en las tres dimensiones de la sostenibilidad (agroambiental, económica y socio-política-cultural) que El Charquito. Estos resultados de las tres dimensiones de la sostenibilidad desfavorecen al agroecosistema El Charquito al reducir su índice de sostenibilidad general, cuyo valor es de 38%.

En El Bramadero, el agroecosistema Linda Vista tiene un índice de sostenibilidad general de 72% $((63+81+72)/300)*100$, que es superior al del agroecosistema El Milagro de Dios que es de 39% $((48+22+48)/300)*100$ (Figura 41). No obstante, esos índices de sostenibilidad general no se deben considerar como aceptables, debido a que ninguno de ellos supera el 80%. El agroecosistema Linda Vista es más robusto, en las tres dimensiones de la sostenibilidad (agroambiental, económica y socio-política-cultural),

que el agroecosistema El Milagro de Dios. Estos resultados de las tres dimensiones de la sostenibilidad desfavorecen al agroecosistema El Milagro de Dios al reducir su índice de sostenibilidad general hasta un 39%.

Estos resultados permiten afirmar que el índice de sostenibilidad general de un agroecosistema con café no solamente depende de implementar prácticas agroecológicas en éste, sino que en la gerencia del agroecosistema, además de éstas, hay que considerar prácticas e indicadores de las dimensiones socio-político-cultural y económica, como es el caso del agroecosistema La Espadilla, el cual debe superar, a lo inmediato, el 78% de la dimensión económica.

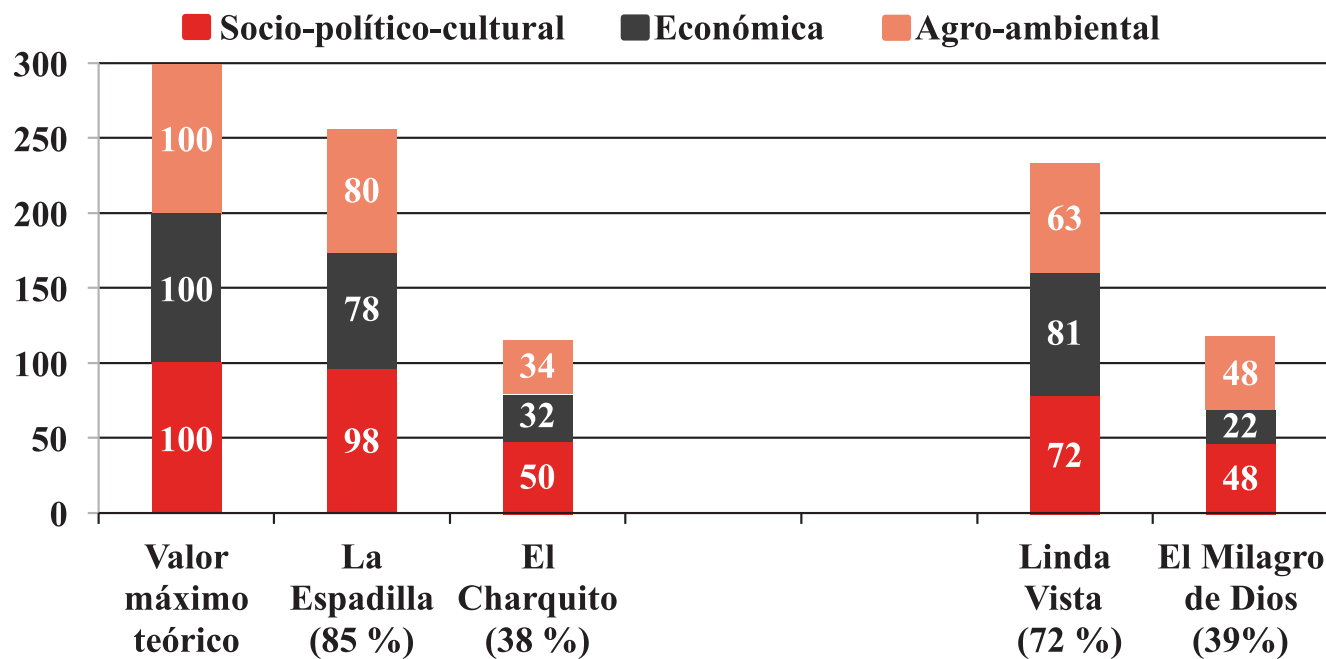


Figura 41. Nivel de sostenibilidad general de los agroecosistemas con café en San Ramón, Matagalpa y en El Bramadero, Condega, Nicaragua, 2016.

4.5.2 Índice de sostenibilidad de los componentes en cada dimensión

En las figuras 42 y 43 se presenta el nivel de sostenibilidad por componente en cada dimensión. La dimensión socio-político-cultural tiene los componentes bienestar, relaciones internas, relaciones externas y cultura y territorio (Tabla 12).

En San Ramón, en el agroecosistema El Charquito se debe mejorar los componentes de la dimensión socio-político-cultural (Figura 42), cuyos índices de sostenibilidad oscilan entre 26 y 70%. Lo contrario acontece en el agroecosistema La Espadilla, cuyos componentes de esta dimensión son catalogados como excelentes (bienestar y relaciones internas) y óptimos (relaciones externas y cultura y territorio).

La dimensión económica está conformada por los componentes desarrollo y eficiencia y dinamismo (Tabla 12). En San Ramón, en ambos agroecosistemas se debe mejorar el componente eficiencia y dinamismo, cuyo índice de sostenibilidad es de 66% para el agroecosistema La Espadilla y de 19% para El Charquito, no

logrando alcanzar un índice de 80 % (Figura 42), que se considera como bueno. En este último agroecosistema se tiene que mejorar el componente desarrollo, dado que obtuvo un índice de sostenibilidad de 45%.

La dimensión agro-ambiental está constituida por los componentes biodiversidad, territorio, suelo y agua, defensa de los cultivos, energía y parte animal (Tabla 12). En San Ramón, en el agroecosistema La Espadilla, solamente, el componente energía (25%) se debe mejorar. En este agroecosistema, dos componentes alcanzaron el índice óptimo (biodiversidad y territorio) y los restantes (suelo y agua, defensa de los cultivos y crianza animal) un índice categorizado como bueno (86, 88 y 81%). En el agroecosistema El Charquito, solamente, el componente territorio logró el valor óptimo (100%). Los otros componentes de esta dimensión obtuvieron índices que oscilaron entre 0 y 52%.

— La Espadilla --- El Charquito

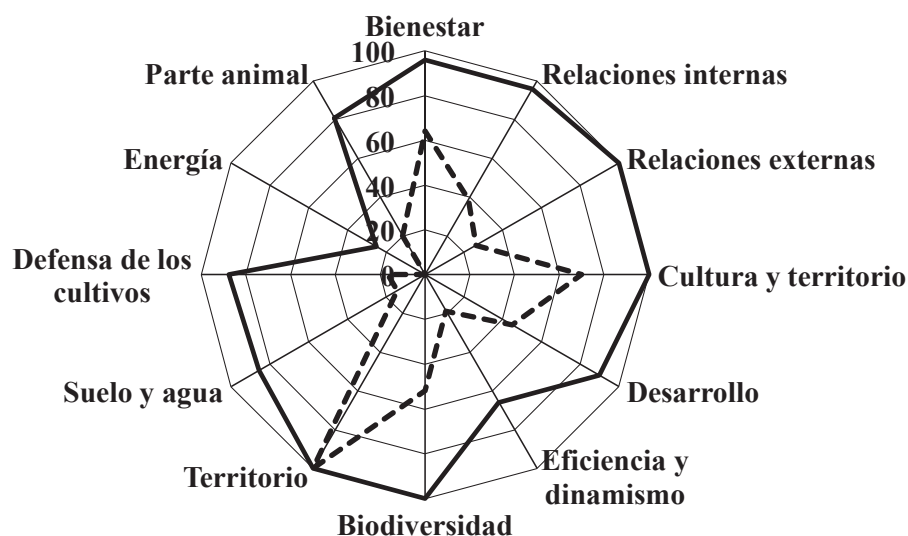


Figura 42. Nivel de sostenibilidad por componente en cada dimensión de los agroecosistemas con café en San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2016.

