



*“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 GANADO BOVINO EN LAS LAGUNAS, BOACO, 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 GANADO BOVINO EN LAS LAGUNAS, BOACO, 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 GANADO BOVINO EN LAS LAGUNAS, BOACO, 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. Ganadería, 2. Sistemas agrarios, 3. Agroecología, 4. Índice de biodiversidad, 5. Índice de sostenibilidad

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

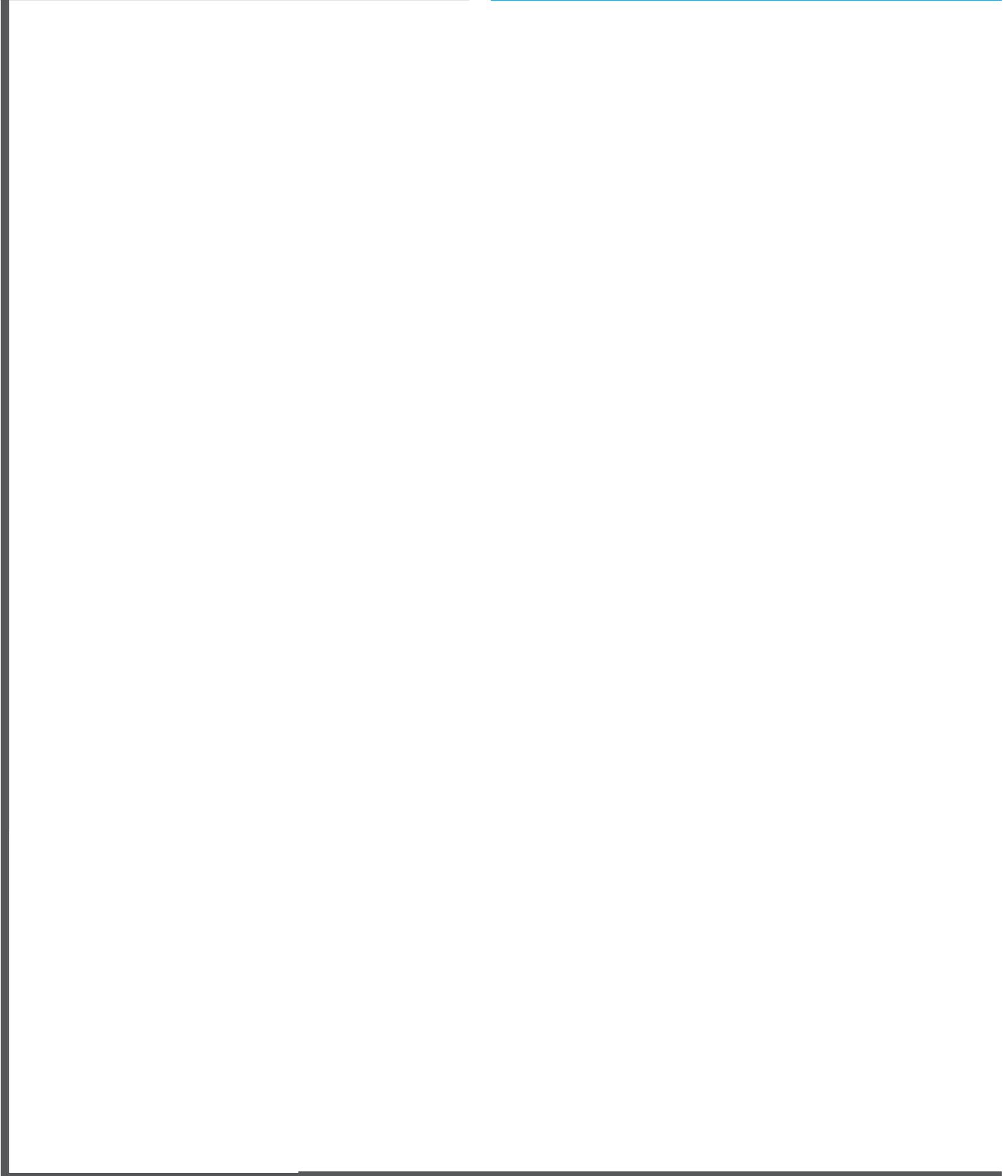
© Todos los derechos reservados
2017

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

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

CONTENIDO

	PRESENTACIÓN	
I.	INTRODUCCIÓN	9
II.	OBJETIVOS	10
2.1.	General	10
2.2.	Específicos	10
III.	METODOLOGÍA	11
3.1.	Localización de las fincas y periodo de estudio	11
3.2.	Enfoque de la investigación y diseño metodológico	12
3.3.	Análisis de datos	18
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1.	Diagnóstico de los diseños y manejos de la biodiversidad de los agroecosistemas	19
4.1.1.	Diseños y manejos de la biodiversidad productiva	19
4.1.2.	Manejo y conservación del suelo	20
4.1.3.	Manejo y conservación del agua	21
4.1.4.	Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos	21
4.1.5.	Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar	22
4.1.6.	Estado de los elementos de la biodiversidad asociada	23
4.1.7.	Coefficiente de manejo de la biodiversidad	23
4.2.	Balance aparente de nutrientes y caracterización de propiedades físicas y químicas del suelo	25
4.2.1.	Balance aparente de nutrientes	25
4.2.2.	Evaluación de parámetros físicos y químicos de suelo	28
4.3	Macrofauna del suelo y su funcionalidad	31
4.3.1	Caracterización de la biodiversidad alfa de la macrofauna del suelo	31
4.3.2	Caracterización de la biodiversidad beta de la macrofauna del suelo	34
4.3.3	Funcionalidad de la macrofauna edáfica	39
4.4.	Caracterización de la flora arbórea y su funcionabilidad	42
4.4.1.	Composición taxonómica de la flora arbórea e índice de biodiversidad alfa y beta	42
4.4.2.	Funcionalidad de las familias taxonómicas del componente arbóreo	46
4.4.3.	Estructura dasométrica de la flora arbórea	46
4.4.4	Características silviculturales de la flora arbórea	47
4.5.	Composición taxonómica de la flora arvense y su funcionabilidad	50
4.5.1	Diversidad alfa y beta de la flora arvense	50
4.5.2	Funcionalidad de las especies taxonómicas de la flora arvense	51
4.6.	Grado de sostenibilidad de los agroecosistemas	52
4.6.1	Índice de sostenibilidad general de los agroecosistemas	52
4.6.2.	Índice de sostenibilidad de los componentes en cada dimensión	53
4.6.3.	Índice de sostenibilidad de los indicadores por componentes	55
V.	REFLEXIONES	
VI.	AGRADECIMIENTOS	64
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
VIII.	ANEXO	68
		72



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 ganado bovino en Las Lagunas, Boaco, 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”.

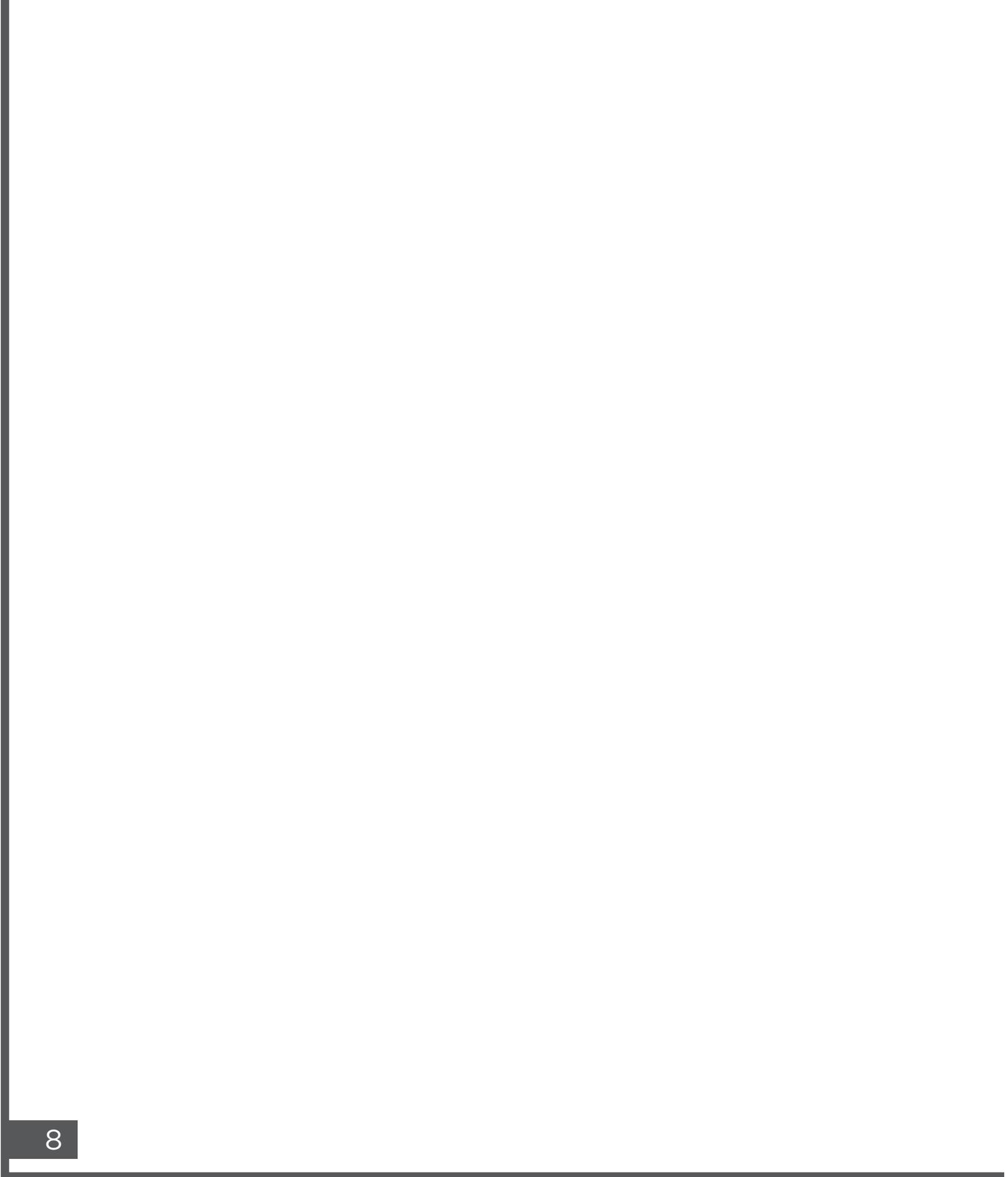
Para lograr lo anterior, el proyecto se planteó desarrollar la actividad “Evaluación agroecológica considerando indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales” y como primera fase se elaboró una propuesta de protocolo para conducir las investigaciones en los tres países involucrados, consensuada 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

Nicaragua es un país en esencia agrícola, especialmente en el sentido que esta palabra incluye a la ganadería, ya que la misma representa por lo menos una cuarta parte de su riqueza agropecuaria (CENAGRO, 2011). El Banco Central de Nicaragua menciona que la ganadería y sus derivados, continúa siendo uno de los principales rubros de exportación (BCN, 2013). Eso es debido a que Nicaragua presenta características edafo-climáticas que a su vez marca tres zonas definidas para la crianza de ganado que son la zona seca, zona intermedia, y zona húmeda (INETER, 2012). En Nicaragua, la ganadería ha sido concentrada, primeramente en la zona del pacífico o seca, posteriormente en la zona intermedia y últimamente en la zona atlántica o húmeda. Adicionalmente, el legado colonial, la formación académica tradicional, y la adaptación incompleta de los sistemas de producción animal de climas templados han influido en los sistemas de producción animal tanto para monogástrico y ruminantes (Sánchez y Rosales, 1999).

Por otra parte, a nivel mundial, la ganadería ha sido punto de referencia negativo como una de las causantes de la degradación de suelos, contribuciones al calentamiento global, deterioro de las fuentes hídricas, expansión de la frontera agrícola, etc. (Dumont y Carlos, 2000; Murgueito, 2003; Carmona, et al, 2005, FAO, 2014); debido a una transformación de los ecosistemas naturales, para satisfacer las demandas de los sistemas ganaderos; lo que conlleva a realizarse en sitios inadecuados promoviendo la degradación ambiental (Murgueito, 2003).

Para revertir ese punto de referencia negativo de la ganadería, en Nicaragua, muchos agricultores ganaderos han establecido sistemas silvopastoriles o agrosilvopastoriles, otros mantienen una cobertura arbórea dispersa y discontinua, incluyendo pequeños fragmentos de bosque y bosques riparios, charrales, arboles dispersos y cercas vivas (Alemán, et al, 2005) y otros que en sus sistemas agrosilvopastoriles implementan prácticas agroecológicas para hacer más diversificado el sistema, que sea más integrado, con mayores sinergismos, más eficiente y por consiguiente más resiliente al cambio climático.

Naturalmente, estos agroecosistemas ganaderos diversificados, integrados, sinérgicos y eficientes son más complejos. No obstante, no hay información científica que constate las bondades del nivel o grado de esta complejidad 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 del proyecto mencionado, 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 Las Lagunas, Boaco, Nicaragua. Estas fincas o agroecosistemas tienen en común la ganadería bovina, en las cuales se desarrolló una serie de investigaciones en las que participó estudiantes de grado y posgrado de la Universidad Nacional Agraria (UNA), cuyo propósito consistió en una evaluación agroecológica considerando indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales.

I. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar agroecológicamente dos sistemas de producción con ganado bovino en Boaco, 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 ganado bovino en Boaco, Nicaragua.
- Cuantificar los flujos de nutrientes (entradas y salidas) a través de un balance aparente de nutrientes (N, P y K) en dos agroecosistemas con ganado bovino en Boaco, Nicaragua.
- Determinar las características físicas y químicas del suelo en dos agroecosistemas con ganado bovino en Boaco, Nicaragua.
- Identificar taxonómicamente los organismos de macrofauna edáfica y su funcionalidad en dos agroecosistemas con ganado bovino en Boaco, Nicaragua.
- Identificar la flora arbórea y su funcionalidad en dos agroecosistemas con ganado bovino en Boaco, Nicaragua.
- Determinar la estructura dasométrica y las características silviculturales de la flora arbórea en dos agroecosistemas con ganado bovino en Boaco, Nicaragua.
- Identificar la flora de arvenses y su funcionalidad en dos agroecosistemas con ganado bovino en Boaco, Nicaragua.
- Cuantificar el grado de sostenibilidad en dos agroecosistemas con ganado bovino en Boaco, Nicaragua.

III. METODOLOGÍA

3.1 Localización de las fincas y periodo de estudio

La evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con ganado bovino en Boaco considerando indicadores productivos, ambientales, económicos y sociales, 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	Boaco	
Comunidad	Las Lagunas	
Nombre del productor	*Juan José García	José Benito Sánchez Paz
Nombre de la finca	Buena Vista	San Juan
Área de la finca (ha)	19.03	13
Coordenadas	12° 46' 08" latitud norte y 85° 61' 36" longitud oeste	
Altitud msnm	360	360
Precipitación (mm/año)	1,200 a 2,000	
Temperatura promedio (°C)	27° a 30° (INETER, 2012; INIDE - MAGFOR, 2013)	
Tipo de suelo	Inceptisoles, de profundidad media a baja, drenaje regular, pendientes del 3 al 10, pH ligeramente ácido, topografía es muy irregular (INETER, 2012 e INIDE - MAGFOR, 2013)	
Vegetación	Bosque tropical que varía de matorral seco hacia un tropical húmedo (INIDE- MAGFOR, 2013).	
Rubro común	Característica de estas fincas es ganadería bovina	

*: Promotor agroecológico calificado y fundador del PCaC

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

Tabla 2. Lotes de las fincas a evaluar agroecológicamente

Lote	Boaco, Las Lagunas	
	Buena Vista	San Juan
I	Diversificada	Agrícola
II	Café	Café
III	Pasto de corte	Pasto de corte
IV	Pasto de pastoreo	Pasto de pastoreo
V	Área boscosa	

3.2 Enfoque de la investigación y diseño metodológico

El enfoque de la investigación para la evaluación agroecológica de los dos agroecosistemas con ganado bovino 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 dos agroecosistemas con ganado bovino, 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.

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 = $\sum (2Pr1+Pr2+2Pr3+Pr4+Pr5+ Pr6+ Pr7+ Pr8+ Pr9+ Pr10+ Pr11+3 Pr12+ Pr13+ Pr14+ Pr15+ Pr16+Pr17+2Pr18)/23$	Coeficiente de Manejo de la Biodiversidad (CMB)
Manejo y conservación del suelo (MCS)	7	MCS = $\sum (2S1+S2+S3+2S4+S5+S6+S7)/9$	
Manejo y conservación del agua (MCA)	5	MCA = $\sum (A1+A2+2A3+2A4+A5)/7$	
Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)	5	MISRPr = $\sum (I1+2I2+I3+2I4+I5)/7$	
Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)	15	DMBAu = $\sum (2Au1+Au2+2Au3+Au4+3Au5+Au6 +Au7+2Au8+Au9+2Au10+Au11+Au12+Au13+2Au14+Au15)/22$	
Elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)	14	EBAs = $\sum [As1 + As2 + As3 + As4 + As5 + As6 + As7 + As8 + As9 + As10 + 2As11 + As12 + 2As13 + As14]/16$	
		CMB = $\sum (DMBPr+ MCS+ MCA+ MISRPr+ DMBAu+ EBAs)/6$	
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 dos agroecosistemas con ganado bovino, 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.h⁻¹**), materia orgánica (**MO**) a través del efecto de agua oxigenada (**30%**) 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 macros y micros elementos, pH, MO y textura del suelo en el laboratorio de suelo de la UNA.

Tabla 5. Categorización de 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, 2 015)

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

La cuantificación de los flujos de nutrientes (entradas y salidas), a través de un balance aparente de nutrientes (N, P y K), en los dos agroecosistemas con ganado bovino, 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 dos agroecosistemas con ganado bovino, 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 máximo 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 tierra 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 dos agroecosistemas con ganado bovino 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 rectangular, 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.

Las dimensiones de las parcelas del muestreo sistemático en el bosque latifoliado heterogéneo del agroecosistema Buena Vista fueron 20 m de ancho por 50 m de largo. En el bosque latifoliado con vegetación arbórea dispersa y el sistema agroforestal de café del agroecosistema San Juan solo se hizo un censo en donde se inventariaron el 100% de la población arbórea. 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 dos agroecosistemas con ganado bovino se realizó mediante las siguientes variables: **especie**, **diámetro** (cm) a la altura del pecho (DAP), medido a 1.30 m sobre el nivel del suelo (CATIE, 2002) medida 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: fustes completamente rectos, 2: árboles con fustes curvos, 3: árboles con fustes curvos y con daños 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 solo difusa; presencia de lianas (L) con las categorías siguientes: 1: arboles sin presencia de lianas y 2: con **presencia de lianas**; **estado fitosanitario** (F) con las siguientes categorías: 1: completamente sano, 2: 50% del árbol dañado; 3) 75% del árbol dañado y 4) 100% del 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 arboles 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).

Posteriormente, para la identificación de la diversidad de arvenses y su funcionalidad se realizaron muestreos aleatorios de un metro cuadrado. En cada lote se realizaron 15 muestreos aleatorios de un metro cuadrado, totalizando 75 metros cuadrados por cada finca. Se identificó la especie y se cuantificó su abundancia por especie.

La cuantificación del grado de sostenibilidad de los dos agroecosistemas con ganado bovino 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 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.

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 o índice de sostenibilidad general. 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 corresponde 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.

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
Σ 300	Total de Indicadores	69

3.3 Análisis de datos

Los datos de la aplicación de la metodología de Vázquez (2013a) 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 gráficos.

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 subsistemas 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, Byron Rodolfo Chavarría Díaz, Johnis Ariel Martínez Arauz, Josué Daniel Rocha Espinoza

El diagnóstico de los diseños y manejos de la biodiversidad se realizó en dos agroecosistemas con ganado bovino en Las lagunas, Boaco (Buena Vista y San Juan), cuyo propósito consistió en determinar el grado de complejidad de cada agroecosistema.

4.1.1. Diseños y manejos de la biodiversidad productiva

Describir, caracterizar y analizar sistemas diversificados complejos implica realizar estudios detallados de los componentes y prácticas que integran un agroecosistema productivo. La biodiversidad en los agroecosistemas puede ser tan variada como los diversos cultivos, malezas, artrópodos o microorganismos envueltos (Altieri, 1992).