En la figura 43 se presenta el nivel de sostenibilidad por componente en cada dimensión, en El Bramadero, Condega, Estelí. En esta localidad, los componentes de la dimensión socio-político-cultural, en el agroecosistema Linda Vista, alcanzaron índices de sostenibilidad entre 54 y 82%, siendo los menores de ellos para los componentes bienestar, relaciones internas y cultura y territorio (76, 54 y 75%), los cuales deben ser mejorados, a lo inmediato, para superar el 80 %. El resto de indicadores de estos componentes (relaciones internas y relaciones externas) se consideran buenos (82 y 83%). En el agroecosistema milagros de Dios, todos los componentes de esta dimensión deben ser mejorados sustancialmente, cuyos índices de sostenibilidad oscilaron entre 25 y 57%.

Los componentes de la dimensión económica, en el agroecosistema Linda Vista lograron índices de sostenibilidad de 72 y 90% (Figura 43), categorizando a uno de ellos como muy bueno (desarrollo). En el agroecosistema El Milagro de Dios, ambos componentes de esta dimensión deben ser mejorados sustancialmente, cuyos índices de sostenibilidad lograron valores de 19 y 25%.

En el agroecosistema Linda Vista, los componentes de la dimensión agroambiental, alcanzaron índices de sostenibilidad que oscilaron entre 20 y 100 % (Figura 43), siendo el menor de ellos para el componente parte animal (20%). El único componente que logró el índice óptimo es territorio (100%) y el componente defensa de los cultivos un índice categorizado como excelente (96%). En el agroecosistema El Milagro de Dios, solamente, el componente territorio logró el índice óptimo (100%) y los restantes componentes de esta dimensión lograron índices de sostenibilidad entre 25 y 54%, los que deben ser mejorados sustancialmente.

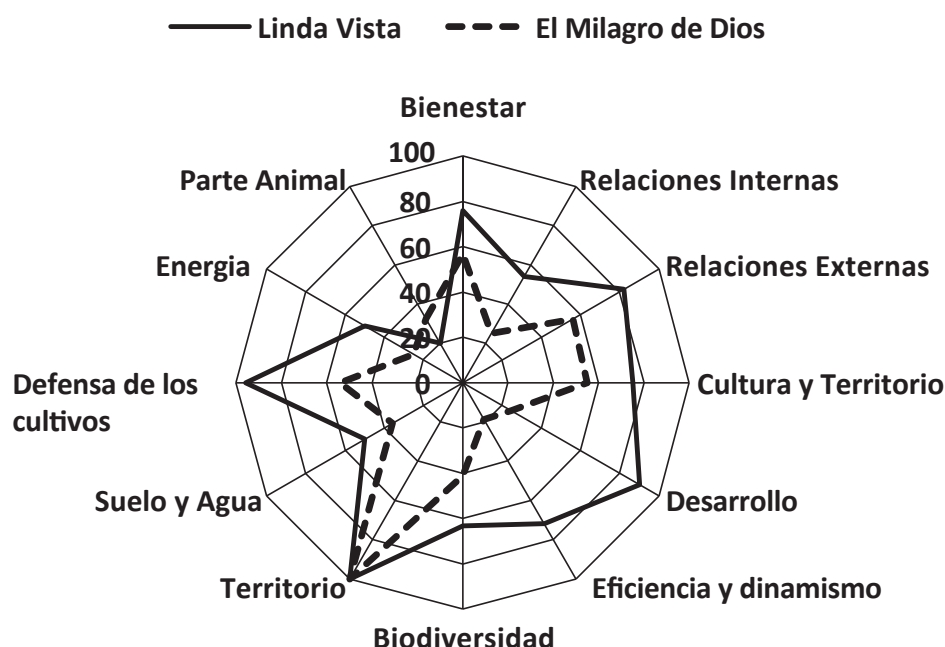


Figura 43. Nivel de sostenibilidad por componente en cada dimensión de los agroecosistemas con café en El Bramadero, Condega, Estelí, Nicaragua, 2016.

4.5.3 Índice de sostenibilidad de los indicadores por componentes

En la tabla 12 se presentan las dimensiones de la sostenibilidad con sus respectivos componentes, indicadores e índices de sostenibilidad. En los cuatro agroecosistemas con café se deben superar los indicadores que no lograron un índice superior o igual al 80%.

En San Ramón, en el agroecosistema La Espadilla se deben perfeccionar índices de sostenibilidad de 17 indicadores, de los cuales dos pertenecen a la dimensión socio-política-cultural, cinco a la económica y 10 a la agroambiental (Tabla 12); mientras que en el agroecosistema El Charquito son 49. De éstos, 15 corresponden a la dimensión socio-política-cultural, 10 a la económica y 24 a la agroambiental. En ambos agroecosistemas con café se debe implementar un plan de gestión integral, que incluya indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales.

En El Bramadero, en el agroecosistema Linda Vista se deben mejorar índices de sostenibilidad de 36 indicadores, de los cuales 10 pertenecen a la dimensión socio-política-cultural, seis a la económica y 20 a la agroambiental (Tabla 12); mientras que en el agroecosistema El Milagro de Dios son 53. De éstos, 18 corresponden a la dimensión socio-política-cultural, 11 a la económica y 24 a la agroambiental. En ambos agroecosistemas

con café se debe implementar un plan de gestión integral, que incluya indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales.

Para el plan de gestión integral del agroecosistema se necesita voluntad para trabajar, cambiar de actitud, invertir en la propiedad con visión empresarial y de futuro, para lo cual es fundamental la planificación del agroecosistema anhelado con toda los integrantes de la familia para emprender los trabajos (Salazar, 2014) y garantizar la democracia de los procesos internos, como es el caso de los agroecosistemas La Espadilla, Linda Vista y El Milagro de Dios (Tabla 12).

El plan de gestión integral para transformar un agroecosistema de estructura simple a uno de estructura altamente compleja es un proceso del que se puede saber su inicio, pero no su finalización. Éste depende de varios factores como: nivel académico de la familia campesina y su grado de asociatividad, capacitación, asistencia técnica, financiamiento, del acceso a vías de comunicación terrestre y a las tecnologías de información y comunicación (TICs), políticas que fomentan este tipo de producción, de las condiciones agroecológicas y de la capacidad de gestión de la familia campesina. Vázquez (2013) establece que dicho proceso para el diseño de sistemas diversificados sostenibles en el trópico consta de: integración, transformación y complejización.