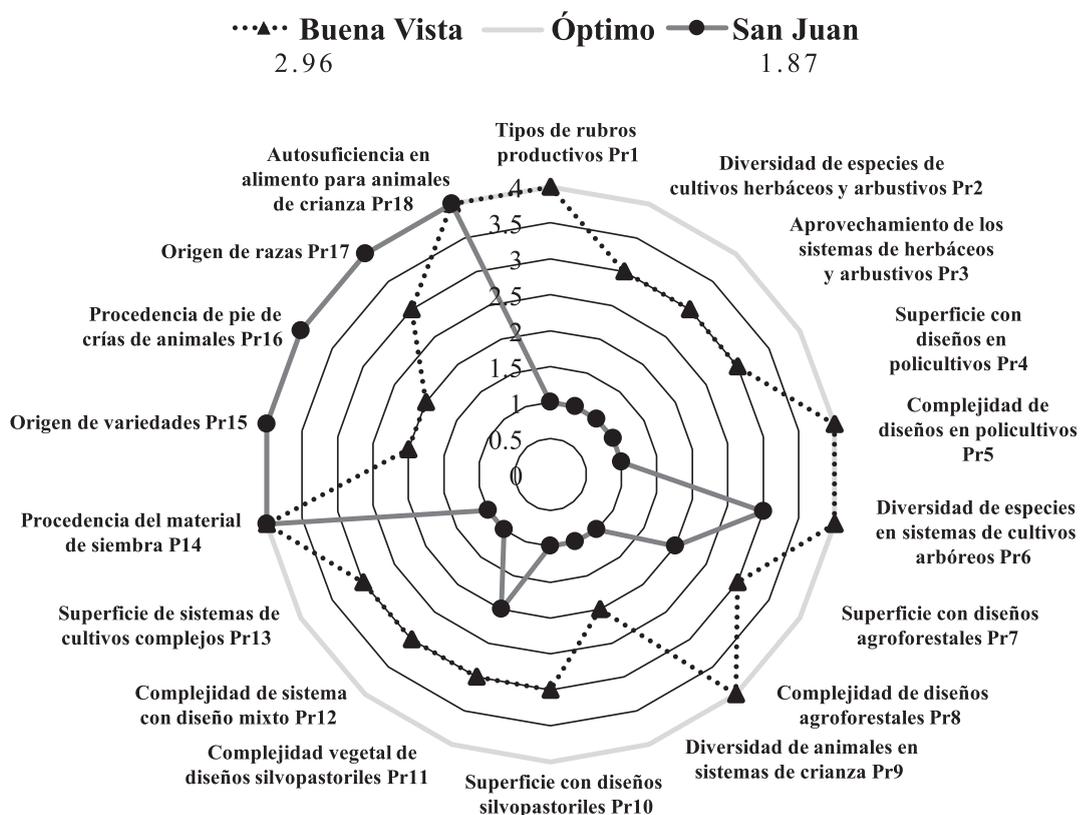


Figura 1. Diseños y manejos de la biodiversidad productiva (DMBPr), en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

Los elementos que garantizan la funcionabilidad sistémica son todos los componentes agro biodiversos presentes en los sistemas productivos. Según Troyo *et al.*, (2009) comprenden todos los organismos y recursos disponibles en la región cultivada como los cultivos sembrados, el suelo, agua circulante, flora, fauna, microorganismo, balance energético en el sistema, el ambiente físico, químico y el entorno humano asociado.

Los Diseños y Manejos de la Biodiversidad Productiva (DMPBr) alcanzaron un puntaje de 2.96 para el agroecosistema Buena Vista y de 1.87 para el agroecosistema San Juan. La finca Buena Vista adquirió un mayor valor en comparación con San Juan, debido a la complejidad de los diseños en sus áreas productivas y su diversidad de especies animales y vegetales presentes y a la planificación ejercida sobre ellos (Figura 1). Altieri (1999) menciona que la integración de diferentes rubros productivos conlleva a una mayor diversidad genética y estructural de la biota productiva.

4.1.2. Manejo y conservación del suelo

El diagnóstico del “Manejo y Conservación del Suelo” (MCS) muestra un valor de 3.11 para el agroecosistema Buena Vista, y 0.89 en el agroecosistema San Juan (Figura 2). El bajo resultado del agroecosistema San Juan se debe a que el productor no aplica ninguna enmienda para la conservación de los suelos a excepción del mínimo laboreo y rotación en menos del 25% de superficies de cultivos, lo que conlleva al cese paulatino de la producción y una dependencia creciente de insumos sintéticos para lograr la misma producción año con año; disminuyendo la fertilidad de los suelos, e incrementando la erosión y el desequilibrio ecológico.

En el agroecosistema Buena Vista se aplican diferentes técnicas que mejoran las funciones de la biota; entre ellas se encuentran prácticas de conservación de suelo, laboreo mínimo, y prácticas anti-erosivas. La incorporación de materia orgánica de fuentes como compost, vermicompost, harinas verdes, rastrojos de cultivos, raleo y podas de árboles son las principales actividades para mejorar el suelo en la finca Buena Vista, éstas se incorporan a un 75% del área, en cambio en el agroecosistema San Juan no se realizan.

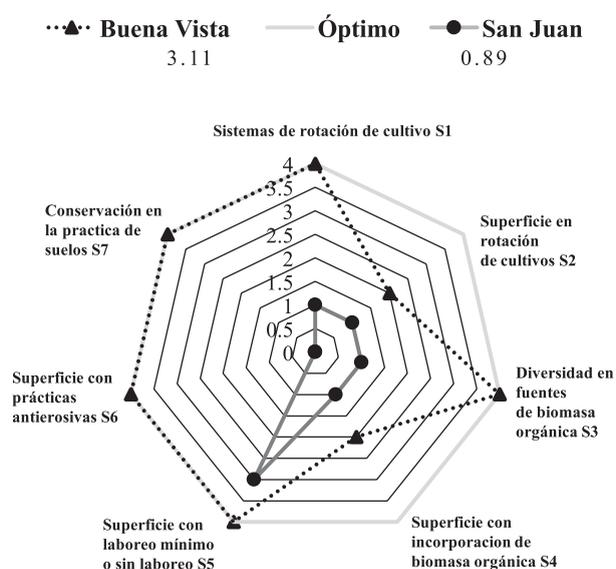


Figura 2. Manejo y Conservación del Suelo (MCS), en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

La adopción de diferentes técnicas de conservación permite un aumento y conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas ganaderos. El uso de tecnologías que ayudan a reincorporar al sistema parte de los nutrientes utilizados en las fuentes primarias y secundarias de las cadenas tróficas promueven la conservación y regeneración del suelo optimizándose las funciones metabólicas de los suelos (Altieri y Nicholls, 2002).

4.1.3. Manejo y conservación del agua

El diagnóstico del “Manejo y Conservación del Agua” (MCA), resultó en valores de 3.14 para el agroecosistema Buena Vista y de 1.0 para el agroecosistema San Juan (Figura 3). En Buena Vista se realiza un manejo más sistémico respecto al recurso agua dando lugar a un mejor aprovechamiento para la ganadería o cultivos. Se provee de diferentes fuentes hídricas naturales y artesanales. El abastecimiento de agua en el agroecosistema San Juan corresponde a un único pozo artesanal y no se tiene a disposición mecanismos para trasladar el agua a otros sectores de la unidad de producción o agroecosistema.

Aunque la diferencia entre las escalas de los dos sistemas sea grande, el uso racional del agua es lo que determina un nivel óptimo. La capacidad de los agroecosistemas en captar y retener agua está ligada a la biodiversidad, la cubierta vegetal en sus diferentes estratos, su función es de reponer su contenido de agua y controla el anegamiento al aumentar la infiltración y reducir el escurrimiento superficial (Altieri, 1992). En sistemas ganaderos la preservación del recurso agua está regida por el manejo del hato, una mala gerencia provocaría fuente difusa de nutrientes como nitrógeno, fósforo, bacterias fecales y sedimentos. La transferencia de estos materiales al agua puede resultar en un deterioro significativo de la calidad de los cuerpos receptores (Arocena et al. 2013).

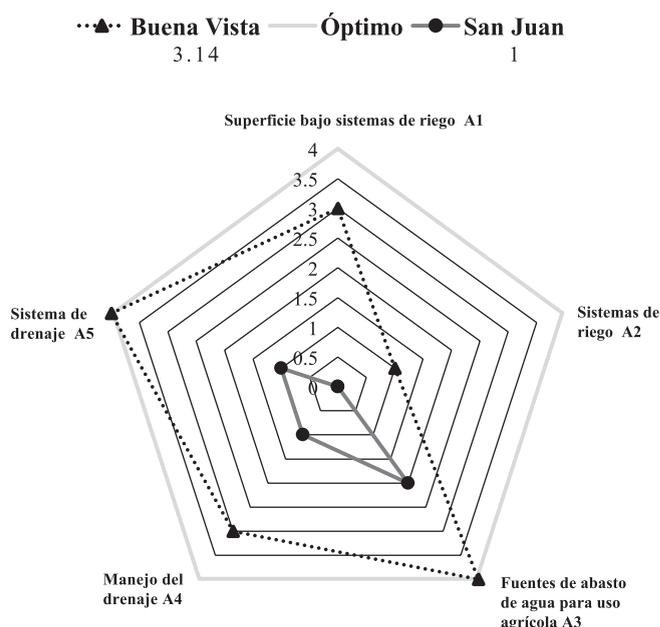


Figura 3. Manejo y Conservación del Agua (MCA), en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

4.1.4. Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos

El manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos obtuvo un valor de 3.57 para el agroecosistema Buena Vista y un de 0.14 para el agroecosistema San Juan (Figura 4). Buena Vista presenta un mejor nivel de optimización en la integración de alternativas biológicas para el tratamiento, control y prevención de enfermedades en los rubros productivos considerando que estas alternativas son prácticas de fitoterapia y homeopáticas sobre las especies de interés económico que se encuentran en el sistema a través de insumos vegetales y animales provenientes del sistema. Altieri y Nicholls (2002) mencionan que la utilización de recursos locales genera una retroalimentación positiva aumentando las poblaciones benéficas para su uso.

Muchas de las afecciones en los animales de ambos sistemas son provocadas por garrapatas (*Rhipicephalus microplus* C.); en el agroecosistema Buena Vista al realizar cambios en la composición vegetal, la rotación de potreros se ha reducido considerablemente las afecciones de este ácaro. Evitar largos períodos de permanencia del hato en las pasturas rompe el ciclo biológico del acaro. En el agroecosistema San Juan se realiza control químico, ambas pasturas presentaban la plaga de salivita *Aeneolamia postica* W. Esta plaga presenta metamorfosis incompleta; pasan por solo tres etapas: huevo, ninfa y adulto. Las ninfas se alimentan de las raíces y tallos de la planta; los adultos lo hacen de los retoños y hojas apareciendo manchas de color amarillo-blancuzco (Bustillo y Castro, 2011).

La biota benéfica y negativa ejerce una acción compleja sobre el agroecosistema que puede ser reflejada en el aspecto sanitario y al mismo tiempo ejerce un efecto autoregulador en el sistema (Vázquez, 2013b., Altieri, 1992); considerando que gran parte de las enfermedades en animales son desequilibrios asentados en un manejo deficiente desde un punto de vista ecopatológico, que son el conjunto de características ambientales o del animal que pueden ser controlada por la acción del hombre aumentando la aparición y desarrollo de enfermedades como factores de riesgo (Romero, et al., 2014).

4.1.5. Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar

La biodiversidad auxiliar es la flora no cultivada que habita naturalmente o se introduce, que se utiliza para influir positivamente sobre el resto de la biodiversidad (Vázquez, 2013a).

Se obtuvo el valor de 3.55 para el agroecosistema Buena Vista y 1.60 para el agroecosistema San Juan (Figura 5). Las especies que más predominan en la diversidad arbórea estructural de los componentes internos y externos de los subsistemas del agroecosistema Buena Vista fueron: *Gliricidia sepium* Jacq. (madero negro), *Bombacopsis quinata* Jacq. (pochote), *Guazuma ulmifolia* Lam. (guácimo), *Ceiba petandra* L. (ceiba), *Platymiscyrum plelostachyum* L. (coyote), *Bursera simaruba* L. (Jiñocuabo), *Tabebuia rosea* Bertol. (falso roble), *Spondias mombin*. L. (jobo) y *Bravaisia integerrima* Espreg. (mangle blanco). Los roles funcionales dentro de cada subsistema son: disminución de la radiación solar en el suelo, recurso forrajero, fuente de materia orgánica,

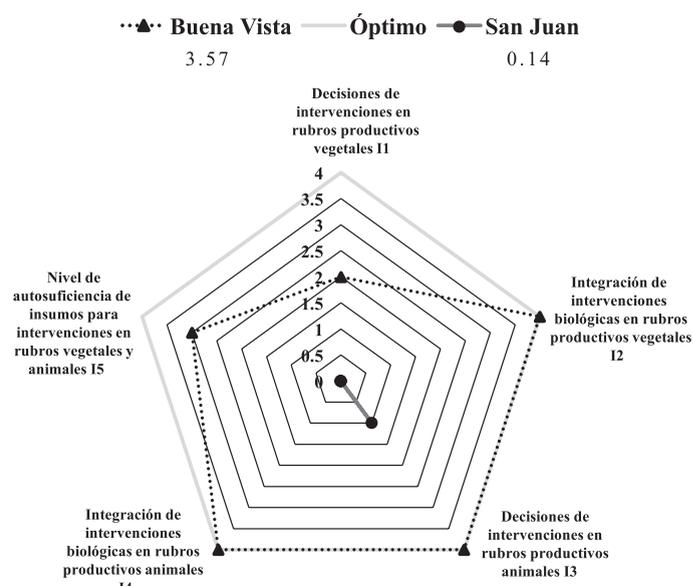


Figura 4. Manejo de las Intervenciones Sanitarias en Rubros Productivos (MISRPr), en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

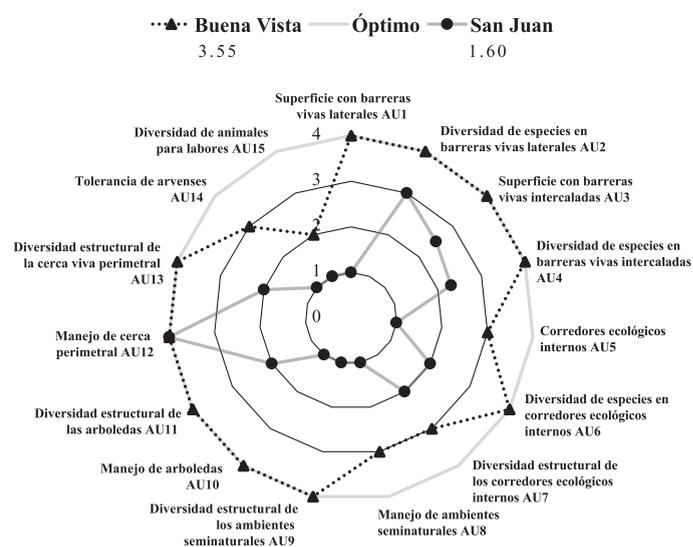


Figura 5. Manejo de los Elementos de la Biodiversidad Auxiliar (DMBAu), en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

modificadores de la estructura física del suelo y delimitación física de las áreas de producción.

El agroecosistema San Juan, presenta un manejo de cerca perimetral adecuado al igual que una alta variedad de especies que conforman la diversidad arbórea, pero la funcionalidad y uso potencial de los mismos es reducida debido a que no se fomentan interacciones ecológicas, simplificando de esa manera la estructura de los cultivos asociados.

La biodiversidad auxiliar que cohabita junto con la flora es la macrofauna (benéfica, perjudicial y otros) como reguladores de poblaciones de organismos nocivos (fitófagos, fitopatógenos, fitoparásitos), su rol funcional estará en dependencia de las especies vegetales que sustenten sus poblaciones (Vázquez *et al.*, 2012).

4.1.6. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada

En el diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del estado de manejo de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs), los valores obtenidos fueron de 3.24 y 2.25 para el agroecosistema Buena Vista y San Juan, respectivamente (Figura 6).

La biodiversidad asociada es la biocenosis que emigra de los ambientes adyacentes hacia la biota productiva de los agroecosistemas para colonizarlo, causando efectos indirectos (positivos o negativos) según el tipo de manejo adoptado, permitiendo su asentamiento o emigración (Nicholls, 2008).

La finca Buena Vista tiene resultados óptimos en indicadores como macrofauna, reguladores naturales y polinizadores; una poca incidencia de nematodos y de organismos nocivos en plantas y animales, permite obtener mejores resultados en comparación con la finca San Juan donde la incidencia de arvenses es agresiva y de organismos nocivos en animales es mayor.

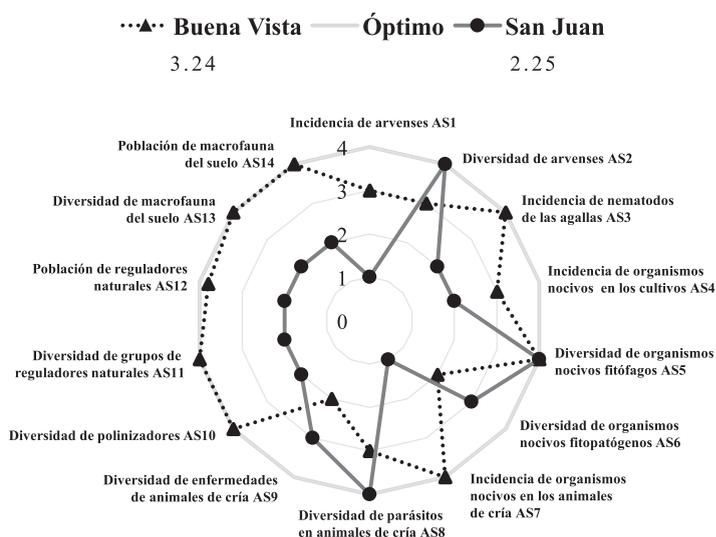


Figura 6. Estado de los elementos de la Biodiversidad Asociada (EBAs), en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

4.1.7. Coeficiente de manejo de la biodiversidad

Diferentes autores Dumont y Carlos (2000), Murgueito (2003), Carmona, *et.al* (2005) y Cingolani, *et.al* (2008) han evidenciado que la ganadería extensiva de forma muy generalizada es más compatible con la conservación de la biodiversidad en comparación con la ganadería a gran escala, su influencia en áreas no aptas para su desarrollo puede llegar a ser perjudicial para el agroecosistema, influyendo, la carga ganadera de un sitio sobre su biodiversidad, su suelo y su producción por unidad de superficie.

En este apartado se evidencia como la gerencia sobre los diferentes componentes de la biodiversidad (DMBpr, MCA, MCA, MISRPr, DMBAu, y EBAs) son afectados en un sistema ganadero bajo dos enfoques de producción.

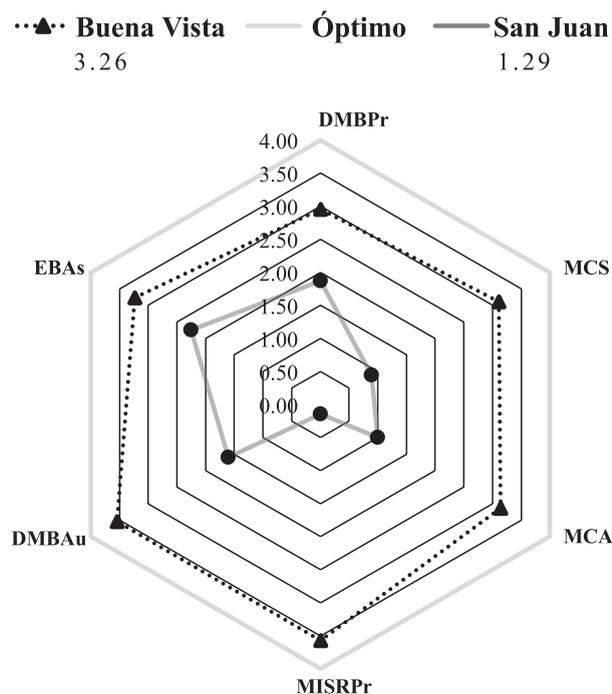


Figura 7. Coeficiente de Manejo de la Biodiversidad (CMB), en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

Las bases agroecológicas demuestran que incorporando un grupo de técnicas que reducen la erosión, aumenten el reciclado de nutrientes y la retención del agua en el suelo, el equilibrio biológico de los sistemas, y el uso de especies autóctonas adaptadas a las condiciones locales asegurando niveles de producción aceptable con un gasto de insumos externos mínimos, mantienen niveles de biodiversidad superiores, incrementando las posibilidades de poseer sistemas ganaderos más resilientes, en comparación a sistemas más convencionales.

Mantener niveles de plagas por debajo del umbral de daño económico es un reto constante para la agricultura con enfoque agroecológico. Sin plagas no hay auxiliares, el concepto de regulación biológica toma más sentido, lo que confiere una estabilidad a largo plazo de las poblaciones de insectos, flora y fauna nativa.

Las fincas que presenten un mayor coeficiente de manejo de la biodiversidad son aquellas que en forma sinérgica integren componentes a los sistemas, aumentan la funcionabilidad de éstos y en el proceso implementen prácticas agroecológicas combinadas y diseñadas para aumentar las interacciones posibles, aprovechar la ley de conservación de la energía y reducir las pérdidas de ésta fuera del sistema productivo.

El coeficiente de manejo de la biodiversidad en el agroecosistema Buena Vista es de 3.26, catalogándolo como un agroecosistema con diseños y manejos de su biodiversidad complejos, mientras que el coeficiente de manejo de la biodiversidad en el agroecosistema San Juan es de 1.29, categorizando a este agroecosistema con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos. Ambos agroecosistemas son gerenciados con diferente paradigma de producción. El primero se gerencia bajo el paradigma agroecológico y el segundo bajo el paradigma convencional. Esto se manifestó en mejor manejo y conservación del suelo (MCS) y agua (MCA), manejo de las intervenciones en rubros productivos (MISRPr), en el diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) y en los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) en el agroecosistema Buena Vista.

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

Leonardo José García Centeno, Mayela Matilde Hodgson Lacayo, Vivian Paola Martínez Guzmán y Josué Daniel Rocha Espinoza

Las fincas bajo estudios presentan similitudes en cuanto a características edafoclimáticas; los principales cultivos son café, pasto de corte, pasto de pastoreo, naranja, mandarina, frijol entre otros.