Estos resultados demuestran, que agroecosistemas con diseños y manejos de la biodiversidad medianamente complejo como es el caso de Linda Vista, éstos no son suficientes para lograr un nivel de sostenibilidad igual o mayor al 80% (Figura 41), dado que no solamente se deben implementar prácticas agroecológicas, si no también cumplir con una serie de estándares o indicadores socio-político-cultural y económicos.

Un agroecosistema agroecológico debe diversificarse desde el punto de vista agrícola, pecuario y forestal, la cual debe integrarse para desarrollar agroecosistemas que tomen ventajas de los efectos de la integración de la biodiversidad de plantas y animales (Altieri, 2001), que permita lograr un mayor sinergismo y resiliencia social, ambiental y económica. Salazar (2013) afirma que tal integración aumenta las complejas interacciones y sinergismos y optimiza las funciones y procesos del agro ecosistema tales como la regulación biótica de organismos perjudiciales, reciclado de nutrientes y la producción y acumulación de biomasa, permitiendo así al agroecosistema autoregular su propio funcionamiento. Por consiguiente, consiste en fomentar una agricultura resiliente al cambio climático, productiva y eficiente (energética, económica y biodiversa), así como garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de la familia campesina y la comunidad.

Al analizar los principales indicadores a mejorar de forma perentoria, en los cuatro agroecosistemas con café (Tabla 9), del componente bienestar de la dimensión socio-político-cultural, el indicador a corregir es autoconsumo (S3), que responde a la interrogante qué porcentaje de la producción se destina al autoconsumo. Los agroecosistemas La Espadilla y Linda Vista le garantizan a los integrantes de las familias campesinas tener una ingesta diversificada (S2), acceso a servicios (S4) públicos (energía, educación, salud, TICs), condiciones de la vivienda (S5) digna y aprovechar las oportunidades de educación (S6). Esto ha contribuido a que estos agricultores sean promotores agroecológicos calificados y a desarrollar competencias gerenciales.

En esta misma dimensión, en el componente relaciones internas, el indicador a superar, en los cuatro agroecosistemas es mujeres involucradas (S9) que estima cuántas mujeres participan en las actividades del agroecosistema. En este componente, únicamente en los agroecosistemas gerenciados bajo un enfoque, modelo o paradigma agroecológico (La Espadilla y Linda Vista) el rol de los jóvenes (S8) es activo y se realiza

la planificación de la finca (S12), es decir que tienen registros de las entradas (insumos, energía fósil, mano de obra y financiamiento), de las salidas (productos), de las actividades agrarias realizadas y de los ingresos y egresos económicos.

En la dimensión económica, en el componente eficiencia y dinamismo, los indicadores a mejorar, en los cuatro agroecosistemas, son la diversificación de los mercados (E7), la transformación de productos (E10) y las alianzas económicas (E13). En este componente, se debe resaltar que los agroecosistemas manejados bajo el paradigma agroecológico están certificados (E12). La Espadilla con Biolatina y Comercio Justo; y Linda Vista con Biolatina.

En ambos agroecosistemas, se ofertan productos turísticos (E5), que corresponde al componente desarrollo de esta dimensión de la sostenibilidad. En la Espadilla se implementa el agroturismo, mientras que en Linda Vista se ofertan cabañas. Esto contribuye a diversificar sus ingresos y poder invertir en la mejora del agroecosistema (E4), lo que facilita que el 100% del área (E1) del agroecosistema se gerencia bajo el paradigma agroecológico.

En la dimensión agro-ambiental, en el componente suelo y agua, los indicadores a corregir, en los cuatro agroecosistemas, son rotaciones (G8) y fertilización orgánica (G12), pero se debe reconocer que el indicador G8 será complicado mejorarlo, dado que el café es un sistema agroforestal, y es el cultivo principal, dejando poco espacio para rotar cultivos anuales y semi perennes. Referente al indicador G12 su mejoramiento debe responder a las siguientes interrogantes; qué fuentes de abono orgánico se debe aplicar, cuánto abono orgánico aplicar en el agroecosistema para satisfacer las necesidades de las plantas cultivadas, cómo y en qué momento aplicarlo. En los cuatro agroecosistemas se debe mejorar las técnicas de post cosecha alternativas (G20) que corresponde al componente defensa de los cultivos. En el componente energía hay que corregir ambos indicadores: energías renovables (G21) y material y tipología de empaque (G22). En el componente parte animal, los indicadores a corregir son: razas (G23), razas locales (G24) y sacrificio (G32). Es decir, incrementar el número de razas en los agroecosistemas y preferiblemente criollas y que el sacrificio se realice en la finca para abastecer a los mercados locales.

Los campesinos de los agroecosistemas La Espadilla y Linda Vista producen su propia semilla (G4), destinan área para garantizar ambientes de regeneración natural (G6), realizan acciones de recuperación y protección del territorio (G7) y no aplican herbicidas sintéticos (G17). Estos indicadores corresponden a la dimensión de sostenibilidad agroambiental.

El Bramadero, está inmerso en el área de reserva ecológica Canta Gallo, que complica la crianza de ganado mayor (bovino), por lo que los esfuerzos deben orientarse a la crianza de ganado menor (diferentes especies de aves y cerdos), considerando los indicadores de la parte animal a mejorar.

En síntesis se puede afirmar lo siguiente:

1. El grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad de los agroecosistemas es directamente proporcional al nivel o índice de sostenibilidad general, siempre y cuando se garanticen buenos indicadores en las tres dimensiones de la sostenibilidad.

2. En San Ramón, el agroecosistema La Espadilla alcanzó un índice de sostenibilidad general de 85%, catalogado como bueno y fue superior al del agroecosistema El Charquito que fue de 38%, que no es aceptable.
3. En el Bramadero de la reserva Canta Gallo, el agroecosistema Linda Vista obtuvo un índice de sostenibilidad general de 72%, que fue superior al del agroecosistema El Milagro de Dios que fue de 39%, pero estos índices de sostenibilidad general no se deben considerar como aceptables, debido a que no superaron el 80%.
4. El índice de sostenibilidad general de un agroecosistema no solamente depende de la implementación de prácticas agroecológicas en éste, sino que en la gerencia del agroecosistema, además de éstas, hay que considerar prácticas e indicadores de las dimensiones socio-político-cultural y económica.
5. En el agroecosistema La Espadilla se debe perfeccionar índices de sostenibilidad de 17 indicadores: dos de la dimensión socio-política-cultural, cinco de la económica y 10 de la agroambiental.
6. En el agroecosistema El Charquito se tiene que mejorar índices de sostenibilidad de 49 indicadores: 15 de la dimensión socio-política-cultural, 10 de la económica y 24 de la agroambiental.
7. En el agroecosistema Linda Vista se debe mejorar índices de sostenibilidad de 36 indicadores: 10 de la dimensión socio-política-cultural, seis de la económica y 20 de la agroambiental.
8. En el agroecosistema El Milagro de Dios se tiene que corregir índices de sostenibilidad de 53 indicadores: 18 de la dimensión socio-política-cultural, 11 de la económica y 24 de la agroambiental.
9. Agroecosistemas con diseños y manejos de la biodiversidad medianamente complejo no garantizan lograr un nivel de sostenibilidad igual o mayor al 80%, dado que no solamente se deben implementar prácticas agroecológicas, si no también cumplir con una serie de estándares o indicadores socio-político-cultural y económicos.
10. Se constataron las bondades de agroecosistemas con café gerenciados bajo un paradigma agroecológico (La Espadilla y Linda Vista), que circunscribe las dimensiones de sostenibilidad (socio-político-cultural, económica y agroambiental), y se reflejó en mejores índices de sostenibilidad general, por componente y por indicador.
11. En los cuatro agroecosistemas con café evaluados se necesita implementar un plan de gestión integral del agroecosistema, que incluya indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales, para que a mediano y largo plazo se puedan alcanzar índices de sostenibilidad general superiores al 95 %, que se consideran excelentes.