4.2.1. Balance aparente de nutrientes

Los resultados del balance aparente de nutrientes (N, P y K) de la finca Buena Vista se presentan en la figura 8. En el año 2016, las mayores entradas de nitrógeno, fósforo y potasio, en kg ha^{-1} , se presentó en la parcela de pasto de corte, con valores de $423.8 \text{ kg de N ha}^{-1}$, $391.4 \text{ de kg P ha}^{-1}$ y $653 \text{ kg de K ha}^{-1}$, estas aplicaciones se realizaban dos veces por años incorporando estiércol bovino y pulpa de café.

La tendencia del aumento en aplicaciones de nutrientes (N, P y K) está influenciada por el buen manejo que el productor le da a la biomasa, lo cual ha aumentado los rendimientos en sus cultivos favoreciendo que él perciba mayores ingresos y que las restituciones de nutrientes contribuyan a mantener la calidad de los suelos de la finca. Es importante resaltar que esta finca tiene diseños y manejos de su biodiversidad complejos, pero con la particularidad que todas las parcelas reciben abonamiento, razón por la cual, los balances por parcelas son positivos en los dos años de la evaluación.

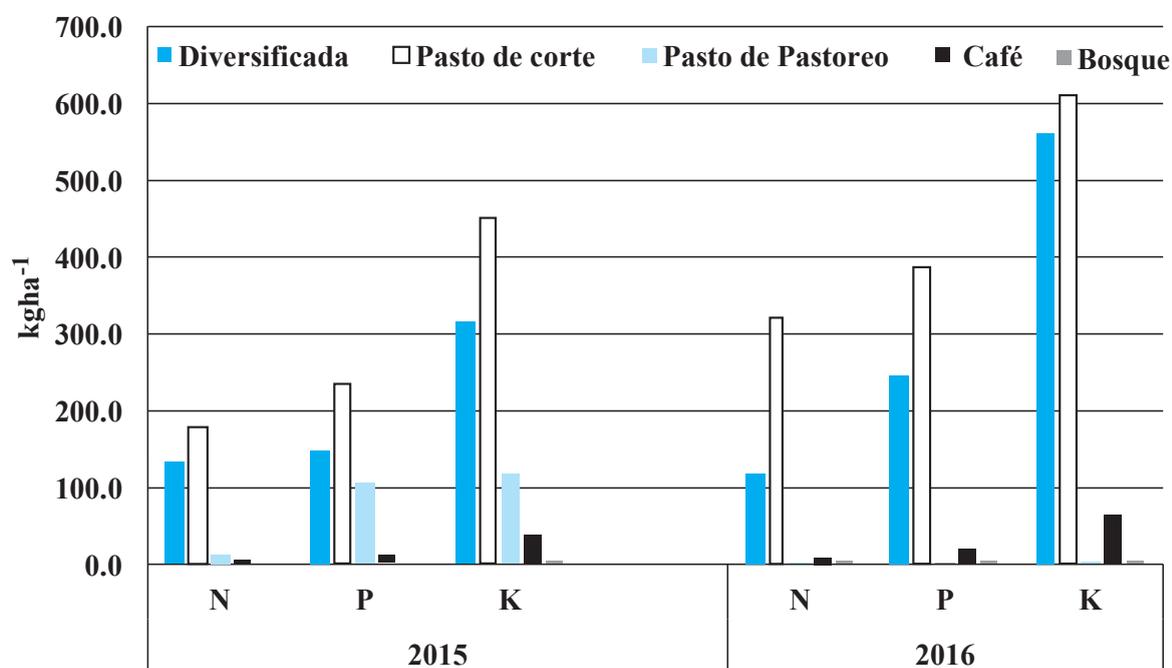


Figura 8. Comportamiento del balance aparente de N, P y K por parcela, finca Buena Vista, propietario Juan José García, Las Lagunas, Boaco, 2015-2016.

En la finca San Juan, la aportación de nutrientes (N, P y K) es diferente (Figura 9). Hay dos parcelas con pastos (Brizantha, Paracaribe y Taiwan) donde no se aplica ningún tipo de fertilizante, el propietario de esta finca invierte poco en insumos debido quizás a los altos costos de los mismos, y los rendimientos que obtiene no recuperan la inversión, por ello solo prioriza las parcelas en los cultivos, cuya producción sirve de alimento, como el caso del frijol y el cultivo del café, este último es el único que comercializa, pero las aplicaciones que realiza son mínimas (9 kg de N), que apenas cubren las exportaciones, recibiendo las mayores aplicaciones el frijol con el 88 % del nitrógeno que aplica a nivel de finca y las exportaciones por este cultivo solo representan el 12 % de los que se aplica (83 kg de N ha⁻¹).

En la figura 9 se presenta el balance de N, P y K por parcela por año, en la finca San Juan. Las parcelas donde está establecido el pasto, son las que mayor aporte tienen a los balances negativos de nitrógeno en esta finca, puede notarse también que solo la parcela con café es la que presenta balances positivos para los tres nutrimentos evaluados, pero dichos aportes no son significativos para el balance general de la finca.

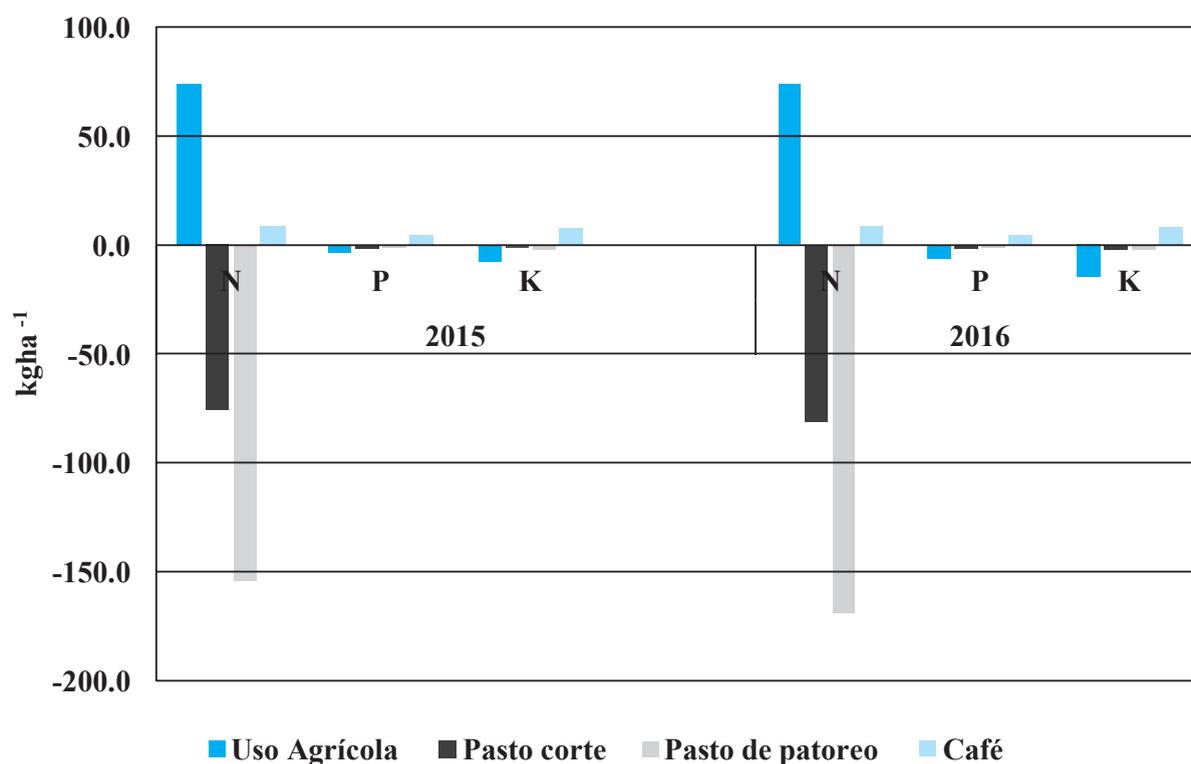


Figura 9. Comportamiento del balance aparente de N, P y K por parcela, finca San Juan, propietario José Benito Sánchez, Las Lagunas, Boaco, 2015-2016.

Una comparación de ambas fincas se presenta en la figura 10. En la finca Buen Vista, el balance de los tres nutrimentos (N, P y K) es positivo. Los mayores valores los alcanzó el potasio, que se atribuye al tipo de fuente que se aplica, quizás enriquecida con fuentes que aportan mucho este elemento, lo cual debe ponerse en observación, ya que los análisis de suelo de las parcelas de esta finca indicaron que son altos en potasio, por lo que al aumentar la cantidad de este nutriente en el suelo, puede ocasionar deficiencias de magnesio, ya que en todas las parcelas, a excepción donde está el bosque, la relación inter catiónicas Mg/K indica la probable deficiencia de magnesio (Tabla 9). En la finca San Juan, en las parcelas agrícola, en las de pasto de pastoreo y pasto de corte puede haber una probable deficiencia de calcio, debido a la relación Ca/Mg y Ca/K.

Tabla 9. Análisis de suelo y valores de las relaciones intercатиónicas entre las bases en cada parcela de ambas fincas en estudio.

Agroecosistema (Finca)		Característica Física		Característica Química								
										Relaciones intercатиónicas		
Parcela	Prof.	MO	pH	P	K	Mg	Ca	CIC	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	
	(cm)	(%)	H ₂ O	(%)	(meq/100 g suelo)							
Finca Buena Vista	Diversificada	60	4.33	4.97	2.67	0.77	2.3	9.61	14.57	4.2	12.5	3.0
	Café	50	3.71	5.09	3.15	1.34	3.48	7.95	13.75	2.3	5.9	2.6
	Pasto de pastoreo	48.4	3.34	5.53	3.03	1.34	3.08	8.72	14.65	2.8	6.5	2.3
	Pasto de corte	57	2.95	6.06	7.07	2.64	5.83	19.27	30.85	3.3	7.3	2.2
	Bosque	65	5.38	4.94	3.7	1.3	6.23	9.07	18.48	1.5	7.0	4.8
Finca San Juan	Agrícola	27	3.27	6.21	39.36	2.78	2.94	30.37	41.74	10.3	10.9	1.1
	Café	30	3.46	5.5	5.54	1.28	2.96	8.62	16.25	2.9	6.7	2.3
	Pasto de pastoreo	28	4.65	5.22	4.3	0.49	4.13	16.3	23.06	3.9	33.3	8.4
	Pasto de corte	31	4.84	5.4	4	0.3	3.04	11.48	15.28	3.8	38.3	10.1
									Valores ideales de las relaciones	2 a 5	5 a 25	3.5 a 15

Esto muestra que las fertilizaciones también deben ser balanceadas, ya que sin importar las fuentes, se puede crear desbalances en el suelo y afectar eventualmente la nutrición de los cultivos.

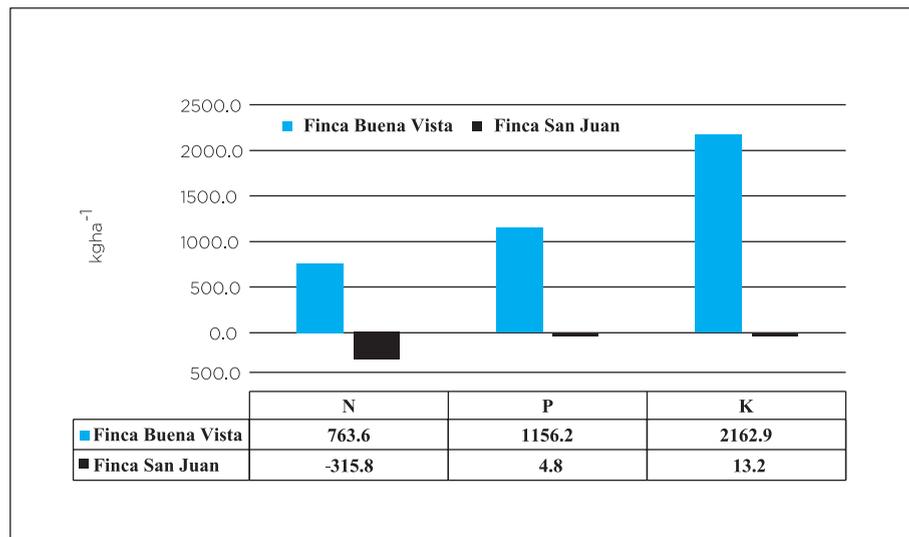


Figura 10. Comparación del comportamiento del balance aparente de N, P y K por finca, Las Lagunas, Boaco, 2015-2016.

4.2.2 Evaluación de parámetros físicos y químicos de suelo

De acuerdo con Hunnemayer et al. (1997), los indicadores de calidad edáfica permiten analizar la situación actual e identificar los puntos críticos respecto a la sostenibilidad de la finca como medio productivo o recurso natural importante para la calidad de vida, o el mantenimiento de la biodiversidad; para analizar los posibles impactos antes de una intervención; evaluar el impacto de las intervenciones; y ayudar a determinar si el uso del recurso es sostenible.

La evaluación de la calidad de suelo es indispensable para determinar si el sistema de manejo empleado es sustentable, tanto en el corto como el mediano y largo plazo (Doran et al, 1994). Además, estos indicadores son utilizados como una herramienta para identificar áreas con problemas, buscando estimadores realistas de producción y monitoreando cambios en la calidad ambiental, relacionados al manejo agrícola.

La figura 11 muestra el comportamiento de los parámetros de suelo evaluados en la finca Buena Vista. Los factores más limitantes en esta finca son el pH y la porosidad total. El pH varió entre 4.97 y 5.53 (fuertemente ácido a ácido) en tres de las 5 parcelas (diversificada, café y pasto de pastoreo), estos valores podrían afectar la disponibilidad de fósforo para los cultivos establecidos, ya que los valores de fósforo fueron bajos y variaron entre 2.7 y 7 ppm, los cuales son bajos para casi todos los cultivos, aun en la parcela que presentó pH 6, ya que aunque éste no afecte la disponibilidad, las cantidades en el suelo son insuficientes para el cultivo establecido en esa parcela.

Una estrategia de manejo para mejorar no solo el pH del suelo, sino también la disponibilidad de fósforo, es aumentando los contenidos de materia orgánica del suelo. El otro parámetro es la porosidad total que alcanzó la categoría 1 en todas las parcelas (porosidad muy alta, mayor de 70%).

En cuanto a las texturas de los suelos, éstas son en general entre franco arcillosa y arcillosas, que se corresponde con los altos valores de porosidad, los que alcanzaron la categoría 1, sin riesgo de encharcamiento, ya que los contenidos de materia orgánica variaron entre 3 y 5 %, esto se manifiesta también en la infiltración que alcanzó la máxima categoría de 5 en todas las parcelas.

Aunque la profundidad de los suelos fue categorizada 2 y 3 (entre 25 y 100 cm), en las menores profundidades están los pastos y los cultivos diversificados en suelos con mayor profundidad, esto muestra que el productor selecciona correctamente los cultivos de acuerdo a las características de sus suelos. Esto demuestra la importancia de conocer bien el suelo de la finca para establecer los cultivos.

La figura 12 muestra el comportamiento de los parámetros de suelo evaluados en la finca San Juan. El pH de las parcelas con pasto de corte, pasto de pastoreo y café presentan los valores más bajos (5.4, 5.2 y 5.5 respectivamente), mientras que en la parcela de uso agrícola el pH se encuentra en la categoría 5, con un valor de 6.3. Los valores bajos en las tres primeras parcelas pueden presentar deficiencias de fósforo para los cultivos que en ellas se establecen, lo que se acentúa por los bajos valores de este elemento que presentan esas parcelas (4.6 ppm de promedio). El nivel alto de fósforo en la parcela de uso agrícola está influenciado por las aplicaciones de 18-46-0 que realiza el productor, las parcelas de pasto no reciben ninguna aplicación, y la de café aunque recibe cierta aplicación, ésta no es suficiente, ni para aumentar el fósforo en el suelo, ni para satisfacer la necesidad del cultivo, lo que ya se evidenció en el balance negativo de fósforo a nivel de finca.

La textura a nivel de finca varió de franco a arcilloso, lo que se corresponde con porosidades altas (mayores de 70%), las que se han visto positivamente favorecidas por los contenidos de materia orgánica que presentan los suelos, que variaron en las categorías de 3 a 5 (3.2 a 4.6 % de MO). Aunque las texturas tienden a ser arcillosas, el uso y los niveles de materia orgánica han favorecido una infiltración muy buena categorizándose como 5 en todas las parcelas (ideal en los suelos).

En términos generales, puede establecerse, que la principal limitación es la profundidad del suelo, por ello es importante el establecimiento de cultivos (como estrategia de manejo) que se adapten a esas condiciones del suelo.

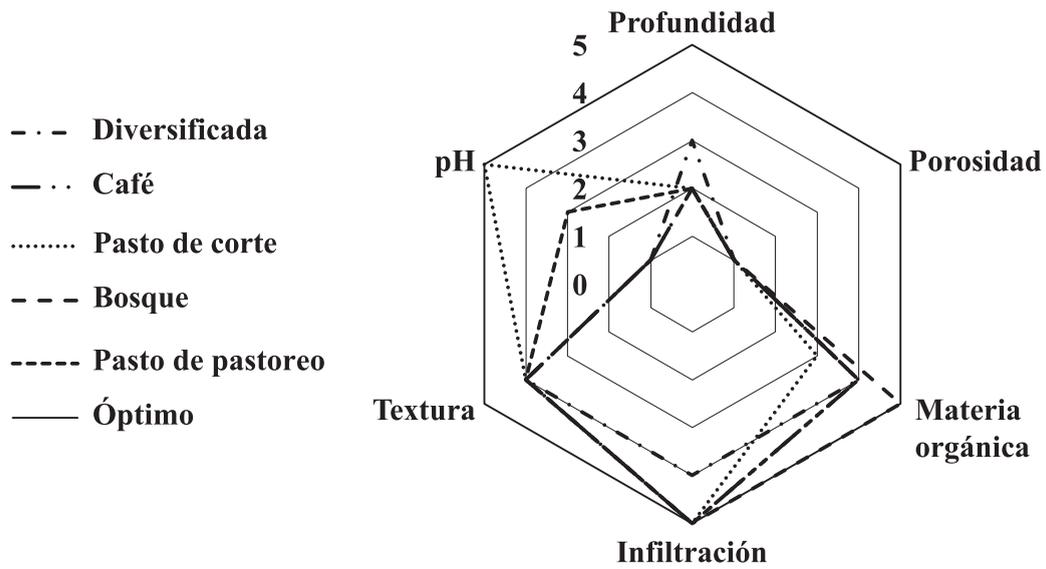


Figura 11. Estado actual de los indicadores evaluados por parcela en el la Finca Buena Vista durante el período 2 015 - 2 016.

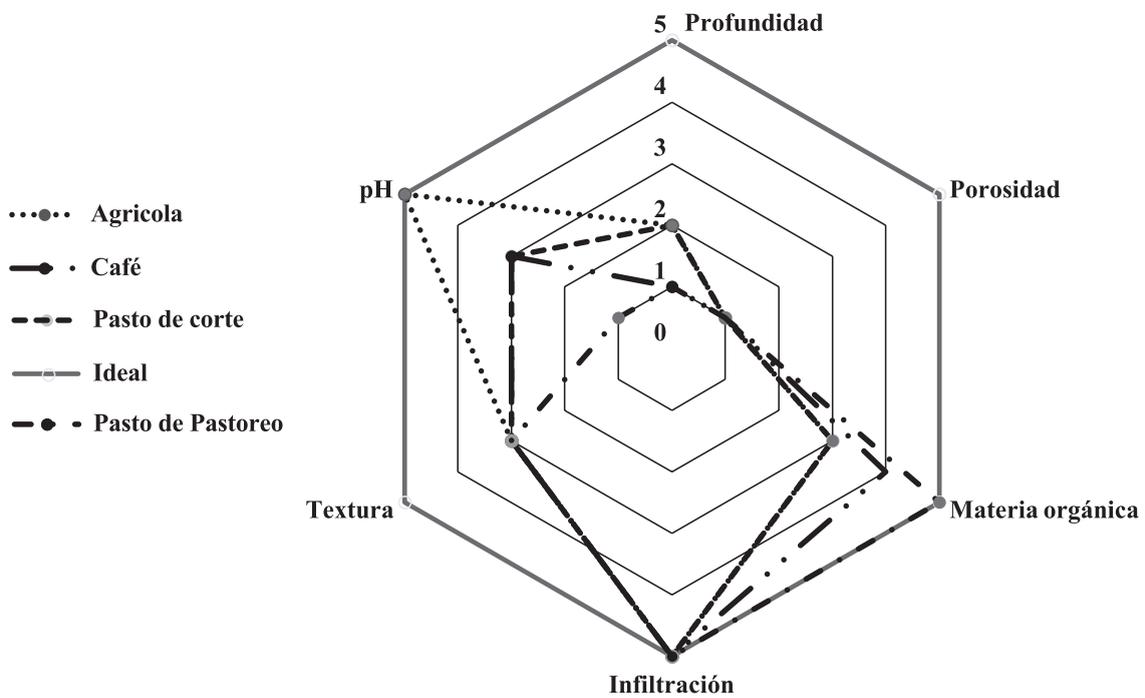


Figura 12. Estado actual de los indicadores evaluados por parcela en el la Finca San Juan durante el período 2 015 - 2 016.

En la figura 13 se presentan la comparación de las propiedades físicas y químicas evaluadas en ambas fincas. La finca San Juan fue ligeramente superior a la finca Buena Vista respecto al porcentaje de materia orgánica con una media de 4.05% y 3.94% respectivamente, cuya categoría, en ambas fincas, es 4. En la finca Buena Vista, los valores más altos lo obtuvo el área de bosque con un 5.38%, mientras que el valor más bajo lo alcanzó el área de pasto de corte con 2.95%. En la finca San Juan, el nivel más altos se determinó en el área de pasto de corte con 4.84% y el nivel más bajo en el área agrícola con 3.27%, que son considerados valores medios a alto.

La materia orgánica (MO) tiende a mejorar la estructura del suelo, que se ve reflejado en una reducción de la densidad aparente (D_a), cuyo valor es de 0.8 $g\text{cm}^{-3}$, en la finca Buena Vista, y de 1.0 $g\text{cm}^{-3}$, en la finca San Juan, con un aumento de la porosidad total en la finca Buena Vista que alcanzó la categoría 1, con 73.4 %. En consecuencia, la estructura del suelo es mejorada, la que a su vez afecta la porosidad, y ésta a la retención de agua, éstos son dos parámetros que se encuentran estrechamente vinculados, ya que la capacidad de retención de agua en el suelo es dependiente del número de poros, de la distribución y del tamaño de poros. (Krull *et al*, 2004). Pikul y Almiarar (1986) estudiaron la distribución del espacio poroso con diferentes manejos de suelo y encontraron que al agregar materia orgánica aumentaban los poros de mayor diámetro, que retienen el agua con menor energía. La porosidad total del suelo depende de la densidad real y la densidad aparente del suelo.

Las profundidades del suelo en las áreas de pastoreo presentaron los niveles más superficiales debido a la compactación del ganado en ambas fincas con 29 cm en la finca San Juan y 48 cm en la finca Buena Vista. La velocidad de infiltración del agua en el suelo fue de 8.64 cmh^{-1} en la finca Buena Vista y una media de 7.34 cmh^{-1} en la finca San Juan, cuya categoría es 5. La mayor infiltración en la finca Buena Vista está dada por una menor presencia de arcilla en el suelo, (suelo franco) versus suelo franco arcilloso de la finca San Juan.

En términos generales, ambas fincas alcanzaron una buena categorización, aunque existen diferencias en relación a la textura y el pH tanto a nivel de parcelas por finca, como a nivel de toda la finca, esto último podría hacer la diferencia, sobre todo en la disponibilidad de fósforo, ya que éste es bajo en ambas fincas (13 de las 14 parcelas evaluadas), pero podría ser más negativo en la finca San Juan, que fue donde se obtuvieron balances negativos para este elemento.

La materia orgánica alcanzó en ambas fincas la misma categorización, un manejo más adecuado en relación a su incorporación al suelo, tendría efectos muy positivos en la finca San Juan, sobre todo en la porosidad total del suelo, la que al mejorar tendría un efecto simultáneo sobre la retención de humedad del suelo y así almacenar más agua para uso de los cultivos. Si bien la infiltración fue similar para ambas fincas, al aumentar la porosidad

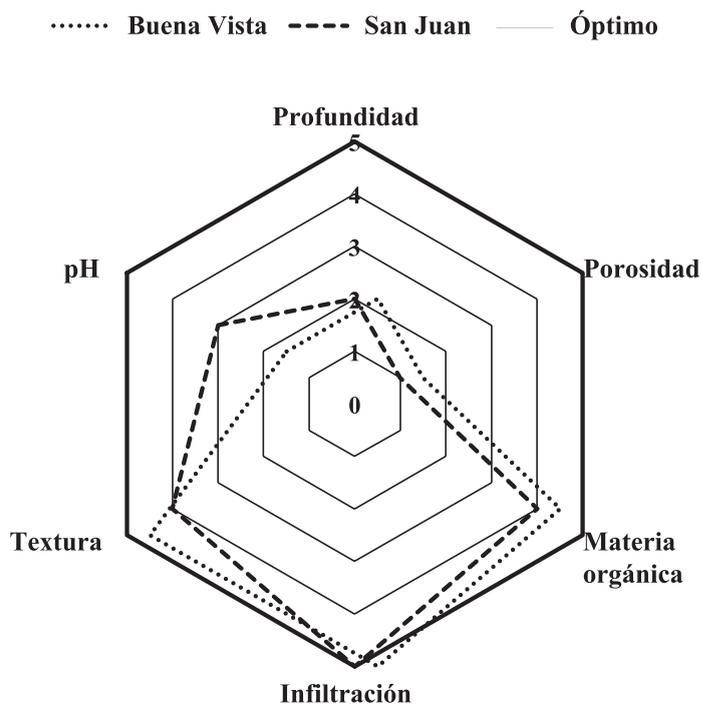


Figura 13. Comparación de los indicadores físicos y químicos evaluados por finca en el período 2015 - 2016.

por incremento de la materia orgánica del suelo, la cantidad de agua que se infiltra es menor y se aumenta su almacenamiento.

También debe mencionarse, que en cuatro de las cinco parcela de la finca Buena Vista y en dos de las cuatro de la finca San Juan, existen riegos reales de deficiencias de magnesio por altos contenidos de potasio, y deficiencia de potasio por altos contenidos de calcio, en dos de las cuatro parcelas de la finca San Juan, pues la relación de balance entre esos nutrimentos así lo evidencia (Tabla 9). Las fertilizaciones sean estas orgánicas o químicas, deben cumplir con los cuatro requisitos de una buena fertilización (qué?, cuánto?, cómo? y dónde? aplicar), entre ellas las cantidades que se aplican para mantener un buen balance nutritivo de los suelos para los cultivos.

4.3 Macrofauna del suelo y su funcionalidad

Hugo René Rodríguez González, Byron Rodolfo Chavarría Díaz, Johnis Ariel Martínez Arauz, Josué Daniel Rocha Espinoza

La macrofauna del suelo está constituida por organismos que pasan toda o una parte de su vida sobre la superficie inmediata del suelo, troncos podridos, hojarasca superficial y bajo la superficie de la tierra, desde el punto de vista de la alimentación incluye individuos que son fitófago, depredadores, omnívoros (Brown *et al*, 2001).

En el agroecosistema Buena Vista se se registraron 1577 individuos, pertenecientes a 8 clases, 21 órdenes y 63 familias, mientras que en el agroecosistema San Juan se registraron 462 individuos, pertenecientes 7 clases, 19 órdenes y 41 familias.

4.3.1 Caracterización de la diversidad alfa de la macrofauna del suelo

El mejor resultado para el índice de biodiversidad caracterizado desde su riqueza para el taxón clase, utilizando los perfiles de Renyi (biodiversidad alfa), lo obtuvo el agroecosistema Buena Vista. En alfa igual a cero, se interpreta una mayor riqueza de clases en la finca Buena Vista comparada con el agroecosistema San Juan (Figura 14). Cuando en el perfil de Renyi alfa se acerca a uno se comporta como el índice de Shannon-Wiener mostrando mejor uniformidad de las clases en el agroecosistema San Juan.

Si alfa está en dos, el perfil se comporta como Simpson; este resultado indica que hay dominancia de ciertas clases en el agroecosistema San Juan. Si el alfa va de dos al infinito el perfil se comporta como el índice de Berger-Parker mostrando equidad superior en Buena Vista (Figura 14).

La fertilidad se manifiesta de manera ascendente en el tiempo dentro de sistemas agroecológicos, no así en los sistemas convencionales (Zerbino, 2010). En fincas con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejo (agroecosistema San Juan) existe una menor cantidad de macrofauna edáfica.

El agroecosistema Buena Vista, presenta mayor riqueza de órdenes taxonómicos mostrando el punto más alto en alfa igual a cero según el perfil de Renyi. Cuando alfa se acerca a uno muestra que hay más uniformidad de los órdenes de macrofauna en el agroecosistema San Juan. En el perfil de Renyi con un alfa dos se muestra mayor dominancia en el agroecosistema Buena Vista. Cuando alfa va de dos al infinito se muestra una equidad similar en ambos agroecosistemas (Figura 15).

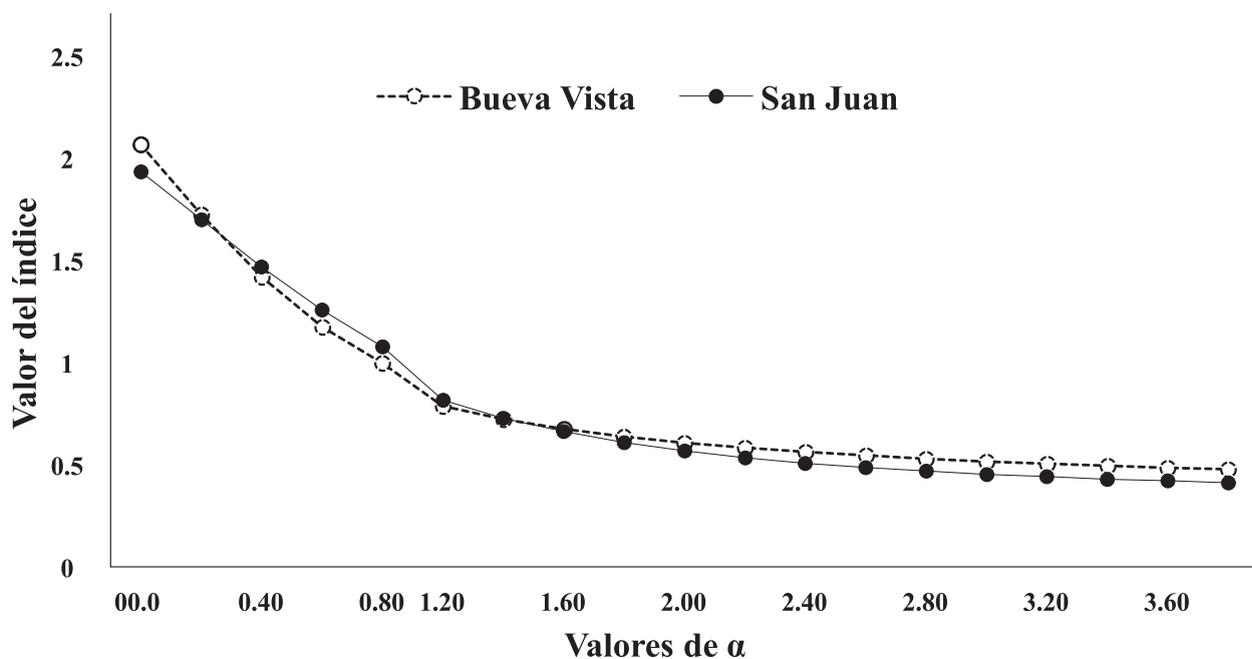


Figura 14. Perfiles de Renyi a nivel de clases de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

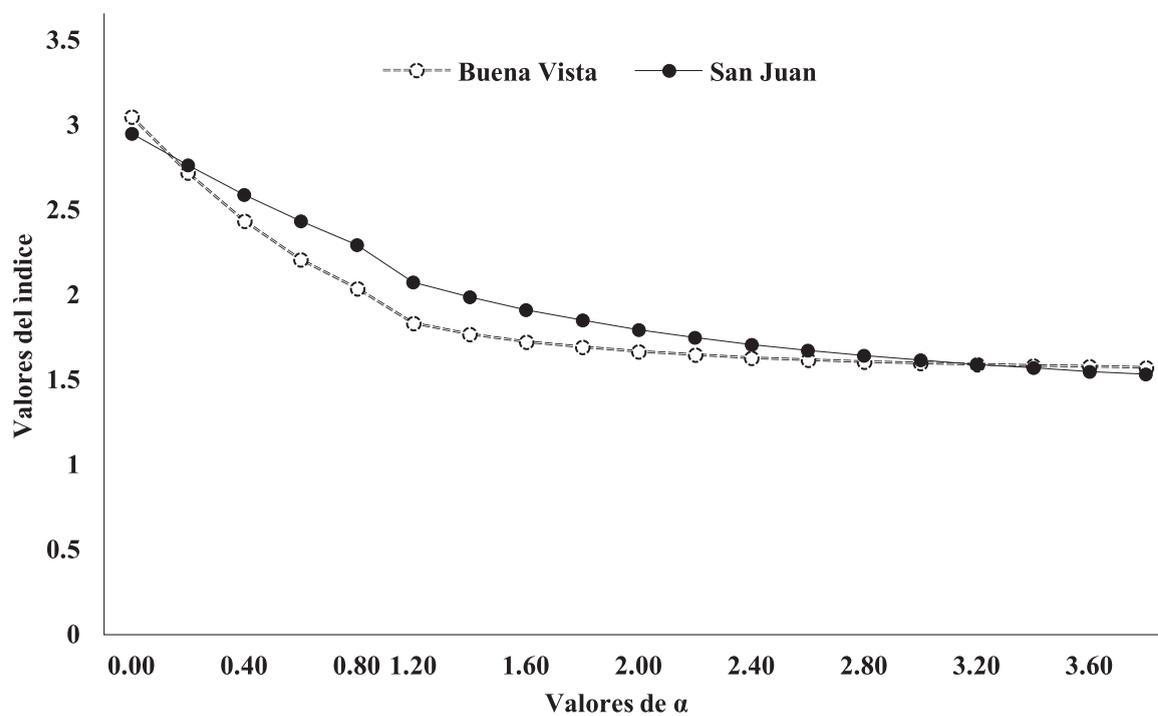


Figura 15. Perfiles de Renyi a nivel de órdenes de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

El orden Haplotaxida domina en ambos sistemas, el agroecosistema Buena Vista presenta una mayor abundancia de individuos, esto permite que la curva perteneciente al agroecosistema Buena Vista se muestre inferior a la curva del agroecosistema San Juan entre un alfa de 0.2-2.8. Un aspecto importante que favoreció el mayor número de individuos fue la incorporación de residuos del control de maleza producto de la chapia en el agroecosistema Buena Vista, esto además contribuye con retención de la humedad.

La baja riqueza de organismos en el agroecosistema San Juan, se debe a la sensibilidad de las comunidades de la macrofauna ante el manejo convencional del suelo. Los cambios en la cobertura y la transformación de la vegetación, generan un efecto negativo por las perturbaciones impuestas en los sistemas de cultivo (Cabrera *et al.*, 2011).

Al medir la biodiversidad en el taxón de familias según los perfiles de Renyi, cuando alfa está en cero, muestra mayor riqueza en el agroecosistema Buena Vista. Cuando en los perfiles de Renyi alfa se acerca a uno se muestra mejor uniformidad de las familias en el agroecosistema San Juan. Si alfa está en dos se observa una menor dominancia en el agroecosistema San Juan. Cuando alfa va de dos al infinito el perfil muestra equidad similar en ambos agroecosistemas ganaderos (Figura 16).

La uniformidad y la dominancia son características de la biodiversidad que están relacionadas con la distribución de la abundancia entre diferentes especies de la macrofauna. En ambas características, el agroecosistema San Juan, según los perfiles de Renyi, fue superior a Buena Vista porque en este último agroecosistema hubo mayor dominancia de lombrices (familia Lumbricidae) desequilibrando la uniformidad de las especies de macrofauna presentes. Este resultado es positivo desde un punto de vista funcional, porque las lombrices se vuelven aliadas importantes en la descomposición de materia orgánica dentro de cualquier agroecosistema.

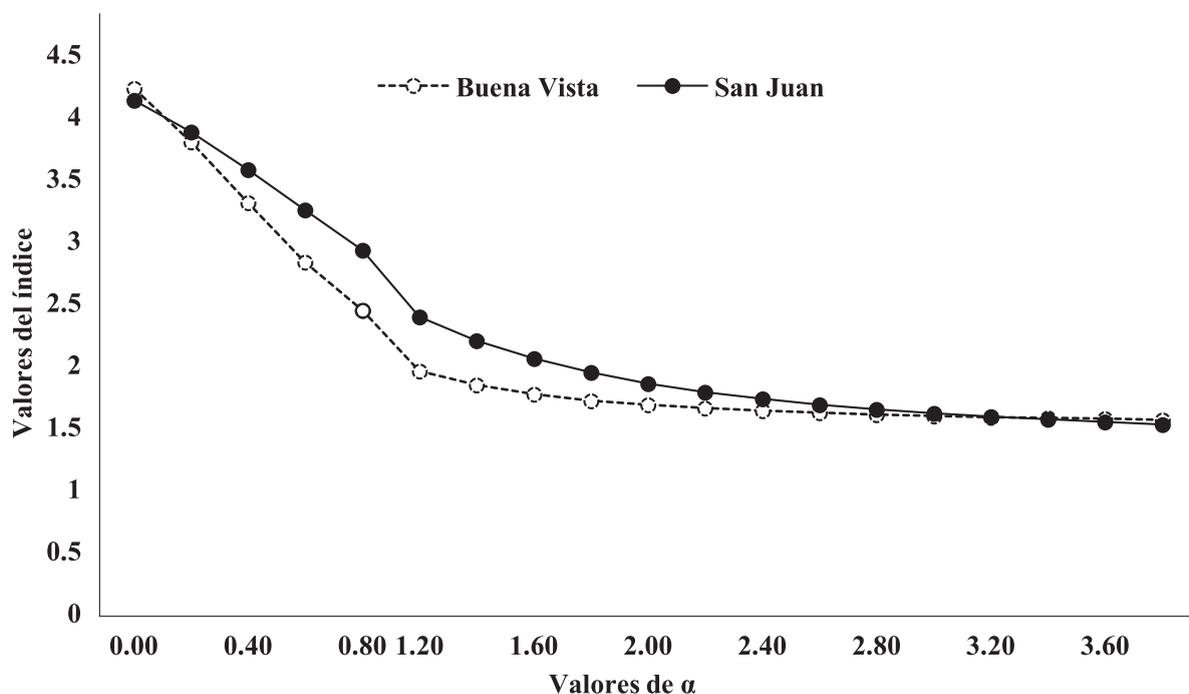


Figura 16. Perfiles de Renyi a nivel de familias de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

La mayor diversidad taxonómica presente en sistemas agroecológicos es considerada como valores muy bajos al relacionarlos con los sistemas naturales con cierto grado de conservación, como las selvas secundarias, que poseen gran riqueza taxonómica (Ararat y Aristizabal, 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 y mayores contenidos de materia orgánica.

En agroecosistemas con diseños y manejos de la biodiversidad categorizados como complejos (finca Buena Vista) pueden presentar uniformidad y dominancia con resultados aparentemente negativos desde un punto de vista conceptual. Aquellos sistemas donde hay menor uniformidad entre taxones y mayor dominancia de uno de ellos son calificados por la ecología con baja diversidad. Se debe considerar cuales son los taxones que están influyendo sobre este resultado, para generar conclusiones coherentes con el diseño agroecológico en términos de composición, estructura y función de macroinvertebrados presentes en los agroecosistemas.

Diseños agroecológicos como los de Buena Vista pueden presentar mejores resultados en términos de riqueza aún con uniformidad y dominancia inferior. Componentes de la diversidad como la equidad en taxones de órdenes y familias presentan similitud para ambos agroecosistemas, demostrándose así que distintos atributos para caracterizar la diversidad no son directamente proporcionales a la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad.

4.3.2 Caracterización de la diversidad beta de la macrofauna del suelo

El índice de disimilitud según Bry-Curtis (biodiversidad beta) muestra valores más altos en las clases: Chilopoda, Diplura y Arachnida indicando que éstas se encuentran presentes con un número similar de organismos en ambos agroecosistemas. Disimilitudes intermedias muestran las clases: Diplopoda, Malacostraca, e Insecta (Figura 17).

Las lombrices de tierra pertenecen a la clase Clitellata, ésta se encuentra en disimilitud alta debida a que en el agroecosistema Buena Vista hay mayor abundancia de estos organismos. Según Benito y Pasini (2002) el ambiente que se crea en los primeros estratos de profundidad favorece a los organismos cavadores, en particular a las lombrices, a los depredadores y a los individuos saprófagos.

La asociación de pastizales con árboles produce efectos muy favorables (Crespo, 2009). Nicholls (2008) asume que las aplicaciones de plaguicidas, eliminan de forma temporal las plagas en los sitios específicos donde se aplican, pero a la vez unos pocos individuos pueden sobrevivir, debido de algún modo porque evitan el contacto con la toxina o porque pequeñas diferencias en su metabolismo les permite tolerarla.

Según Brown *et al* (2004), existe mayor riqueza y abundancia de comunidades de invertebrados en suelos con arreglos agroforestales comparado con suelos en pasturas, ésta diferencia se debe al aporte de hojarasca de las especies arbóreas, lo que favorece el microclima.

En disimilitud baja se encontró a los órdenes: Spirostreptida, Lepidoptera, Hemiptera, Opiliones, Diplura, Blattodea, Julida y Orthoptera, en disimilitud intermedia los órdenes Araneae, Scolopendromorpha, Isoptera, Isopoda e Hymenoptera (Figura 18).

Los órdenes Haplotaxida, Coleoptera y Diptera, se encuentran en disimilitud alta presentando mayor abundancia de estos organismos en el agroecosistema Buena Vista. De esta manera, resultados similares obtuvieron Moran y Alfaro (2015) registrando la presencia de estos organismos únicamente en sistemas con enfoques agroecológicos, como es el caso del agroecosistema Buena Vista.

Se registró con mayor importancia el orden Haplotaxida; según Lavelle y Spain, (2001), estos organismos tienen la función de transformar el material orgánico en humus e ingieren de manera selectiva una gran cantidad de material orgánico y mineral. El orden Diptera registró mayor número de organismos en el agroecosistema Buena Vista.

Los árboles en pastizales de gramíneas contribuyen a estimular los organismos del suelo, en especial las lombrices de tierra, las que desempeñan un rol importante, al mejorar no solo los indicadores físicos y químicos, sino también como estimuladoras de otros organismos edáficos (Sánchez y Hernández, 2011).