Tabla 12. Dimensiones de la sostenibilidad, componentes, indicadores e índices de sostenibilidad en los agroecosistemas localizados en San Ramón, Matagalpa y El Bramadero, Condega, Nicaragua, 2017

CRITERIOS O DIMENSIONES	COMPONENTES	COD	INDICADOR	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD (%)			
				San Ramón, Matagalpa		El Bramadero, Condega	
				La Espadilla	El Charquito	Linda Vista	El Milagro de Dios
1. SOCIO-POLITICO-CULTURAL	1.1. BIENESTAR (ALIMENTACION, SALUD Y EDUCACION)	S1	Conservación del producto	100	100	25	50
		S2	Diversificación de la dieta	100	50	100	50
		S3	Autoconsumo	75	25	50	50
		S4	Acceso a los servicios	100	80	80	60
		S5	Condiciones de la vivienda	100	80	100	80
		S6	Oportunidades de educación	100	50	100	50
	1.2. RELACIONES INTERNAS (a la finca)	S7	Jóvenes involucrados	100	100	25	25
		S8	Papel de los jóvenes	100	100	100	0
		S9	Mujeres involucradas	75	0	0	25
		S10	Papel de las mujeres	100	0	0	0
		S11	Democracia de los procesos internos	100	0	100	100
		S12	Planificación de la finca	100	33.3	100	0
	1.3. RELACIONES EXTERNAS (a la finca)	S13	Relaciones con instituciones públicas y privadas	100	33.3	100	60
		S14	Relaciones con realidades colectivas locales	100	0	75	75
		S15	Participación en las realidades colectivas locales	100	0	100	100

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

CRITERIOS O DIMENSIONES	COMPONENTES	COD	INDICADOR	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD (%)			
				San Ramón, Matagalpa		El Bramadero, Condega	
				La Espadilla	El Charquito	Linda Vista	El Milagro de Dios
1. SOCIO-POLITICO-CULTURAL		S16	Medios de comunicación	100	100	100	33
		S17	Relaciones con los consumidores	100	0	100	0
		S18	Oportunidades de formación para los productores	100	0	50	25
		S19	Participación a eventos	100	50	50	100
	1.4. CULTURA Y TERRITORIO	S20	Historia y territorio	100	100	100	100
		S21	Propiedad de la tierra	100	100	100	100
		S22	Transmisión horizontal de conocimientos	100	0	75	25
		S23	Transmisión de conocimientos entre generaciones	100	50	100	50
		S24	Uso de los productos	100	100	0	0
	2. ECONOMICA	2.1. DESARROLLO	E1	Área	100	0	100
E2			Diversificación de la finca	100	25	50	25
E3			Cantidad producida para la venta	50	100	100	100
E4			Mejoramiento de la finca	100	100	100	0
E5			Desarrollo turístico	100	0	100	0
2.2. EFICIENCIA - DINAMISMO		E6	Empleo	100	50	50	100
		E7	Diversificación de los mercados	50	0	75	0
		E8	Canales comerciales	50	100	100	50
		E9	Poder de negociación del productor	100	0	100	0

CRITERIOS O DIMENSIONES	COMPONENTES	COD	INDICADOR	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD (%)			
				San Ramón, Matagalpa		El Bramadero, Condega	
				La Espadilla	El Charquito	Linda Vista	El Milagro de Dios
		E10	Transformación de productos	25	0	25	0
		E11	Autosuficiencia en insumos	100	0	75	0
		E12	Certificaciones de la finca	100	0	100	0
		E13	Alianzas económicas	0	0	50	0
3. AGROAMBIENTAL	3.1. BIODIVERSIDAD	G1	Numero especies	100	100	50	25
		G2	Variedades locales	100	0	25	25
		G3	Diversidad estructural de la cercas	100	100	75	25
		G4	Semillas (autoproducción)	100	25	100	100
		G5	Asocio	100	33.3	66.7	30
	3.2. TERRITORIO	G6	Ambientes de regeneración natural	100	100	100	100
		G7	Acciones de recuperación y protección del territorio	100	100	100	100
	3.3. SUELO Y AGUA	G8	Rotaciones	25	0	0	50
		G9	Uso eficiente del agua	100	100	0	0
		G10	Cosecha de agua	100	0	100	0
		G11	No fertilización química de síntesis	100	0	100	50
		G12	Fertilización orgánica	75	0	50	50
		G13	Abono verde	100	0	0	0
		G14	Reciclaje de desechos orgánicos de la finca	100	0	100	100

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

CRITERIOS O DIMENSIONES	COMPONENTES	COD	INDICADOR	NIVEL DE SOSTENIBILIDAD (%)			
				San Ramón, Matagalpa		El Bramadero, Condega	
				La Espadilla	El Charquito	Linda Vista	El Milagro de Dios
3. AGROAMBIENTAL	3.4. DEFENSA DE LOS CULTIVOS	G15	Productos químicos sintéticos de defensa	100 No aplica	0	100 No aplica	50
		G16	Técnicas de defensa natural	75	0	100	50
		G17	No uso de herbicidas sintéticos	100	0	100	50
		G18	Control de malezas alternativo	75	0	100	100
		G19	No tratamientos post cosecha con químico sintéticos	100	100	100	50
		G20	Técnicas de post cosecha alternativas	75	0	75	25
	3.5. ENERGIA	G21	Energías renovables	0	0	50	0
		G22	Material y tipología de empaque	50	0	50	50
	3.6. PARTE ANIMAL	G23	Razas	50	0	25	25
		G24	Razas locales	25	0	25	0
		G25	Reproducción	100	100	50	0
		G26	Pastoreo	100	0	0	0
		G27	Estructuras de estabulación	100	0	0	0
		G28	Alimentación 1	100	0	0	100
		G29	Alimentación 2	100	0	0	100
		G30	Mutilación	100	100	100	100
		G31	Manejo de las excretas	100	0	0	0
		G32	Sacrificio	30	0	0	0
Total de indicadores a mejorar				17	49	36	53

COD: Código

V. REFLEXIONES

El proceso de investigación que se desarrolló en el marco del proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional (SAN) de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica (DCI-FOOD/2013/317-971)”, financiado por la Comunidad Europea, y coordinado por el Programa de Campesino a Campesino de la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (PCaC-UNAG)”, ha contribuido a la integración de diferentes metodologías mediante un enfoque interdisciplinario y transdisciplinario para tener una visión sistémica (cultivos, crianza de animales, suelo, flora, etc.) y holística (sostenibilidad: agroambiental, socio-político-cultural y económica) de los agroecosistemas analizados, en la que han participado especialistas de diferentes instituciones, productores y estudiantes de grado y posgrado. Este esfuerzo demuestra, a nivel nacional y regional, que es viable hacer alianzas estratégicas efectivas en aras de promover un desarrollo endógeno, que a mediano y largo plazo, garantice la soberanía alimentaria y nutricional, la soberanía energética y la soberanía tecnológica de la caficultura de nuestro país, de Mesoamérica y de América latina, para la cual el rediseño y evaluación de agroecosistemas cafetaleros con enfoque agroecológico son ineludibles.