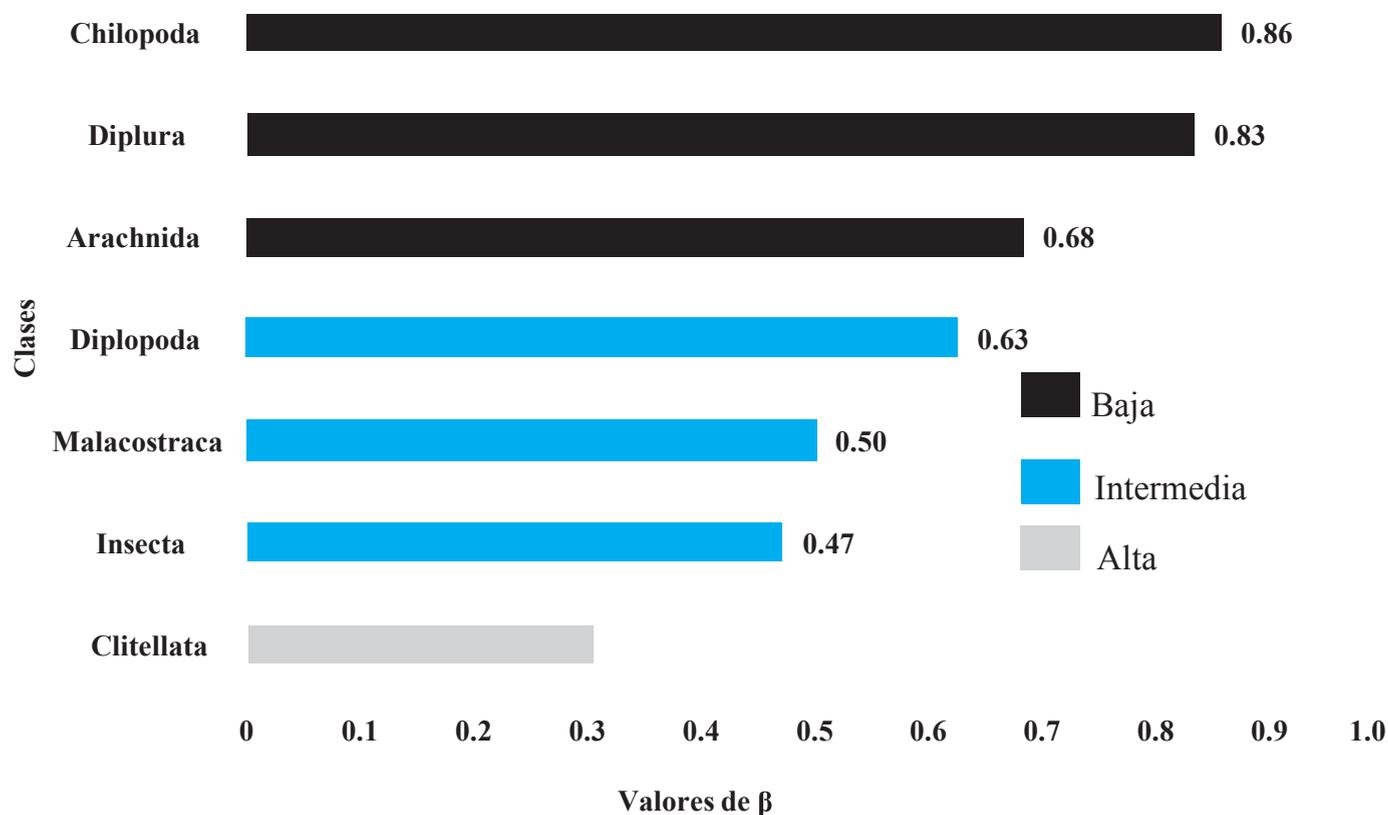


Figura 17. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las clases de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

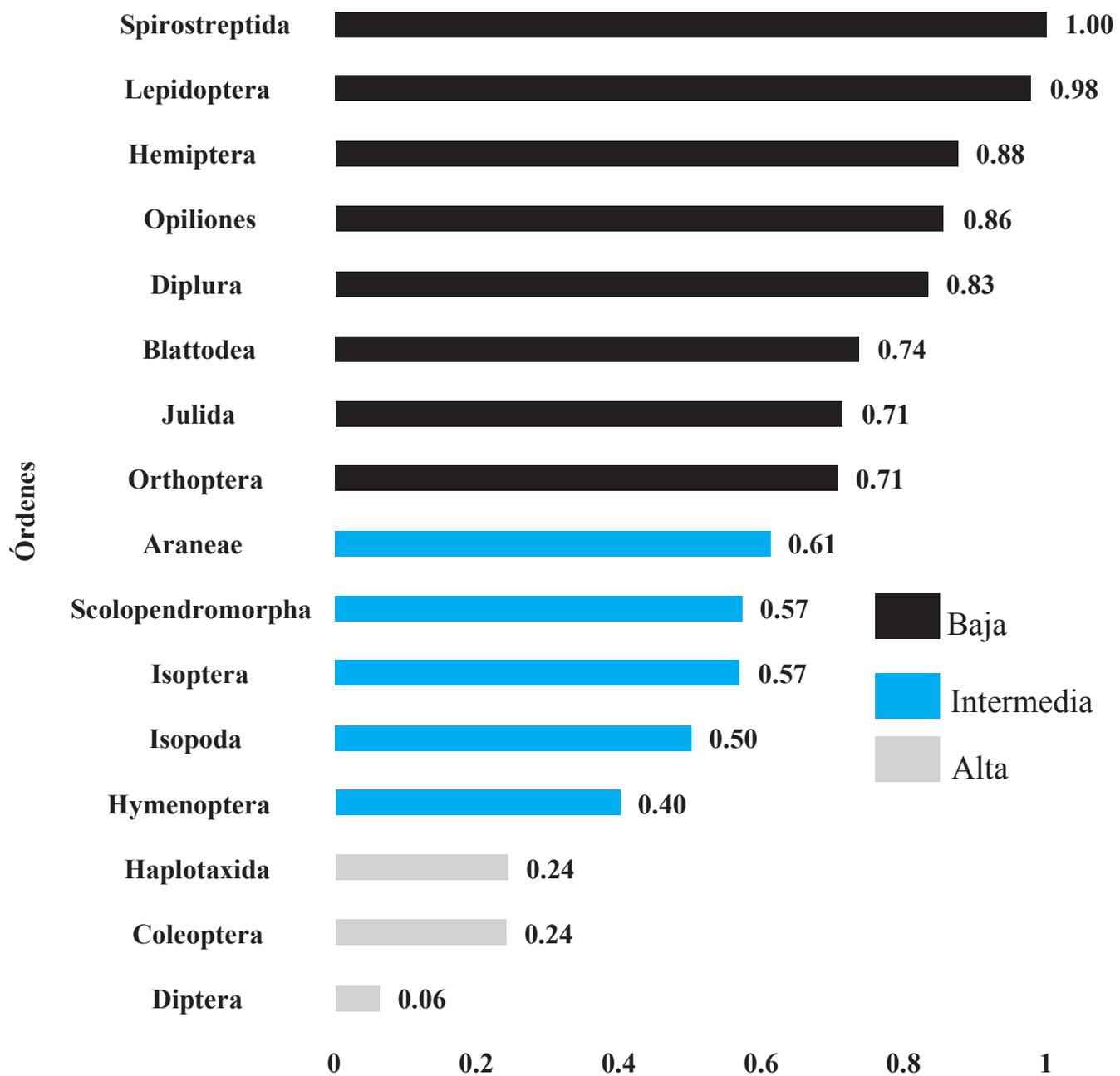


Figura 18. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para los órdenes de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

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 y se debe sumar al efecto que se ejerce con un inadecuado manejo transformando así sus propiedades físicas y por tanto el hábitat de las comunidades de macro invertebrados existentes en el ecosistema. Villalobos *et al* (1999) indican 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.

La influencia de prácticas agroecológica que benefician más a una especie que a otra influye sobre un desbalance en proporciones poblacionales. El aumento de la disponibilidad de la materia orgánica permite condiciones propicias para que macroinvertebrados como las lombrices de tierra sean dominantes.

Se encontró disimilitud baja en las familias: Tenebrionidae, Spirostreptida, Araneidae, Passalidae, Gryllidae, Japygidae, Teridiidae, Reduviidae, Blattidae, Julidae, Staphylinidae, Gnaphosidae, Dictynidae, Cosmetidae, y Chrysomelidae (Figura 19). y en disimilitud intermedia se mencionan las familias Scolopendridae, Blattellidae, Blaberidae, Rhinotermitidae, Styloniscidae, Elateridae, Agelenidae, Formicidae y Meloidae (Figura 19).

Las familias Pyralidae, Lumbricidae y Scarabaeidae tienen disimilitud alta, encontrándose más individuos en el agroecosistema Buena Vista en cambio las familias Noctuidae y Tettigoniidae registró menor abundancia en el agroecosistema Buena Vista.

Según Sonco (2013), los bajos índices de similitud que se obtuvieron entre las parcelas y entre localidad, mostraron una elevada tasa de recambio de especies, resultado que se presenta porque las zonas en donde se encuentran estas localidades tienen un carácter de transición de la vegetación y además se presenta como una respuesta a los diferentes factores ambientales y abióticos presente en cada localidad. Diversos estudios indican que la mayoría de los productores desconocen el impacto de las prácticas agrícolas sobre el ambiente y particularmente sobre la macro fauna edáfica (Lagn *et al*, 2011).

Las familias Noctuidae y Tettigoniidae que se presentaron en mayor proporción en el agroecosistema San Juan representan dos tipos de organismos fitófagos de importancia agronómica, porque se alimentan de plantas. En el agroecosistema Buena Vista las familias Pyralidae y Scarabaeidae son fitófagos capaces de hacer daño a plantas dentro de la finca. Ambos agroecosistemas tienen macroinvertebrados con efectos negativos; la disponibilidad de materia orgánica superior en Buena Vista representa el factor determinante para el aumento de la población de organismos de la familia Scarabaeidae con efectos negativos y también propicia la abundancia de individuos de la familia Lumbricidae con efectos positivos en el suelo. Acciones que garantizan la presencia de organismos benéficos también puede ocasionar la presencia de otros que son negativos, encontrar organismos que permitan alcanzar estabilidad funcional dentro del agroecosistema representa una prioridad para el diseño de sistemas agroecológicos eficientes.

Familias de organismos de macroinvertebrados como Lumbricidae y Scarabaeidae; incrementan sus poblaciones dentro de agroecosistemas con diseños y manejos agroecológicos (Buena Vista) por presentarse en ellos un alto porcentaje de materia orgánica en el suelo. La alta disponibilidad de material orgánico en proceso de descomposición favorece la multiplicación de aquellos organismos con función detritívora en agroecosistemas generando alta disimilitud en ellos al ser comparados con otros sistemas agropecuarios cercanos.

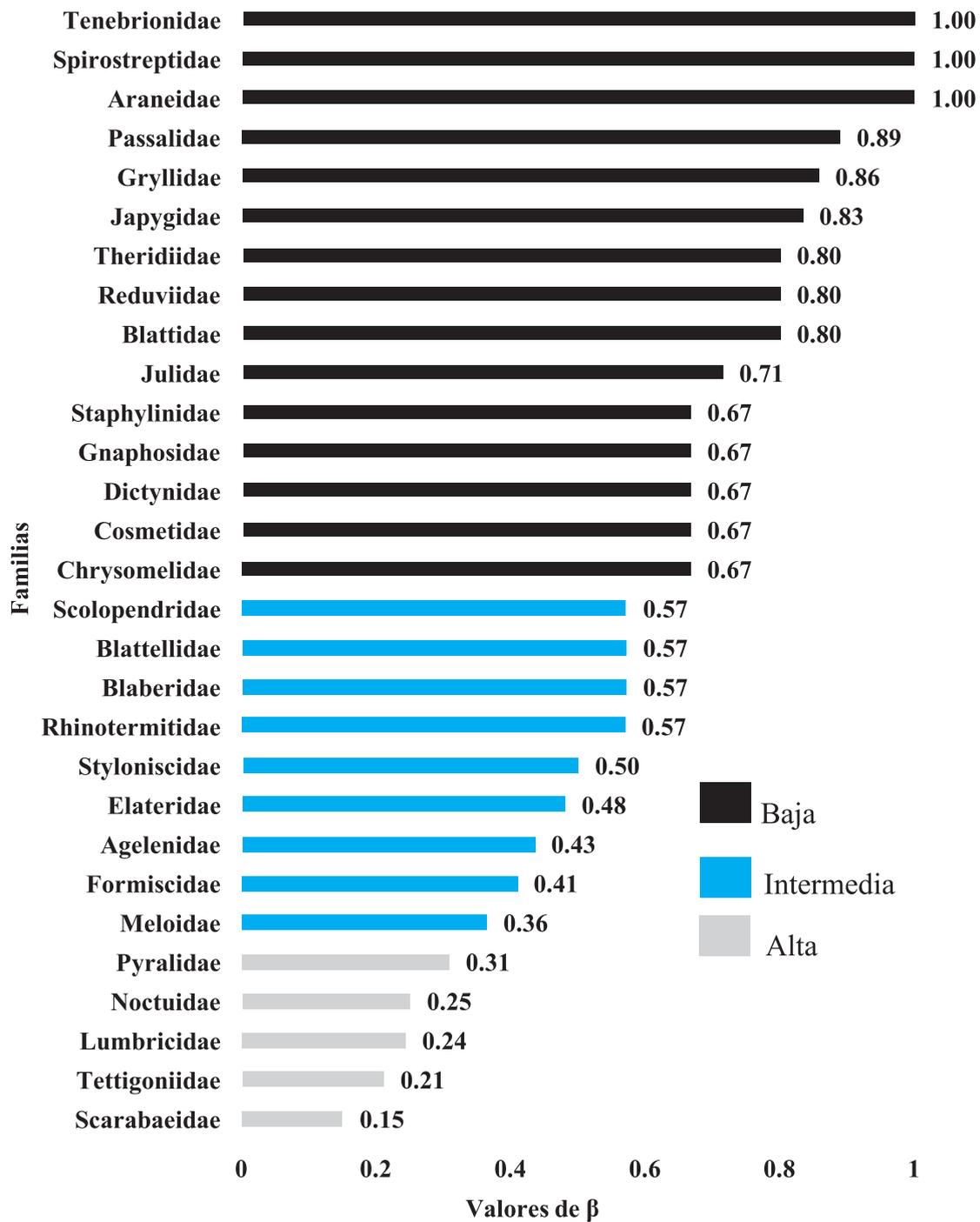


Figura 19. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las familias de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016.

4.3.3 Funcionalidad de la macrofauna edáfica

Los artrópodos tienen una alimentación muy variada, a veces los estadios inmaduros tienen las mismas costumbres alimentarias que los adultos lo más común es que sean especies: depredadores, detritívoros, fitófagos y parásitos (Mc Gavin, 2000).

Depredadores

En este estudio se encontró un total de 450 organismos depredadores en el agroecosistema Buena Vista y 145 en el agroecosistema San Juan (Tabla 10 y 11). Arañas de la familia Agelenidae son los depredadores que dominan en la finca Buena Vista. Según Jiménez (2009) los depredadores son organismos de vida libre que a través de toda su vida matan a varias presas para completar su desarrollo.

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.

Herbívoros o fitófagos

La familia Staphylinidae con representatividad en el agroecosistema Buena Vista 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 (Jiménez, 2009).

Se registró un total de 1366 para el agroecosistema Buena Vista y 372 en el agroecosistema San Juan, estos organismos se encontraron presentes con actividad en ambos agroecosistemas, se reportan las familias Scarabaeidae, Gryllidae y Staphylinidae, 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.)

Detritívoros

Los detritívoros son organismos que viven en la hojarasca e intervienen en la descomposición de la materia orgánica y se encargan de la trituración de restos vegetales y animales que componen la hojarasca (Cabrera, 2014). En las tablas 10 y 11 se presentan 1331 organismos encontrados en el agroecosistema Buena Vista y 349 en el agroecosistema San Juan.

La familia Lumbricidae está mayor representada y algunos autores destacan su excelente papel como reguladores de la dinámica de la hojarasca y la materia orgánica del suelo.

Tabla 10. Rol funcional depredadores y fitófagos de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016

Familias	Depredadores		Familias	Fitófagos	
	Buena Vista	San Juan		Buena Vista	San Juan
Agelenidae	18	5	Acrididae	4	
Amaurobiidae		1	Anthocoridae	1	
Anthocoridae	1		Apidae	2	
Araneidae	1	1	Arctiidae	1	
Carabidae	5		Blaberidae	5	2
Cercopidae		2	Blattellidae	15	6
Chactidae		1	Blattidae	4	6
Cicindelidae		1	Cephalidae	1	
Clubionidae	1		Cerambycidae	2	
Cosmetidae	2	4	Cercopidae		2
Ctenizidae	1		Chrysomelidae	1	2
Dictynidae	2	1	Curculionidae	1	
Dipluridae	1		Elateridae	19	6
Formiscidae	370	95	Erotylidae	1	
Gelastocoridae		2	Eumastacidae		1
Geophilidae	2		Formiscidae	370	95
Gnaphosidae	2	2	Gelastocoridae		2
Gyrinidae	2		Geometridae	1	
Heteropodidae	3		Grapholithidae	3	
Ixodidae		1	Gryllacrididae	2	
Japygidae	5	7	Gryllidae	3	4
Laelapidae	1		Gryllotalpidae	1	
Leiobunidae	1		Lampyridae	1	
Linyphiidae	3		Lumbricidae	340	47
Lithobiidae	3		Lygaeidae		1
Lycosidae		2	Meloidae	9	2
Mantidae	1		Miridae	4	
Pisauridae	1		Noctuidae	3	21
Pompilidae	1		Nymphalidae	1	
Reduviidae	3	2	Papilionidae	1	
Salticidae	7	2	Passalidae	5	4
Scolopendridae	2	5	Pyrilidae	1	2
Sicariidae	3		Reduviidae	3	
Staphylinidae	1	2	Rhinotermitidae	337	134
Theridiidae	6	9	Scarabaeidae	222	18
Thomisidae	1		Tettigoniidae	2	17
Totales	450	145		1366	372

Tabla 11. Rol funcional detritívoros, omnívoros y parásitos de la macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2016

Familias	Detritívoros		Familias	Omnívoros		Familias	Parásitos	
	Buena Vista	San Juan		Buena Vista	San Juan		Buena Vista	San Juan
Acrididae	4		Acrididae	4		Acanthosomatidae	1	-
Blaberidae	5	2	Blaberidae	5	2	Culicidae	6	-
Blattellidae	15	6	Blattellidae	15	6	Ighneumanidae	4	-
Blattidae	4	6	Blattidae	4	6		11	
Eumastacidae		1	Crabronidae	1	-			
Formiscidae	370	95	Eumastacidae		1			
Gryllacrididae	2		Formiscidae	370	95			
Gryllidae	3	4	Geotrupidae	1	-			
Gryllotalpidae	1	-	Gryllacrididae	2				
Julidae	5	9	Gryllidae	3	4			
Lumbricidae	340	47	Gryllotalpidae	1	-			
Polydesmidae	-	1	Lumbricidae	340				
Rhinotermitidae	337	134	Rhinotermitidae	337	134			
Scarabaeidae	222	18	Tettigoniidae	2	17			
Spirostreptidae	1	1						
Styloniscidae	18	6						
Tenebrionidae	2	2						
Tettigoniidae	2	17						
Totales	1331	349		1085	265		22	

Detritívoros

En el agroecosistema Buena Vista, se presentaron los omnívoros con un total de 1085 versus el agroecosistema San Juan con 265, estos organismos en el ámbito ecológico se alimentan de cualquier tipo de restos, aunque demuestran una especial tendencia hacia materiales con fécula, sustancias dulces y productos cárnicos, 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 indicador eco climático, de humedad y de cantidad de luz presente en el sistema (Arango y Agudelo, sf).

La familia Formicidae en ambas agroecosistemas se alimentan de gran cantidad de especies causando daño principalmente al follaje de los cultivos, se convierten en plagas cuando las poblaciones aumentan, depredan a los invertebrados que sirven como controladores biológicos, se conoce que presentan un rol importante a la transformación de la estructura del suelo. 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.

Parásitos

Segun Jimenez (2009) son organismos generalmente mas pequeño que el hospedero y se alimentan del cuerpo de este sin matarlo o al menos no de inmediato.

En las tablas 10 y 11 se muestra que en el agroecosistema Buena Vista se encontró 22 organismos parásitos, en cambio en el agroecosistema San Juan no se registró la presencia de estos organismos.

Un sin número de funciones pueden encontrarse en agroecosistemas diversificados, el aumento de la complejidad de los mismo influye sobre el número de organismos de macrofauna y la diversificación de ellos. Un mismo tipo de organismo puede desempeñar diferentes funciones, esto permite un criterio de sustitución que garantiza un balance en los procesos biológicos necesarios para la transformación de la materia orgánica en minerales útiles para las plantas. Si se proporcionan las condiciones necesarias para que la macrofauna se multiplique aparecerán más organismos benéficos que reduzcan las poblaciones de aquellos insectos considerados nocivos.

4.4 Caracterización de la flora arbórea y su funcionalidad

Dennis José Salazar Centeno, Claudio Arsenio Calero y Harling Haroldo Rojas Pichardo, Josué Daniel Rocha Espinoza

En el agroecosistema Buena Vista, la flora arbórea está representada por un área boscosa, árboles dispersos en los potreros, cercas y barreras vivas, un sistema agroforestal de café y árboles frutales, en un área de 19.03 ha. En el agroecosistema San Juan, ésta está constituida por un sistema agroforestal de café, arboles disperso en los potreros y cercas vivas, en un área de 13 ha. Se destaca que en este agroecosistema se realizó un censo de toda la flora arbórea.

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

En el agroecosistema Buena Vista se registraron, en los muestreos sistemáticos, 1118 individuos del componente arbóreo (Tabla 1a) y se identificaron taxonómicamente, 2 clases, 10 órdenes, 20 familias, 29 géneros y 29 especies (Figuras 20 y 21). Las clases identificadas son Magnoliopsida y Rosidae con 1083 y 35 individuos, respectivamente. Los órdenes más representativos son: Malvales, Fabales, Sapindales, Lamiales y Rosales con 636, 274, 83, 54 y 26 árboles, respectivamente. Las familias más representativas son: Fabaceae, Bombacaceae, Sterculiaceae, Burseraceae, Bignoniaceae, Anacardiaceae y Acanthaceae con 610, 192, 86, 32, 29, 28 y 24 árboles, respectivamente. Las especies con más frecuencia son: *Gliricidia sepium* Jacq. (madero negro), *Bombacopsis quinata* Jacq. (pochote), *Guazuma ulmifolia* Lam. (guácimo), *Ceiba petandra* L. (ceiba), *Platymiscyrum plelostachyum* L. (coyote), *Bursera simaruba* L. (Jiñocuabo), *Tabebuia rosea* Bertol. (falso roble), *Spondias mombin*. L. (jobo) y *Bravaisia integerrima* Espreg. (mangle blanco) con 517, 126, 93, 75, 35, 34, 29, 26 y 26 árboles, respectivamente.

En el agroecosistema San Juan se censaron un total de 272 árboles (Tabla 1a) pertenecientes a 2 clases, 6 órdenes, 14 familias, 20 géneros y 20 especies (Figuras 20 y 21). Las clases identificadas son Magnoliopsida y Rosidae con 259 y 13 individuos, respectivamente. Los órdenes más representativos son: Fabales, Malvales, Sapindales y Lamiales con 144, 77, 29 y 13 árboles, respectivamente. Las familias más representativas son: Fabaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae y Sterculiaceae con 69, 68, 63 y 29 árboles, respectivamente. Las

especies más representativas son: *Tabebuia rosea* Bertol. (falso roble), *Cordia alliodora* Ruis. (laurel), *Guazuma ulmifolia* Lam. (guácimo), *Enterlobium cyclocarpum* (Jacq) Griseb. (guanacaste), *Lonchocarpus parviflorus* L. (chaperno) y *Platymiscyrum plelostachyum* L. (coyote) con 68, 63, 29, 20, 15 y 13 árboles, respectivamente.

Árboles

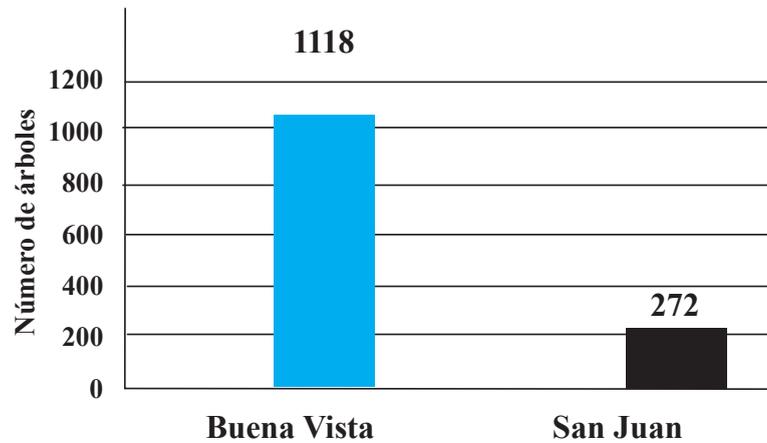


Figura 20. Número de árboles en los agroecosistemas con ganado bovino, Buena Vista y San Juan, en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016-2017.

■ Buena Vista ■ San Juan

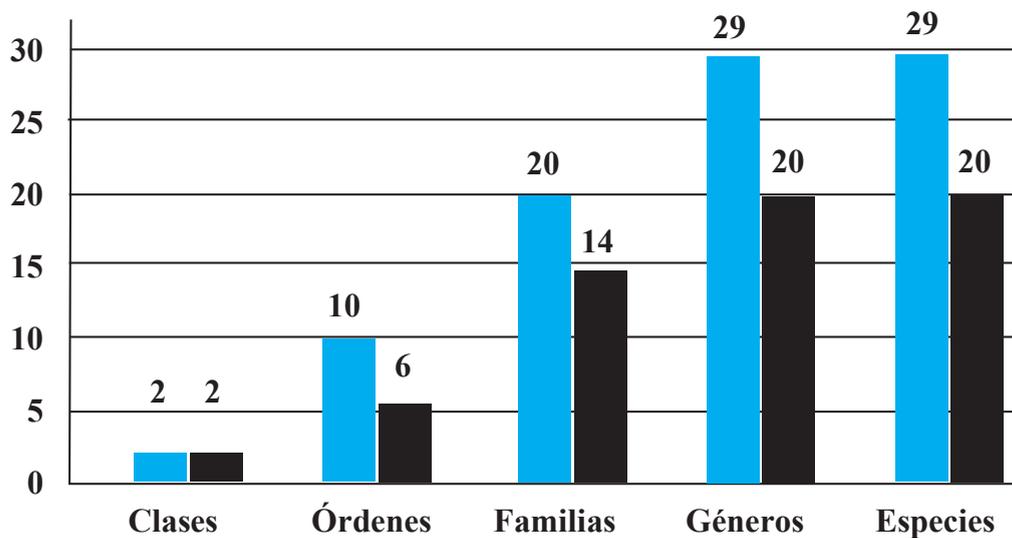


Figura 21. Taxones del componente arbóreo de dos agroecosistemas con ganado bovino, Buena Vista y San Juan, en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016-2017.

A los agroecosistemas se le realizó un análisis con el índice de biodiversidad del perfil de Renyi. En el agroecosistema Buena Vista, con diseños y manejos de su biodiversidad complejos, se confirmó una mayor riqueza de géneros y especies, pero es menos uniforme, hay una mayor dominancia y una menor equidad (Figura 22), dado que su curva es superior a la de San Juan, únicamente cuando alfa es cero, que es el punto de inicio de ésta. Desde la óptica agroecológica, lo ideal es que la curva de Renyi indique que en el agroecosistema hay mayor riqueza, más uniformidad, menor dominancia y más equidad del taxón en estudio, pero esto no siempre ocurre. De las 29 especies identificadas en el agroecosistema Buena Vista, nueve especies son las más frecuentes, las que se nombran en orden de importancia, *Gliricidia sepium* Jacq. (madero negro), *Bonbacopsis quinata* Jacq. (pochote), *Guazuma ulmifolia* Lam. (guácimo), *Ceiba petandra* L. (ceiba), *Platymiscyrum plelostachyum* L. (coyote), *Bursera simaruba* L. (Jiñocuabo), *Tabebuia rosea* Bertol. (falso roble), *Spondias mombin* L. (jobo) y *Bravaisia integerrima* Espreg. (mangle blanco). Las primeras cuatro especies representan el 46.2%, 11.2%, 8.3% y 6.7%, lo que ocasiona una menor uniformidad, una mayor dominancia y una menor equidad de la población arbórea del agroecosistema Buena Vista.

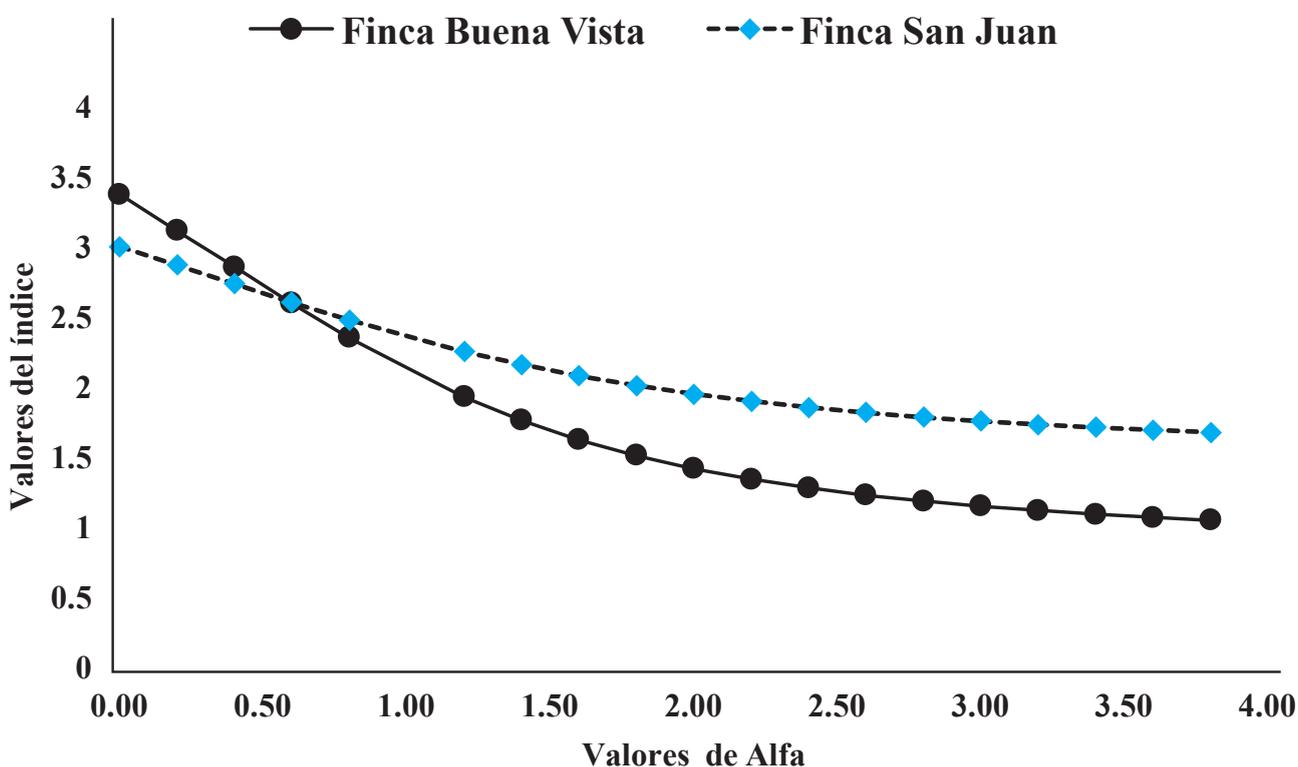


Figura 22. Índice de biodiversidad alfa (Renyi) para especies arbóreas en dos agroecosistemas con ganado bovino, con manejos y diseños de su biodiversidad complejo (Buena Vista) y poco complejo (San Juan), Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016.

En ambos agroecosistemas se identificaron 16 especies comunes (Figura 23). Las especies con un grado de disimilitud bajo son *Brosimum alicastrum* Swaarz L. (ojoche blanco) y *Lonchocarpus parviflorus* L. (chaperno), cuyos valores del índice son 0.91 y 0.89, que significa que su frecuencia es muy similar en ambos agroecosistemas. Especies con un grado de disimilitud intermedio son: *Inga densiflora* L. (guaba negra), *Tabebuia rosea* Bertol. (falso roble), *Platymiscyrum plelostachyum* L. (coyote), *Cordia alliodora* Ruis. (laurel), *Terminalia catappa* L.

(almendra), *Guazuma ulmifolia* Lam. (guácimo), *Persea americana* L. (aguacate) y *Spondias mombin* L. (jobo), cuyos valores del índice son 0.64, 0.60, 0.54, 0.53, 0.48, 0.48, 0.44 y 0.42, respectivamente. Especies con una alta disimilitud son: *Bursera simaruba* L. (Jiñocuabo), *Enterlobium cyclocarpum* (Jacq) Griseb. (Guanacaste), *Ceiba petandra* L. (Ceiba), *Bombacopsis quinata* Jacq. (pochote) y *Gliricidia sepium* Jacq. (Madero negro), cuyos índices son: 0.3, 0.26, 0.05, 0.03 y 0.03, que significa que estas especies tienen frecuencias significativamente diferentes. El madero negro, el pochote, la ceiba y el jiñocuabo se registraron con mayor frecuencia en el agroecosistema Buena Vista, dado que el agricultor aprovecha las funcionalidades de estas especies y promueve su establecimiento. El madero negro se localiza conformando las cercas vivas en este agroecosistema y es una especie multifuncional.

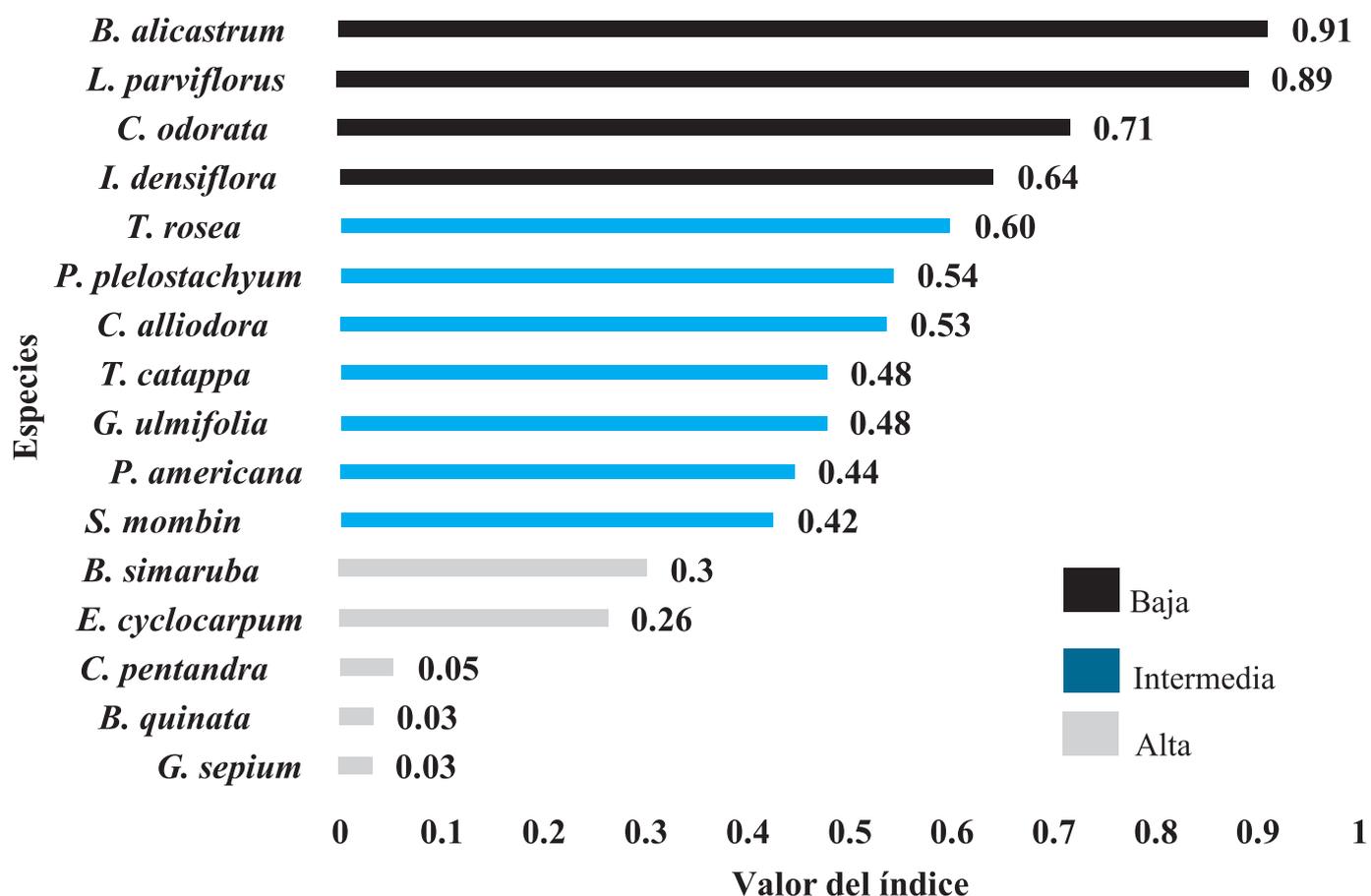


Figura 23. Índice de biodiversidad beta (Bray-curtis) para los géneros y especies de dos agroecosistemas con ganado bovino, con manejos y diseños de su biodiversidad complejo (Buena Vista) y poco complejo (San Juan), Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016.

4.4.2. Funcionalidad de las familias taxonómicas del componente arbóreo

En ambos agroecosistemas se identificaron diferentes especies arbóreas, que pertenecen a diferentes familias botánicas, las cuales poseen múltiples funciones. Se identificaron las siguientes familias para la producción de madera: Acanthaceae, Bignoniaceae, Bonbacaceae, Boraginaceae, Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae, Moraceae y Sapotaceae. Entre las familias con funcionalidad para cercas vivas se identificaron las siguientes: Fabaceae, Bonbacaceae, Anacardiaceae. Las familias identificadas para la producción de frutos son: Rubiaceae, Fabaceae, Rhamnaceae, Polygonaceae y Bombacaceae. Las familias identificadas como plantas ornamentales son: Anacardiaceae, Fabaceae, Bignoniaceae, Sapotaceae y Polygonaceae. Las familias identificadas como plantas forrajeras son: Anacardiaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Rhamnaceae, Polygonaceae, Bombacaceae, Bombacaceae y Esterculiaceae. Las familias identificadas como plantas energéticas son: Anacardiaceae, Bignoniaceae, Fabaceae, Moraceae, Rubiaceae y Urticaceae. Las familias identificadas como plantas medicinales son: Acanthaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Rhamnaceae, Sapotaceae y Urticaceae.

4.4.3. Estructura dasométrica de la flora arbórea

En este acápite se aborda la estructura horizontal o distribución diamétrica y la estructura vertical o distribución de altura.

Según la figura 24, el agroecosistema Buena Vista presenta una sucesión forestal más avanzada, como es de esperar las clases de diámetro de menor tamaño se presenta con mayor número de árboles. Estas clases diamétricas son de 10 a 19.99 cm y de 20 a 29.99 cm con 491 y 165 árboles. Árboles con diámetros mayores de 40 cm es lógico que se presenten en menor número por clase de tamaño diamétrica, sin embargo, es mayor que en el caso del agroecosistema San Juan, que presenta una distribución diamétrica con mayores afectaciones antropogénicas ya que no tiene el mismo comportamiento que el otro agroecosistema. El agroecosistema San Juan muestra una sucesión forestal deteriorada, con arbolado disperso de todos los tamaños, es decir, árboles jóvenes y viejos en todo el agroecosistema, no hay dominancia de alguna de las clases de diámetros.

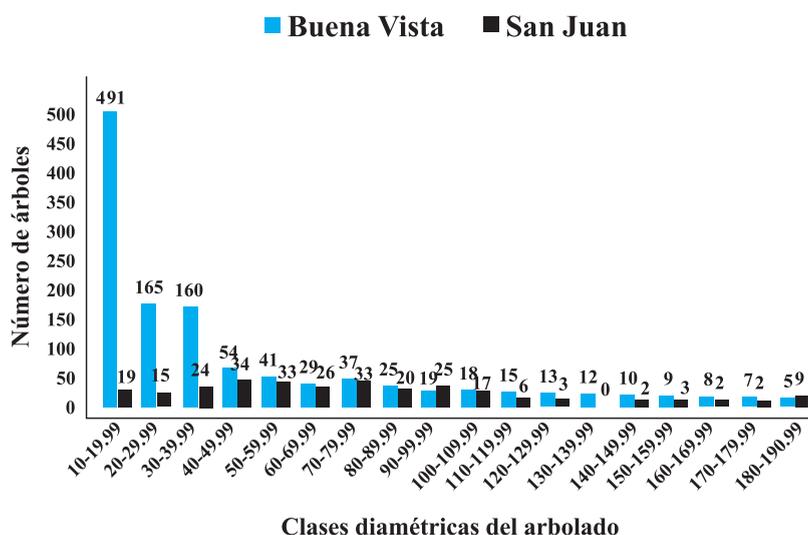


Figura 24. Distribución de las clases diamétricas del componente arbóreo en dos agroecosistemas con ganado bovino, Buena Vista y San Juan, en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016-2017.