Es perentorio poner en manos de las asociaciones de productores, organismos no gubernamentales (ONG's), técnicos y productores, estas herramientas metodológicas para el rediseño y evaluación de agroecosistemas con café con enfoque agroecológico (holístico y sistémico). Para esta finalidad, se debe construir una gran alianza nacional efectiva en la que participen instituciones del gobierno, ONG's, el Movimiento de Productores(as) Agroecológicos y Orgánicos de Nicaragua (MAONIC), PCaC-UNAG, la academia, organizaciones de productores etc., y contar con apoyo internacional para promover el paradigma de producción agroecológico y contribuir al tránsito hacia la sostenibilidad (ambiental, económica y socio-político-cultural) y resiliencia de Nicaragua y de los pueblos de Mesoamérica y de América latina.

Es urgente hacer estudios de rediseños de agroecosistemas agroecológicos cafeteros, a mediano y largo plazo, considerando las condiciones agroclimáticas (zona seca, de transición y húmeda), las características del suelo (física, química y biológica), el área de los agroecosistemas (pequeña, mediana y grande), el nivel académico y de organización de los productores y su capacidad gerencial para dirigir esfuerzos específicos encaminados a promover el paradigma de producción agroecológico a nivel nacional basados en la tipología del productor y agroecosistemas.

De los cuatro agroecosistemas con café analizados, en dos de ellos, La Espadilla (complejo) en San Ramón, Matagalpa y Linda Vista (medianamente complejo) en Condega, Estelí, se ha implementado una serie de prácticas agroecológicas, pero éstas no son suficientes para alcanzar, en plenitud, el paradigma agroecológico, debido a que en ambos agroecosistemas se necesita fortalecer indicadores agroambientales, económicos y socio-político-cultural para que en el futuro se consideren auténticos referentes nacionales, mesoamericanos y latinoamericanos de sistemas de producción agroecológicos. No obstante, hay que resaltar que ambos productores (Vicente Padilla y Julio Cesar Muñoz Peralta) están organizados y comprometidos con el paradigma de producción agroecológico, lo que ha permitido que ambos agroecosistemas estén en el tránsito hacia la sostenibilidad y la resiliencia. Por consiguiente, estos productores deben hacer un rediseño agroecológico de sus agroecosistemas considerando los resultados de estas investigaciones para complejizar los diseños y

manejos de la biodiversidad, mejorar los indicadores agroambientales, económicos y socio-político-culturales con la finalidad de lograr, a mediano y largo plazo, la soberanía alimentaria, energética y tecnológica.

Los resultados demostraron que independientemente del grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en el agroecosistema (medianamente complejo vs complejo, poco complejo vs medianamente complejo) y si la fertilización es orgánica o sintética, ésta última debe satisfacer las necesidades nutricionales del sistema agroforestal con café, independientemente si el cafetal está produciendo, en desarrollo o en recepo, para lo cual es fundamental garantizar un manejo responsable de los nutrientes bajo los principios de la **4R** (¿Qué?, ¿Cuánto?, ¿Dónde? y ¿Cuándo? fertilizar). La fertilización orgánica responde a los principios ecológicos de **(1)** aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes; y **(2)** asegurar condiciones favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo. No obstante, si ambos principios no se implementan correctamente, los resultados en la nutrición vegetal para garantizar buenos rendimientos y en la sostenibilidad del recurso suelo, no son los esperados. Es decir, cada parcela (independientemente de sus características) debe ser manejada cumpliendo el concepto de “mantención de la fertilidad natural del suelo”, cada manejo debe lograr salvaguardar la fertilidad del suelo reponiendo todo lo que sale del sistema. Cuando a una parcela se le incorpora materia orgánica, y los niveles de nutrientes en ésta no son los suficientes para reponer lo que sale del agroecosistema, éste se agotará paulatinamente. Esta es la razón que fundamenta un balance aparente de nutrientes (N, P y K) negativo en el agroecosistema La Espadilla (complejo) en San Ramón, Matagalpa, y en la parcela con café en producción en el agroecosistema Linda Vista (medianamente complejo) en Condega, Estelí.

Para garantizar los resultados esperados de los dos principios ecológicos descritos para el manejo de suelo, adicionalmente, se deben garantizar la implementación de los principios de las **5M**, que consisten en: 1) dotar al suelo permanentemente con materia orgánica (**M1**), 2) aplicar abonos orgánicos enriquecidos con minerales de harina (**M2**) de roca, 3) fomentar la microbiología edáfica (**M3**) mediante abonos orgánicos líquidos y sólidos con microorganismos de montaña, 4) aplicar moléculas vivas (**M4**) a través de biofermentos y 5) cambio de mentalidad del campesino (**M5**) para fomentar el paradigma o modelo agroecológico. Este último principio de las 5M es el de mayor complejidad y dificultad, debido a que se requiere de un cambio de actitud por parte de los campesinos para garantizar la transición o el canje paulatino del paradigma de una producción agroalimentaria convencional hacia una agroecológica. Aunado a todo lo anterior, también, hay que garantizar obras de conservación de suelo y agua adecuadas para cada sitio.

Los cuatro agroecosistemas con café evaluados necesitan implementar un plan de manejo de suelo que garantice la sostenibilidad de la nutrición vegetal a mediano y largo plazo. En agroecosistemas en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia se pueden combinar ambas fertilizaciones (química y orgánica), demodo que a largo plazo predomine la orgánica, a través de la adición de fertilizante orgánicos sólidos al suelo y la asperción de fertilizantes orgánicos líquidos a la hojarasca para acelerar su descomposición y mineralización. La fertilidad física del suelo se ve favorecida cuando en el agroecosistema se incluye un buen manejo de la materia orgánica del suelo, sea ésta proveniente de ciclos naturales de las plantas establecidas en él, o por la incorporación de abonos orgánicos. Las fincas evaluadas tanto en Condega como en Matagalpa presentan cierta diversificación y eso ha influido en las características de cada parcela, no obstante el mismo hecho de tener parcelas con distintos cultivos y distintos manejos hace más complejo el manejo a nivel de finca.

Es importante, -cuando se quiere mejorar las características físicas del suelo-, conocer las características del material que se adicionará, pues no toda la materia orgánica que se aplica al suelo mejorará las características físicas. La incorporación de rastrojos tiende a tener un mejor efecto sobre éstas que cuando se incorpora materiales compostados para ser usados como fuentes de nutrientes, a menos que estos se produzcan con ese propósito y cuya relación C/N sea mayor que 35. El uso de materiales con valores iguales o mayores al antes indicado, mejoran la estructura de los suelos, la porosidad, la retención de agua, la aireación del suelo, la infiltración y otras características como el pH del suelo y la actividad biológica del mismo.