En la figura 25 se puede observar el comportamiento de la estructura vertical del arbolado. De forma similar también existen diferencias entre los dos agroecosistemas, siendo un poco más homogénea la estructura vertical del agroecosistema Buena Vista que San Juan. Es decir, se espera que el mayor número de árboles con menos alturas estén en las clases más jóvenes, se puede ver que el arbolado con más arboles están desde la clase de 2 metros hasta 14 metros de altura, a mayor altura de los árboles el número de ellos va disminuyendo y es lo que ocurre en Buena Vista, en cambio en San Juan la estructura está bastante desordenada

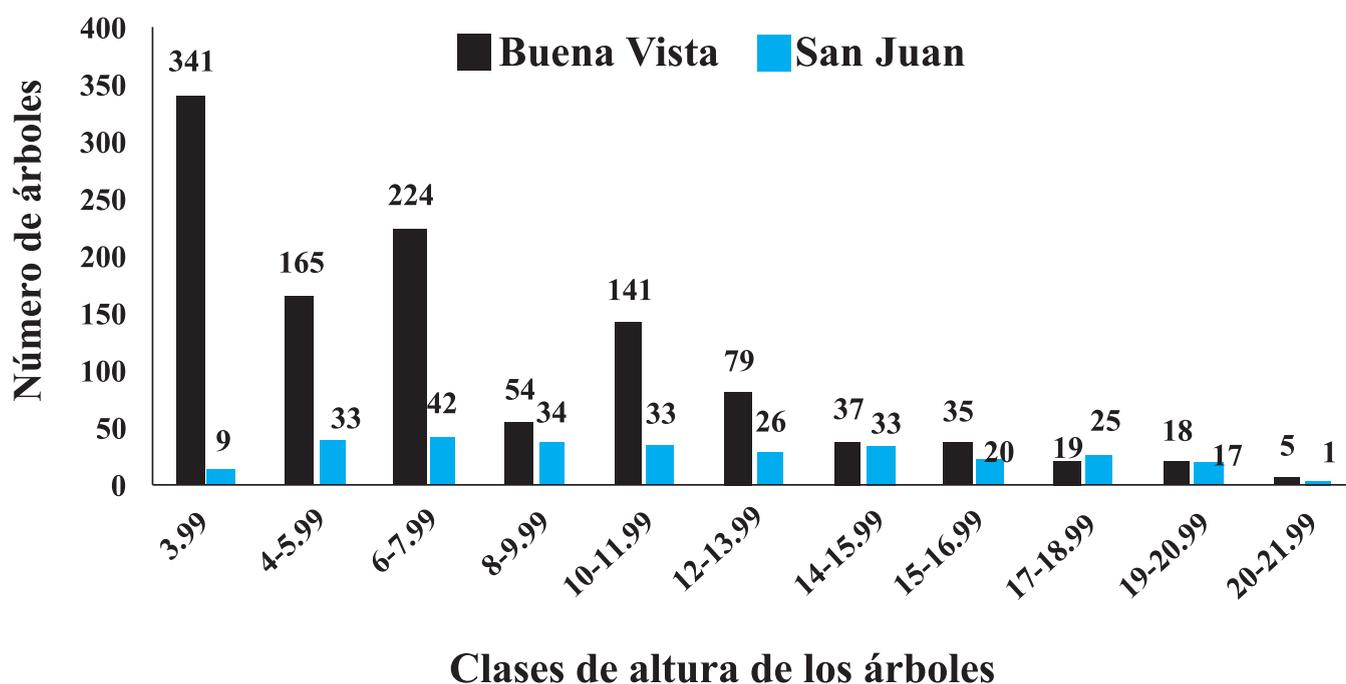


Figura 25. Distribución de las clases de altura arbórea en dos agroecosistemas con ganado bovino, Buena Vista y San Juan, en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016-2017.

4.4.4 Características silviculturales del de la flora arbórea

Como se ve en la figura 26, existen muchos árboles con fustes sanos y rectos, lo cual indica que como individuos no han tenido muchas afectaciones antropogénicas o naturales (fustes calidad 1). Se puede poner atención a la calidad de fuste 1 y 2 para fines de uso del arbolado, ya sea maderera u otros usos importantes, las clases 3 y 4 se pueden someter a podas o aprovechamiento con el fin de producir una regeneración de mejor calidad.

La presencia de muchos árboles en la clase de iluminación 1 (Figura 27), indica que el dosel arbóreo, o sea el conjunto de copas se encuentran bastante distantes uno de otro o al menos no se entrelazan las copas de los árboles, esto permite que los árboles tengan luz todo el día. En este caso es similar para ambos agroecosistemas. Son pocos los árboles con iluminación oblicua únicamente o sin ninguna iluminación directa (categorías 3 y 4). En ambos agroecosistemas, estos árboles se localizan en el sistema agroforestal de café y en el área boscosa del agroecosistema Buena Vista.

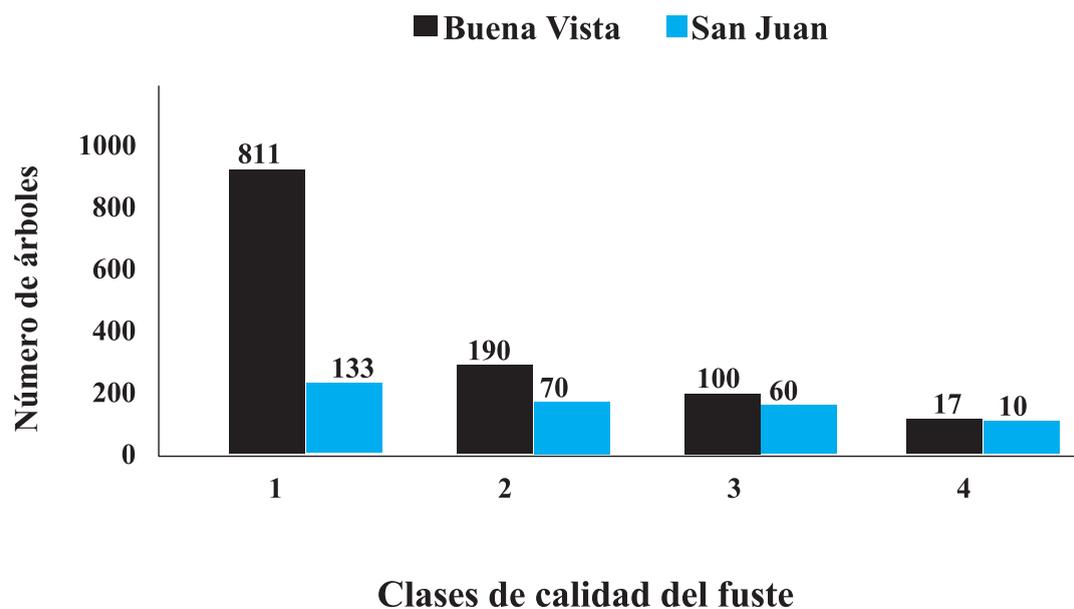


Figura 26. Distribución de la calidad de los fustes de la composición arbórea en dos agroecosistemas con ganado bovino, Buena Vista y San Juan, en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016-2017.

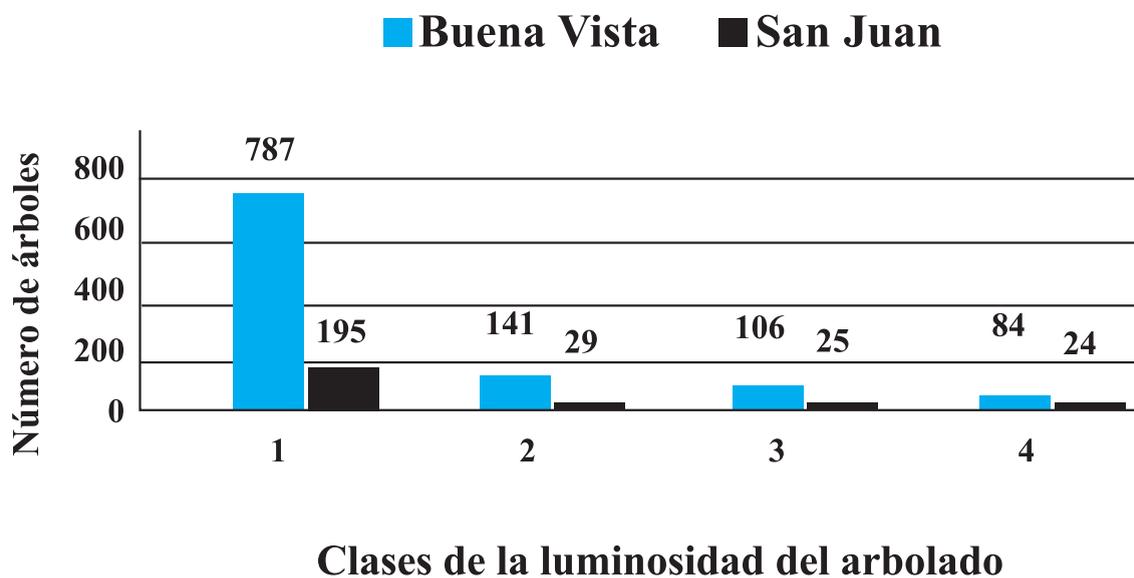


Figura 27. Distribución del arbolado según la luminosidad en dos agroecosistemas con ganado bovino, Buena Vista y San Juan, en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016-2017.

En el caso de las lianas (Figura 28), predomina el arbolado que tienen afectaciones por lianas y favorece el crecimiento de los árboles, en el caso de los árboles que presentan lianas en el fuste, la copa y en todo el árbol, se puede aplicar un tratamiento silvicultural de corte de lianas para favorecer el crecimiento de los árboles y mejorar la estética de los mismos.

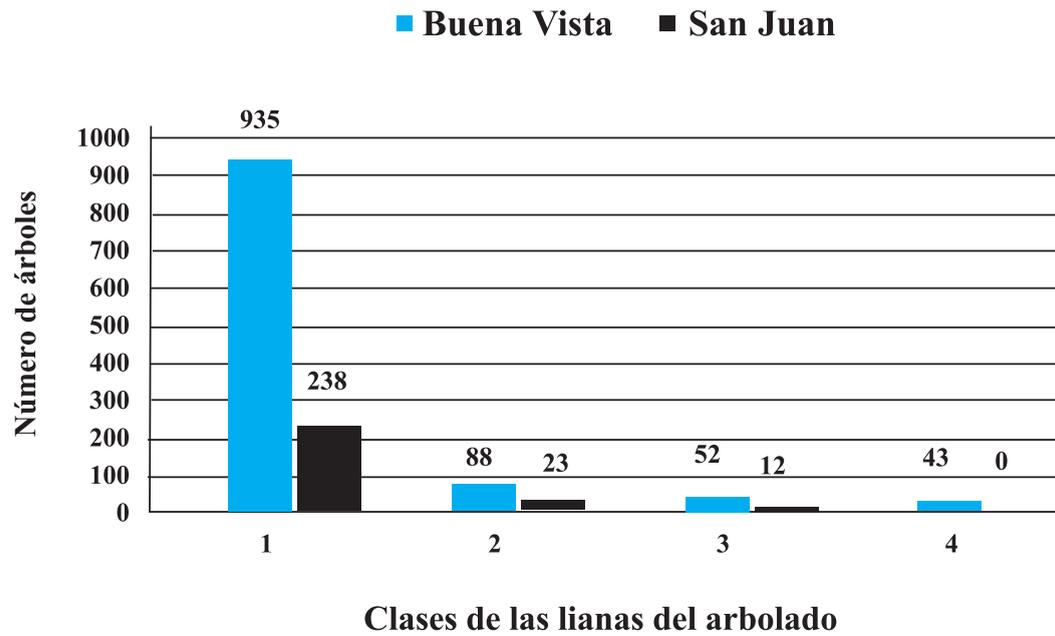


Figura 28. Distribución del comportamiento de lianas en la composición arbórea en dos agroecosistemas con ganado bovino, Buena Vista y San Juan, en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016-2017.

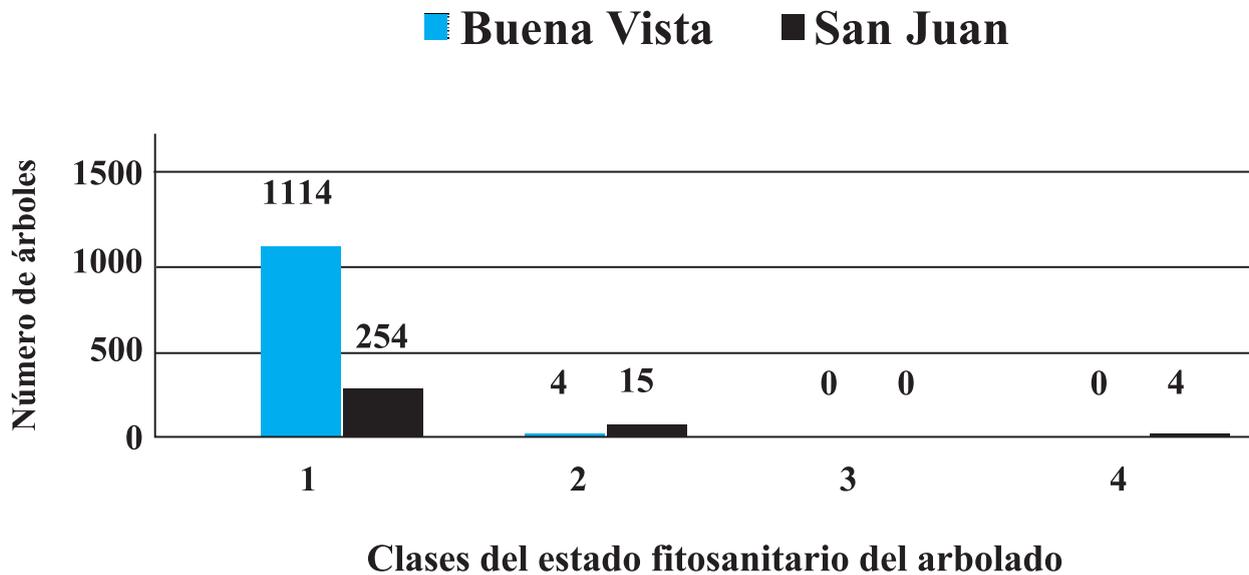


Figura 29. Distribución del comportamiento del estado fito-sanitario en dos agroecosistemas con ganado bovino, Buena Vista y San Juan, en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016-2017.

Prácticamente en la figura 29, se puede ver en los agroecosistemas que el arbolado está mayormente sano, sin afectaciones, físicas o biológicas.

Estos resultados demuestran que agroecosistemas con ganado bovino, cuyos diseños y manejos de su biodiversidad son complejos hay una mayor riqueza del componente arbóreo y por consiguiente se puede aprovechar mejor la funcionalidad de este componente para el agroecosistema y para la cuenca en el que se localiza. No obstante, en ambos agroecosistemas hay que implementar un plan de manejo del componente arbóreo que incluya el manejo silvicultural para un mejor crecimiento de los árboles y una mejor utilización.

4.5. Composición taxonómica de la flora arvense y su funcionabilidad

En el agroecosistema Buena Vista con diseños y manejos de su biodiversidad complejos, que se gerencia bajo el paradigma agroecológico, se registraron un total de 7,639 malezas (101.85 individuos/m²) en 75 muestreos aleatorios de un metro cuadrado, pertenecientes a dos clases, 10 órdenes, 12 familias, 19 géneros y 25 especies. En el agroecosistema El Charquito con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos, que se gerencia bajo el paradigma convencional se registraron un total de 2,047 malezas (34.11 individuos/m²) en 60 muestreos aleatorios de un metro cuadrado, pertenecientes a dos clases, 6 órdenes, 6 familias, 9 géneros y 9 especies.

4.5.1 Diversidad alfa y beta de la flora arvense

Al medir la diversidad alfa de la flora arvense o maleza mediante el índice de Renyi, se constata que el agroecosistema Buena Vista tiene una mayor riqueza de especies de malezas, dado que el valor del índice de alfa es mayor cuando alfa es cero (Figura 30). Los valores del índice de la curva del agroecosistema Buena Vista son mayores cuando alfa es uno, dos y hasta el infinito, que demuestra una mejor uniformidad, menor dominancia y una mejor equidad de las poblaciones de malezas en este agroecosistema.

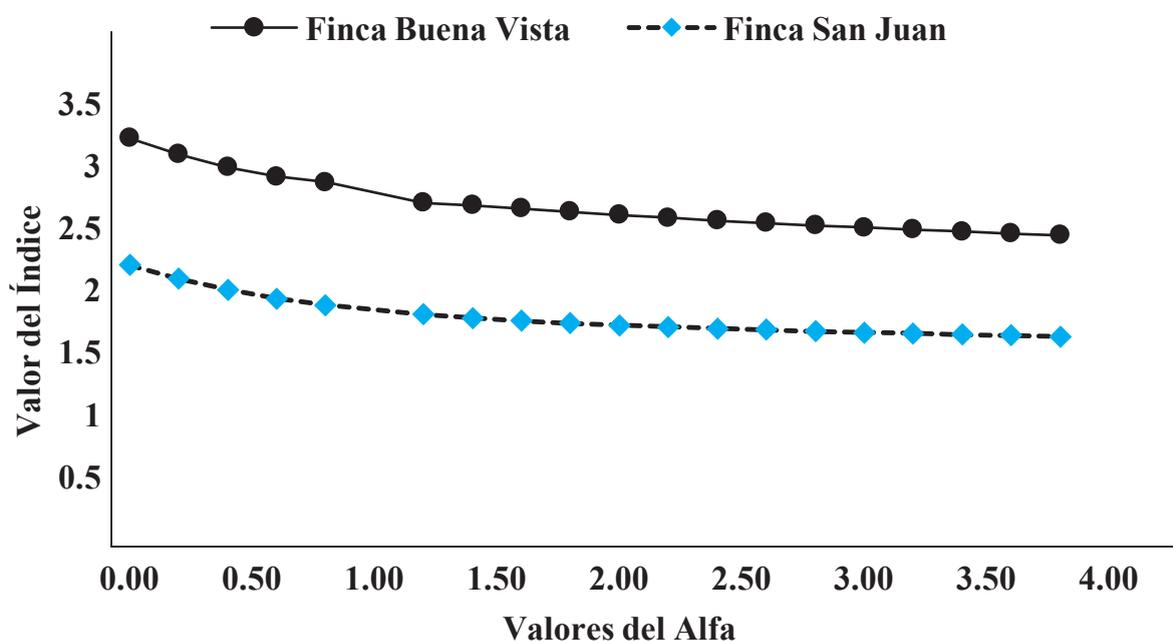


Figura 30. Índice de diversidad Alfa (Renyi) para especie taxonómicas de arvense o malezas en dos agroecosistemas con ganado bovino, con manejos y diseños de su biodiversidad complejo (Buena Vista) y poco complejo (San Juan), Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016.

En ambos agroecosistemas existen cinco especies en común (Figura 31). Las especies *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W. D. Clayton (0.96), y *Cyperus rotundus* L. (0.82), *Paspalum plicatulum* (0.73) y *Ixophorus unisetus* (0.68) tienen una disimilitud baja, mientras que la especie *Euphorbia hirta* expresa un grado de similitud alta (0.21).

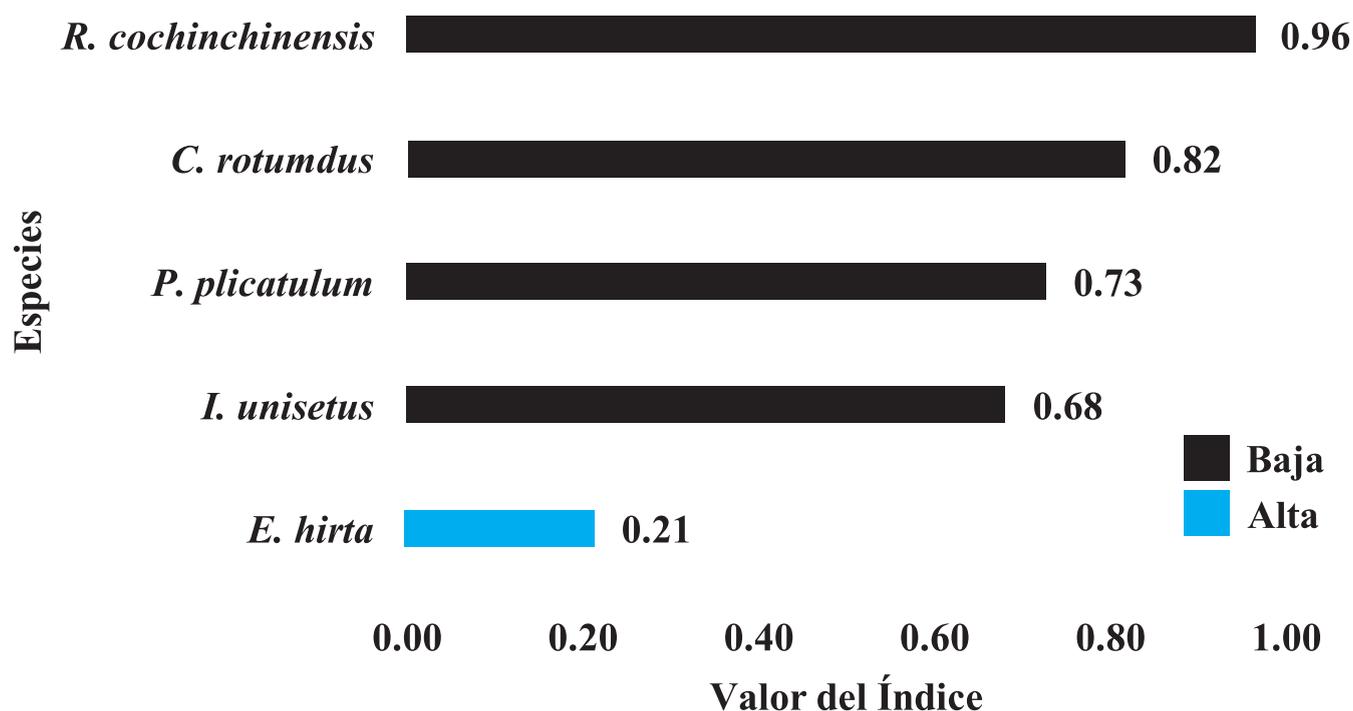


Figura 31. Índice de biodiversidad beta (Bray-curtis) para las especies de malezas en dos agroecosistemas con ganado bovino, con manejos y diseños de su biodiversidad complejo (Buena Vista) y poco complejo (San Juan), Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016.