En ambos agroecosistemas que se gerencia bajo el paradigma agroecológico (La Espadilla (complejo) en San Ramón, Matagalpa y Linda Vista (medianamente complejo) en Condega, Estelí), las familias taxonómicas de la macrofauna edáfica fueron más rica, con una mejor uniformidad, menor dominancia y mejor equidad, cuyas poblaciones fueron mayores. Estos agroecosistemas poseen, comparativamente, diseños y manejos de su biodiversidad más complejos, en los que se identificaron más especies de plantas arbóreas, las que ofertan un menú más variado a la macrofauna edáfica fomentando sus poblaciones. En los cuatro agroecosistemas, la macrofauna edáfica desempeñan las funciones de: detritívoros, fitófagos, depredadores y omnívoros. Únicamente en los agroecosistemas en Condega, Estelí, se registraron familias taxonómicas que desarrollan la función de microvívoros.

En los agroecosistemas La Espadilla (complejo) y Linda Vista (medianamente complejo) se identificaron un mayor número familias, géneros y especies arbóreas, pero sus características dasométricas y silviculturales no garantizan belleza escénica, calidad estética y biológica, debido a efectos antropogénicos fuertes y continuos. En los cuatro agroecosistemas es fundamental hacer un rediseño del arbolado y en éste se debe incluir el manejo silvicultural de la flora arbórea para que los fustes sean de buena calidad y sanidad. No obstante, las funciones que pueden desempeñar los arbolados para la familia campesina, el agroecosistema y la cuenca hidrográfica son: energética, industrial, cortina rompe vientos, cercas vivas, sombra y alimento para ganado, manejo de bosques para enriquecimiento y construcción.

Se constataron las bondades de agroecosistemas con café que se gerencia con el paradigma agroecológico (La Espadilla y Linda Vista), que circunscribe las dimensiones de sostenibilidad (socio-político-cultural, económica y agroambiental), y se reflejó en mejores índices de sostenibilidad general, por componente y por indicador.

La diversificación de los agroecosistemas con café bajo un paradigma agroecológico debe ser productiva (agrícola, pecuario y forestal) y de servicios para que no sean solo oferentes de bienes (productos), si no de servicios (turismo, hotelería, gastronomía) a los turistas, locales, departamentales, nacionales y extranjeros, en diferentes modalidades, para lo cual es perentorio el apoyo del gobierno municipal, departamental y nacional y del acceso al crédito y a las tecnologías de información y comunicación (TICs) para su promoción y desarrollo.

La sostenibilidad de agroecosistemas con café no solamente consiste en implementar prácticas o tecnologías agroecológicas (dimensión agroambiental) en éstos, sino que en la gerencia de estos agroecosistemas, además de estas prácticas o tecnologías, hay que considerar prácticas, tecnologías e indicadores de las dimensiones socio-político-cultural y económica, las cuales deben ser parte de un plan de gestión integral

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

de cada agroecosistema, que para implementarlo se necesita voluntad del campesino para trabajar, cambiar de actitud, invertir en los agroecosistemas con visión empresarial y de futuro, para lo cual es fundamental la integración de la familia para emprender los trabajos y garantizar la democracia de los procesos internos. Desde la perspectiva gerencial de los agroecosistemas es necesario registrar las entradas (insumos, energía fósil, financiamiento, mano de obra, tecnología), salidas (productos), labores productivas y administrativas que se realizan en los agroecosistemas para garantizar trazabilidad, calidad e inocuidad de los bienes generados (productos) en el agroecosistema para mercados locales, municipales, departamentales, regionales e internacionales, y poder hacer análisis económicos.

VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente documento exteriorizan su inmensa gratitud, primeramente, a los productores (Vicente Padilla, Francisco Padilla, Pastor Juan Altamirano Blandón, Julio Cesar Muñoz Peralta y Sixto Doroteo Talavera Olivas) por permitirnos incursionar en sus agroecosistemas, dialogar con sus familias y aprender de su entorno agroambiental, económico y socio-político-cultural.

También, expresamos nuestro agradecimiento a los estudiantes de grado y posgrado de la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua por su talentoso, tesonero y arduo desempeño para contribuir a hacer realidad la presente publicación, que es fundamental para la promoción científica del paradigma de producción agroecológico en la caficultura de nuestro país y de América latina.

Nuestro reconocimiento a las instituciones en las que nos desempeñamos profesionalmente (UNA, UNAG y MAONIC) por darnos ese voto de confianza para la planificación, organización, seguimiento y evaluación de este proceso de investigación, trabajando en un equipo muy colaborativo, interdisciplinario y transdisciplinario, tomando decisiones consensuadas y pertinentes para la resolución de los problemas oportunamente. Entre estas instituciones, agradecemos a la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG) de Nicaragua a través del Programa de Campesino a Campesino (PCaC) por ser la gestora de la génesis, la implementación y la administración del proyecto a nivel regional.

Así mismo, expresamos nuestro reconocimiento a Roberto Giuliotto de RE.TE (Asociación de Técnicos para la Solidaridad y Cooperación Internacional), quién nos contactó con la Università degli Studi di Torino, Italia, para que los estudiantes Flavio Bertinaria, Marco Pedretti y Silvia Tomasi y los profesores Cristiana Peano y Vincenzo Girgenti participaran en este loable proyecto, quienes en estrecha colaboración y cooperación con funcionarios de la UNA, PCaC-UNAG y MAONIC, desarrollaron la Herramienta de Evaluación de Sostenibilidad en Finca (HESOFI), la cual forma parte del enfoque y diseño metodológico de la presente investigación.

Finalmente, agradecemos a todas las instituciones nacionales e internacionales que aportaron su granito de arena para cofinanciar este proyecto, destacándose el aporte económico de la Comunidad Europea.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, F. 2004. Manejo de arvenses en el trópico. Managua, Nicaragua: IMPRIMATUR.
- 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.
- Altieri, MA.; Nicholls, CI. 2000. Applying agroecological concepts to development of ecological based pest management systems. En Proc. Workshop Professional Societies and Ecological based pest management systems. National Research Council, Washington DC, 14-19 p.
- Altieri, MA.; Nicholls, CI. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Costa Rica. 50 - 64p.
- Altieri, MA.; Nicholls, CI. 2009. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas (en línea). Barcelona. ES. Icaria. 248 p. Consultado el 18 de ene. 2017. Disponible en: <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/BiodiversidadAltieriNicholls.pdf>
- AMUPNOR (Asociación de Municipios Productivos del Norte). 2010. Plan Municipal de Ordenamiento y Desarrollo Territorial San Ramón (En línea). Consultado el 12 de sept. 2015. Disponible en: <http://www.amupnor.com/sites/default/files/sites/default/files/doc/Diagnostico%20San%20Ramon.pdf>.
- Anderson, J.M y 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/tnp35l323f.pdf>
- Andrews, K.L; Caballero, R; Matute, D. 1989. Guía para el estudio de órdenes y familias de insectos de Centroamérica. Cuarta edición. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 1- 179p.
- Aragón, I y Arauz, J. 2000. Balance aparente de nutriente (N, P y K) en dos unidades de producción ubicada en el municipio de san ramón, departamento de Matagalpa, durante el periodo 1997 – 1999. (Tesis de pre grado).
- 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>
- Ararat, MC.; Aristizabal, M. 2002. Efecto de cinco manejos agroecológicos de un Andisol (Typic Dystrandept) sobre la macrofauna en el municipio Piendamó, departamento del Cauca, Colombia.
- Artigas, J. 1994. Entomología económica, insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos, y susceptibles de ser introducidos). Concepción, Chile. Ed. Universidad de Concepción, 1 v, 1126 p.
- Astier, M; Maass, M; Etchevers, J. 2001. Derivacion de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. (en línea). Consultado 23 feb. 2017. Disponible en: <http://132.248.9.195/pdtestdf/0309779/A6.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)
- Bertinaria, F. 2016. Agricoltura di piccola scale in Centro América: valutazione della sostenibilità di sistema agricoli agroecologici. Tesis de maestría de la Universidad de Torino, Italia. P. 78.

- Bertinaria, F; Pedretti, M; Tomasi, S; Morales, M; Valverde, L; Gioliotto, R; Peano, C y Salazar, D. 2016. Herramienta para evaluar la sostenibilidad en fincas (HESOFI) en Nicaragua. XIII Reunión científica de docentes investigadores de la Universidad Nacional Agraria.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. 1984. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226 pp.
- 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
- Cabezas Melara, F.A. 1996. Introducción a la entomología. Trillas, S.A. México.
- 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>.
- 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>.
- 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. CATIE (Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza). 2002. Plagas y enfermedades en América central: Guía de campo. CATIE.Turrialba.C.R.260p.
- 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>
- 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.
- Delgado, G.; Bucardo, A.; Silva P, A. 2010. Evaluación de la macrofauna del suelo asociada a diferentes sistemas con café (*Coffea arábica* L.) (en línea). Colombia. Revistas de Ciencias Agrícolas, 28(1), 91-106p. Consultado el 29 ene. 2017. Disponible en: [file:///C:/Users/personal/Downloads/34-517-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/personal/Downloads/34-517-1-PB%20(1).pdf)
- Domínguez García, F. (1989). Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Madrid, España: Ediciones 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.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación).1996. Desarrollo de sistemas agrícolas y conservación de suelos: Roma, Italia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1998. Directrices para la evaluación en los países tropicales y subtropicales. Roma. (en línea) consultado en 01 de abril. 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/ae218s/AE218S06.htm>.
- Figueroa, A. y 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.
- García, L. 2015. Manual: Metodologías de campo para determinar la profundidad, la densidad aparente,

- materia orgánica e infiltración del agua en el suelo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.
- 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>
- Giuffré, L. (2008). Agrosistemas: Impacto ambiental y sustentabilidad. Buenos Aires, Argentina. Facultad de Agronomía.}
- Gómez Anaya, JA. 2008. Ecología de los ensamblajes de larvas de odonatos (insecta) y su uso potencial como indicadores de calidad ecológica en la sierra de Coalcomán, Michoacán, Mexico (en línea). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Consultado el 31 ene. 2017. Disponible en:
- 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>
- Holldobler, B.; Wilson, EO. 1990. The Ants. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts
- https://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icbi/doctorado/documentos/Ecologia%20de%20los%20ensamblajes.pdf.
- Hutchinson, I. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica-Informe técnico No.204. 32 p.
- 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.
- Jiménez Martínez, E.; Sandino Díaz, V. 2009. Entomología. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/2458/1/nh10j61e.pdf>
- Jiménez, E. 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>
- Lagn Ovalle, FP.; Perez Vazquez, A.; Martinez Davila, JP.; Platas Rosado, DE.; Ojeda Enciso LA.; González Acuña, IJ. 2011. Macrofauna edáfica asociada a plantaciones de mango y caña de azúcar Terra Latinoamericana, vol. 29, núm. 2, abril-junio, 2011,169-177p. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México
- Lavelle, P. 2000. Ecological challenges for soil science. Soil Sciences. 165-73p
- Lavelle, P.; Spain, AV. 2001. Soil Ecology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 654p.
- 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/tnp01l864.pdf>.
- López Falcón, R. 2002. Degradación de los suelos causas, procesos evaluación e investigación. Recuperado de <http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto.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>.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 2002 Guía de especies Forestales de Nicaragua. 1 ed Editora de Arte. Managua, Nicaragua 304 p.
- Márquez Girón, SM. 2013. Propuesta de conversión agroecológica para alcanzar la resiliencia en sistemas

- ganaderos. Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático.
- Martínez, A.; Vázquez, L. 2013. Características de la colindancia de cultivos en tres sistemas agrícolas convencionales y su relación con la incidencia de insectos nocivos y reguladores naturales (en línea). Fito sanidad. vol. 17(2). 1-73p. Consultado el 02 mar. 2017. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Luis_L_Vazquez_Moreno/publication/286646807_Andres_Martinez_y_Luis_L_Vazquez_Caracteristicas_de_la_colindancia_de_cultivos_en_tres_sistemas_agricolas_convencionales_y_su_relacion_con_la_incidencia_de_insectos_nocivos_y_reguladores_naturales_Fit/links/566cde6a08aea0892c4ff715.pdf.
- 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
- Nicholls Estrada, Cl. 2013. Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático.
- Nicholls Estrada, Cl. 2013. Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático.
- 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>.
- Quiros, D; Louman, B; Valerio, J; Jimenez, W. 2001. Bases ecológicas. In. Louman, B; Nilsson, M. (eds). Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. Centro Agronómico de Investigación y enseñanza. P 21-75.
- Reinjtjes, C.B, Haverkort y Waters-Bayer, A. 1992. Farming for the future. MacMillan Press Ltd, London.
- Rényi, A. 1991. On measures of Entropy and information. In: Neyman, J. (ed). Proceedings of the 4 th Berkeley Symposium on Mathematica Statics and Probability, vol. 1, pp. 547-561. University of California Press, Berkely, C.A.
- Salas, J. 2002. Biogeografía de Nicaragua. 1ª ed. Managua, Nicaragua. Impresión comercial La Prensa.
- Sarandón, S.J y Flores, C.C. 2014. Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agro sistemas sustentables. Buenos aires, Argentina: EDULP.
- Sonco Suri, R. 2013. Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región de Maddi (en línea). la Paz-Bolivia. Universidad mayor de San Andrés. Consultado 21 mar. 2017. Disponible en: http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf
- UNA (Universidad Nacional Agraria. NI) y BM (Banco Mundial). 2013. Análisis de Riesgo de las Fuentes de Agua Ante el Cambio Climático en Comunidades Rurales, en el Municipio de San Ramón, Matagalpa. Informe final de proyecto.
- Vásquez, L. 2013a. 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. Agroecología, 8 (1): 33-42. Consultado en: <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182951/152441>.

- Vásquez, L. 2013b. 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 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>
- 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 L, L.; Matienzo Brito, Y. 2010. Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), Ministerio de la Agricultura. Habana, CU. 1 - 4 p.
- Vázquez L, L.; Simonetti J, A. 2013. Sistema Biofincas: Proceso participativo de diagnóstico, aprendizaje e innovación para el diseño y manejo agroecológico de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Habana, CU.
- Villalobos, FJ.; Ortiz Pulido, C.; Moreno, NP; Pavón Hernández, H.; Hernández Trejo, J.; Bello, S. M. 1999. Patrones de la macrofauna edáfica en un cultivo de Zea maíz durante la fase postcosecha en “La Mancha” (en línea). Veracruz, México. Acta Zoológica Mexicana, 80. Consultado 01 abr. 2017. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372000000200009&script=sci_arttext
- Yong A. 2010. La biodiversidad florística en los sistemas agrícolas. Cultivos Tropicales (en línea). vol.31 (4): p 1-13. Consultado 25 abr. 2017. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000400012
- Zaldívar Suarez, N.; Benítez Jimenez, D.; Pérez Machado, B.; Fernández Verdecía, YZ.; Licea Castro, L. 2009. Efecto de la vegetación sobre la biodiversidad de macro invertebrados del suelo en ecosistemas ganaderos (en línea). Cuba. Revista Electrónica Granma Ciencia, 13(1), pp 1-8. Consultado 05 abr. 2017. Disponible en: http://www.grciencia.gramma.inf.cu/vol13/1/2009_13_n1.a4.pdf

VIII. ANEXOS

Tabla 1a. Nombres científicos y familias taxonómicas de la flora arbórea en los agroecosistemas La Espadilla y El Charquito, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua, 2016

Nombres científicos	Frecuencia		
	Familias taxonómicas	La Espadilla	El Charquito
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltl.	Solanaceae	4	1
<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand	Bombacaceae	1	0
<i>Capparis verrucosa</i> Jacq.	Capparaceae	8	3
<i>Casimoroa edulis</i> La Ilave & Lex	Rutaceae	4	1
<i>Cecropia peltata</i> L.	Cecropiaceae	1	0
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Sapotaceae	19	3
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Clusaceae	3	0
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavon) Oken	Boraginaceae	39	9
<i>Cordia bicolor</i> A. DC	Boraginaceae	3	0
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Boraginaceae	1	0
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Cupressaceae	0	1
<i>Elytraria imbricate</i> (Vahl)	Acanthaceae	6	2
<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	Fabaceae	4	12
<i>Erythrina fusca</i> Loureir	Fabaceae	19	0
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Fabaceae	4	0
<i>Ficus religiosa</i> L.	Moraceae	7	0
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud	Fabaceae	77	43
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	22	5
<i>Hibiscus elatus</i> Swartz	Malvaceae	0	1
<i>Ilex guianensis</i> Aubl.	Aquifoliaceae	12	0
<i>Inga densiflora</i> Benth	Mimosaceae	64	72
<i>Inga punctata</i> L.	Mimosaceae	29	1
<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae	3	5
<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) K. Becker	Asteraceae	13	0
<i>Lippia myriocephala</i> Schltl. & Cham.	Verbenaceae	3	1
<i>Lonchocarpus atropurpureus</i> Benth.	Fabaceae	23	0
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Sapindaceae	2	0
<i>Myrcianthes fragans</i> (Sw) Mcvaugh	Myrtaceae	8	14
<i>Nectandra reticulata</i> (R. & P.) Mez.	Lauraceae	2	0
<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae	7	14
<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.)	Fabaceae	11	0
<i>Platymiscium pleiostachyum</i> Donn. Sm	Fabaceae	2	3
<i>Pouteria sapota</i> L	Sapotaceae	0	1
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae	2	3
<i>Samanea saman</i> (Jacq.)	Fabaceae	0	1
<i>Stemmadenia donnellsmithii</i> (Rose) Woodson	Apocynaceae	18	5
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Meliaceae	1	3
<i>Tabebuia guayacan</i> (Seem.)	Bignoniaceae	0	1
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC	Bignoniaceae	3	0
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl	Anacardiaceae	12	1
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	Combretaceae	2	1
<i>Zanthoxylum fagara</i> L.	Rutaceae	1	0
		440	207

Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con café (*Coffea arabica* L.)
en San Ramón y dos en Condega, Nicaragua

Tabla 2a. Nombres científicos y familias taxonómicas de la flora arbórea en los agroecosistemas Linda Vista y El Milagro de Dios, Condega, Estelí, Nicaragua, 2016

Nombres científicos	Familias Taxonómicas	Linda Vista	El Milagro de Dios
<i>Acacia pennatula</i> (Schlecht. & Cham.) Benth	Mimosoideae	-	2
<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose ex Record.	Mimosaceae	9	-
<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	2	-
<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.)	Bombacaceae	-	2
<i>Bourreria huanita</i> (Lex.) Hemsl	Boraginaceae	-	2
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	Clusiaceae	18	-
<i>Cecropia francisci</i> Sneathl.	Urticaceae	5	6
<i>Cecropia peltata</i> L.	Urticaceae	1	-
<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	10	-
<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	Lauraceae	25	-
<i>Citrus sinensis</i> L.	Rutaceae	3	-
<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don ex DC.	Melastomataceae	1	-
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Boraginaceae	4	-
<i>Cupania guatemalensis</i> (Turcz.) Radlk	Sapindaceae	18	2
<i>Ficus</i> sp	Moraceae	1	-
<i>Ficus religiosa</i> L.	Moraceae	2	-
<i>Goethalsia meiantha</i> (Donn. Sm.) Burret.	Malvaceae	-	3
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	-	1
<i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.	Hernandiaceae	6	-
<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz. Jonote.	Malvaceae	1	-
<i>Homalium racemosum</i> Jacq	Salicaceae	1	-
<i>Ilex carpenterae</i> Standl	Aquifoliaceae	1	-
<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae	87	33
<i>Inga punctata</i> Willd	Fabaceae	43	22
<i>Karwinskia calderonii</i> Standl	Rhamnaceae	12	2
<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) K. Becker, Mem.	Asteraceae	21	2
<i>Lippia myriocephala</i> Schlechtendal & Cham	Verbenaceae	5	-

Nombres científicos	Familias Taxonómicas	Linda Vista	El Milagro de Dios
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Hamamediláceas	84	19
<i>Lonchocarpus latifolius</i> Kunth ex DC.	Fabaceae	6	1
<i>Mastichodendron capiri</i> var. Tempisque	Sapotaceae	1	-
<i>Miconia chrysophylla</i> (Rich.) Urb	Melastomataceae	1	-
<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.	Fabaceae	5	2
<i>Persea americana</i> Mill	Lauraceae	12	-
<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.)	Lauraceae	5	2
<i>Phoebe</i> sp	Lauraceae	2	-
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl.	Pinaceae	20	152
<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.)	Fabaceae	1	-
<i>Prunus pérsica</i> L.	Rosaceae	1	-
<i>Prunus</i> sp	Rosaceae	4	-
<i>Psidium grandifolia</i> (Donn.Sm.)	Fabaceae	1	-
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	2	-
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Fabaceae	7	1
<i>Quercus breneisii</i> Trel	Fagaceae	37	13
<i>Quercus bumeloides</i> Liebm	Fagaceae	29	74
<i>Quercus insignis</i> M.	Fagaceae	5	-
<i>Quercus segoviensis</i> Liebm	Fagaceae	2	-
<i>Robinsonella lindeniana</i> (Turcz.) Rose & Baker f.	Malvaceae	4	-
<i>Sapindus sapanoria</i> L.	Euphorbiaceae	4	1
<i>Sapium macrocarpum</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	3	-
<i>Tapirira gianensis</i> Aubl	Anacardiaceae	4	-
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm	Lamiaceae	12	-
<i>Vochysia ferruginea</i> Mart	Vochysiaceae	11	1
Total		539	343



“Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en SAN de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica”
DCI-FOOD/2013/317-971



www.una.edu.ni

www.unag.org.ni

Managua, Nicaragua, 2017