4.5.2 Funcionalidad de las especies taxonómicas de la flora arvense

En ambos agroecosistemas las malezas desempeñan las siguientes funciones: fijadoras de nitrógeno, protectoras del suelo contra la erosión, forrajeras o energéticas, alelopáticas o medicinales, pero en el agroecosistema Buena Vista, estas plantas se encuentran con mayor frecuencia o abundancia.

Estos resultados demuestran que las malezas son más abundantes, con mayor riqueza (diversidad), más uniformes, con menor dominancia y una mejor equidad en el agroecosistemas Buena Vista, que favorece a una mejor funcionabilidad de estas especies en este agroecosistema.

4.6 Grado de sostenibilidad de los agroecosistemas

Dennis José Salazar Centeno, Manuel Antonio Morales Navarro y Luis Orlando Valverde Luna, Josué Daniel Rocha Espinoza

El agroecosistema Buena Vista tiene diseños y manejos de su biodiversidad complejos, mientras que el agroecosistema San Juan son pocos complejos. A ambos 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).

4.6.1 Grado de sostenibilidad 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 32 se puede apreciar el nivel o índice de sostenibilidad general de los agroecosistemas con ganado bovino en Las Lagunas, Boaco.

Basados en los resultados de los dos agroecosistemas con ganadería bovina se puede aseverar que 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 que se garanticen buenos indicadores en las tres dimensiones de la sostenibilidad (Figura 32).

El agroecosistema Buena Vista tiene un índice de sostenibilidad general de 79.48%, $((77+74+87)/300)*100$, que es superior al de San Juan que es de 41% $((27+50+45)/300)*100$ (Figura 32). No obstante, el índice de sostenibilidad general del agroecosistema Buena Vista no se debe considerar como aceptable, dado que aún no supera el 80%. En este agroecosistema, las dimensiones de sostenibilidad a mejorar, a lo inmediato, son la agroambiental y la económica.

El agroecosistema Buena Vista es más robusto en las tres dimensiones de la sostenibilidad (agroambiental, económica y socio-política-cultural) que San Juan. Estos resultados de las tres dimensiones de la sostenibilidad desfavorecen al agroecosistema San Juan al reducir su índice de sostenibilidad general hasta un 41%. No obstante, se debe resaltar, que con un pequeño esfuerzo de parte del Sr. Juan José García, propietario del agroecosistema Buena Vista, se supera fácilmente un índice de sostenibilidad general de 80%, que son aceptables. Lo ideal será que este agricultor gerencia su agroecosistema para que a mediano y largo plazo supere un índice de sostenibilidad general de 95%, que son considerados excelentes.

Estos resultados permiten afirmar que el nivel o grado sostenibilidad general de un agroecosistema con ganado bovino 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 Buena Vista.

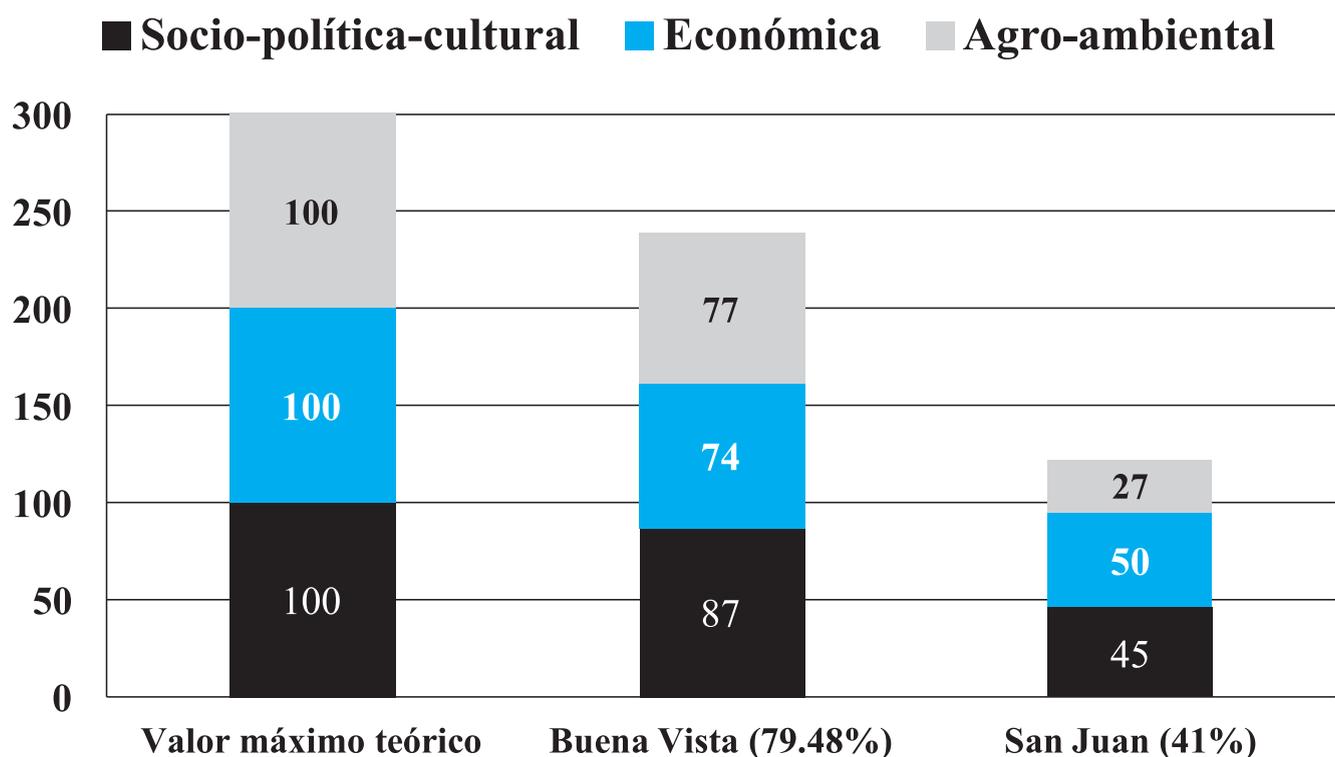


Figura 32. Nivel de sostenibilidad general de los agroecosistemas con ganado bovino en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016.

4.6.2 Índice de sostenibilidad de los componentes en cada dimensión

En la figura 33 se presenta el nivel o índice 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 el agroecosistemas Buena Vista, los componentes de la dimensión socio-político-cultural (Figura 33) tienen índices que oscilan entre 81 y 94 %, mientras que en el agroecosistema San Juan éstos varían entre 26 y 67% (Figura 33). Se recomienda el propietario del agroecosistema San Juan, Sr. José Benito Sánchez Paz, que la gerencia de este agroecosistema debe permitir a mediano y largo plazo, superar índices de al menos 80%. La forma como se ha realizado la gerencia del agroecosistema Buena Vista ha contribuido a tener índices de sostenibilidad en los componentes de la dimensión socio-política-cultural buenos (Bienestar y relaciones externas) y muy buenos (Relaciones internas y cultura y territorio).

La dimensión económica está conformada por los componentes desarrollo y eficiencia y dinamismo (Tabla 12). En el agroecosistema Buena Vista estos componentes alcanzaron índices de sostenibilidad de 95 y 53%, respectivamente, siendo el componente eficiencia y dinamismo el que se debe mejorar sustancialmente.

En el agroecosistema San Juan, los componentes de la dimensión económica lograron índices de sostenibilidad de 60 y 41% (desarrollo y eficiencia y dinamismo), por lo que se recomienda al Sr. José Benito Sánchez Paz implementar una gerencia que le permita, a mediano y largo plazo, alcanzar índices de sostenibilidad de estos componentes de al menos 80%.

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 el agroecosistema Buena Vista, los índices de sostenibilidad de estos componentes oscilaron entre 50 y 100% (Figura 33), siendo los componentes suelo y agua, defensa de los cultivos y energía los más bajos con 58, 75 y 50%, respectivamente. Los índices de estos componentes se deben superar lo más pronto posible para mejorar el índice de sostenibilidad general, de modo que esté supere el 80%.

En el agroecosistema San Juan, los componentes de la dimensión agroambiental lograron índices entre 0 y 73%, por lo que es perentorio hacer una gerencia de este agroecosistema que permita mejorar esencialmente estos índices. Los componentes territorio, defensa de los cultivos y energía su índice de sostenibilidad es 0%; y él de suelo y agua es de 18%, que significa que este agroecosistema es gerenciada bajo un enfoque, modelo o paradigma convencional. Los componentes mejor valorados de esta dimensión son biodiversidad y parte animal con índices de 73 y 70%, respectivamente. Estos agroecosistemas están localizados en la zona de transición entre la zona seca y húmeda de Nicaragua y aún no se ha destruido totalmente la flora arbórea del territorio, cuya principal actividad económica es la ganadería.

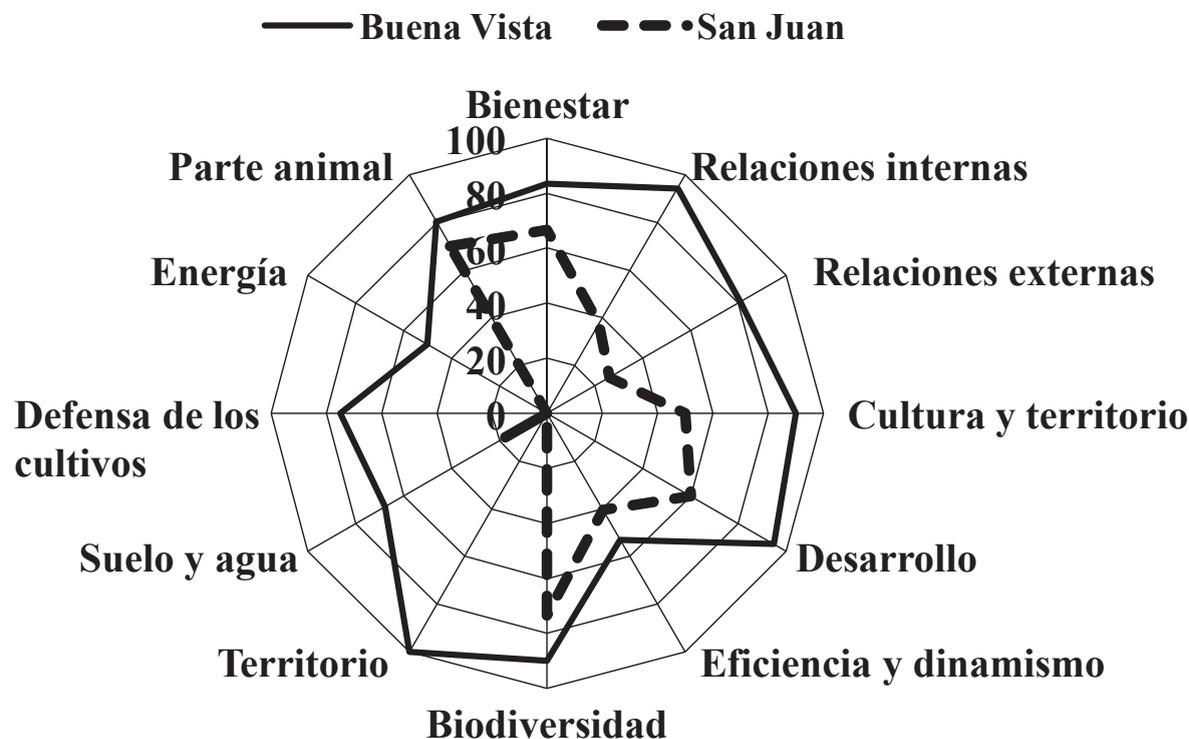


Figura 33. Nivel de sostenibilidad por componente en cada dimensión de los agroecosistemas con ganado bovino en Las Lagunas, Boaco, 2016.

4.6.3 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 dos agroecosistemas con ganado bovino se deben superar los indicadores que no lograron un índice superior o igual al 80 %.

En el agroecosistema Buena Vista se tienen que superar índices de sostenibilidad de 28 indicadores, de los cuales siete pertenecen a la dimensión socio-político-cultural, ocho a la económica y 13 a la agroambiental. En el agroecosistema San Juan se deben mejorar 49 indicadores, de los cuales 17 corresponden a la dimensión socio-político-cultural, nueve a la económica y 23 a la agroambiental. En ambos agroecosistemas hay que 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 del agricultor 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 del agroecosistema Buena Vista.

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 (2013b) 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 complejos como es el caso de Buena Vista, éstos no son suficientes para 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.

Por otra parte, 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 autorregular 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 dos agroecosistemas con ganadería bovina (Tabla 12), del componente bienestar de la dimensión socio-político-cultural, son: conservación del producto (S1), que responde a la interrogante ¿cuántos productos el campesino destina a la conservación y como los conserva?, autoconsumo (S3), cuya interrogante es ¿qué rubros cultiva para el autoconsumo? y oportunidades de educación (S6), cuya incógnita a resolver es ¿qué nivel de educación tienen los miembros de

la familia y cuantos años tienen?. Adicionalmente, en el agroecosistema San Juan, se debe mejorar el indicador diversificación de la dieta (S2) que responde a la interrogante ¿qué come usualmente la familia durante la semana? Este indicador es óptimo en el agroecosistema Buena Vista, debido a que éste es más diversificado y le garantiza a la familia campesina alimentarse semanalmente con huevo, frijol, arroz, carne de pollo, frutas, refrescos naturales, guineos, cuajada, crema y leche, una alimentación que acredita una ingesta de carbohidratos, proteínas y vitaminas.

En esta misma dimensión en el componente relaciones internas, el indicador a superar, en ambos agroecosistemas, es planificación de la finca (S12); es decir registrar todas las actividades, las entradas (insumos, energía fósil, mano de obra y financiamiento), salidas (bienes), los ingresos y egresos del agroecosistema para poder hacer análisis económicos y garantizar la trazabilidad. En el agroecosistema San Juan, también, hay tres indicadores adicionales a superar; éstos son: jóvenes involucrados (S7), el papel de los jóvenes (S8) y las mujeres involucradas (S9) en las actividades del agroecosistema.

En el componente de relaciones externas los indicadores a superar, en ambos agroecosistemas son: relaciones con realidades colectivas locales (S14) y medios de comunicación (S16). Es decir que los campesinos participen en organizaciones que traen beneficios a las actividades del agroecosistema como: cooperativa, asociaciones, movimientos, uniones, ONG; y que tengan acceso a medios de comunicación, tales como televisión, teléfono, internet, y visibilidad en el web (Facebook), etc., pero éstos últimos no dependen exclusivamente del campesino, sino de la red de comunicación nacional y de las actividades que se desarrollen en la comunidad, por lo que se necesita una política de Estado integral e incluyente. En el agroecosistema San Juan, además, se deben mejorar las relaciones con instituciones públicas y privadas (S13), la participación en las realidades colectivas locales (S15) y las relaciones con los consumidores (S17).

Referente al componente cultura y territorio de la dimensión socio-político-cultural, el indicador a mejorar, en ambos agroecosistemas, es la transmisión horizontal de conocimientos (S22). Es decir, en cuantos intercambios de experiencias entre campesinos han participado en los últimos dos años y en qué temas. Igualmente, en el agroecosistema San Juan, los indicadores historia y territorio (S20) y transmisión de conocimientos entre generaciones (S23) deben corregirse. Esto implica que el agricultor, José Benito Sánchez Paz, debe interesarse en conocer mejor las tradiciones, la historia de su territorio, las técnicas agrícolas de su territorio y relacionarse con los mayores o ancianos para que le transmitan conocimientos ancestrales, los que él debe transferírseles a los jóvenes.

En la dimensión económica, en el componente desarrollo, el indicador a superar en ambos agroecosistemas es la cantidad producida para la venta (E3). Es decir, que los bienes (productos) ofertados al comercio deben superar el 75% de lo cultivado o criado, de modo que les permita tener más ingresos y parte de ellos reinvertirlos en la mejora del agroecosistema. En el agroecosistema San Juan, los indicadores área (E1) y desarrollo turístico (E5) deben perfeccionarse, que significa que este agricultor tiene que destinar parte del agroecosistema para producir agroecológicamente y ejecutar proyectos con actividades turísticas. Esta zona, tiene excelentes paisajes y petroglifos, de modo que se pueden hacer inversiones para que los agroecosistemas no sean solo oferentes de bienes (productos), si no de servicios a los turistas locales, nacionales y extranjeros, en diferentes modalidades. En el caso del agroecosistema Buena Vista, el Sr. Juan José García, tiene previsto construir un mirador con cabañas y hacer senderos para los petroglifos que existen en el agroecosistema, para lo cual ha establecido relaciones con la alcaldía municipal y con Instituto Nicaragüense de Turismo (INTUR). Estos resultados, muestran que la diversificación de los agroecosistemas agroecológicos no solo debe ser productiva (agrícola, pecuaria y forestal), sino también de servicios (turismo, hotelería, gastronomía) a la sociedad a nivel

local, nacional e internacional, para lo cual es fundamental una buena organización y garantizar calidad total. Esto demanda 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.

En la dimensión agro-ambiental, en el componente biodiversidad, los indicadores a superar en el agroecosistema Buena Vista es semillas (G4), es decir que este campesino debe hacer más esfuerzos para autoabastecerse de sus semillas ya sean botánicas o agámicas. En el agroecosistema San Juan, los indicadores a mejorar son: números de especies (G1), diversidad estructural de las cercas (G3) y asocio (G5). Esto significa que hay que hacer una gerencia del agroecosistema que contribuya a una mejor diversificación que incluya cultivos anuales y perennes e introducir especies de árboles dispersos en los potreros; establecer cercas vivas diversificadas y establecer diferentes sistemas silvopastoriles.

En el componente territorio, los indicadores a mejorar sustancialmente, en el agroecosistema San Juan, son ambientes de regeneración natural (G6) y acciones de recuperación y protección del territorio (G7), para lo cual es necesario destinar un área para tacotales e implementar obras de conservación del suelo y agua.

En el componente suelo y agua, los indicadores a mejorar, en ambos agroecosistemas, son rotaciones (G8), uso eficiente del agua (G9), fertilización química de síntesis (G11) y fertilización orgánica (G12). Para superar estos indicadores se debe implementar rotaciones con cultivos anuales, riego por goteo y combinar la fertilización química de síntesis con fertilización orgánica en la áreas destinadas para la producción de cultivos y de pastizales. Esto último se realiza en el agroecosistema Buena Vista. En el agroecosistema San Juan se debe cultivar abonos verdes como gandul y cannavalia que se adaptan bien en la zona, así como reciclar los desechos orgánicos de la finca (G14).

Respecto al componente defensa de los cultivos, en el agroecosistema San Juan, todos los indicadores están en cero, que ratifica que se gerencia el agroecosistema bajo un enfoque productivo, modelo o paradigma de manejo convencional. No obstante, en el agroecosistema, Buena Vista, a pesar que tiene diseños y manejos de su biodiversidad complejos, se hace una combinación de manejo convencional con agroecológico, por lo que se puede afirmar que éste aún está en el periodo de transición agroecológica. En este agroecosistema, se implementan trampas amarillas, cultivos trampas, control biológico, uso de repelente naturales que son abonos foliares. El manejo de malezas o arvenses se realiza combinando mezclas de herbicidas con orín y sal; y cortando la maleza en la fase de luna tierna.

En el agroecosistema San Juan se deben mejorar, en el componente energía, ambos indicadores, que son energías renovables (G21) y material y tipología de empaque (G22), cuyos índices de sostenibilidad es cero. En el agroecosistema Buena Vista, el material de empaque son sacos macen y actualmente está funcionando un biodigestor, que no existía al momento de aplicar HESOFI en el año 2016. Esto significa que si aplica esta herramienta para determinar el grado o nivel de sostenibilidad general actual, superaría fácilmente el 80%, que se considera bueno. Esto demuestra la capacidad de gerencia con el paradigma agroecológico de parte del agricultor Juan José García, quien además de ser un promotor agroecológico calificado es fundador del Programa Campesino a Campesino (PCaC). Por consiguiente, se puede asegurar que se deben desarrollar competencias en los agricultores o campesinos para implementar el paradigma agroecológico y lograr capacidades gerenciales.

En el componente parte animal, en ambos agroecosistemas se debe mejorar el indicador mutilación (G30). Es decir, no realizar cortes de rabo, dientes y picos, descornar y castrar. Se recomienda manejar las excretas (G31) de ganado bovino en el agroecosistema San Juan para la producción de abonos orgánicos sólido y líquidos.

En síntesis se puede afirmar lo siguiente:

1. El agroecosistema Buena Vista obtuvo un índice de sostenibilidad general de 79.48%, que es superior al de San Juan que fue de 41%, pero éstos no se debe considerar aceptable, dado que aún no superan el 80%.
2. El grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad de los agroecosistemas con ganado bovino es directamente proporcional al nivel o índice de sostenibilidad general, siempre que se garanticen buenos indicadores de la dimensiones agroambiental, socio-político-cultural y económica.
3. En el agroecosistema Buena Vista, el agricultor Juan José García debe implementar un programa de gerencia para que a mediano y largo plazo supere un índice de sostenibilidad general de 95%, que son considerados excelentes.
4. El nivel o grado sostenibilidad general de un agroecosistema con ganado bovino 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 San Juan, los componentes de la dimensión económica lograron índices de sostenibilidad de 60 y 41% (desarrollo y eficiencia y dinamismo), por lo que se recomienda al Sr. José Benito Sánchez Paz implementar una gerencia que le permita, a mediano y largo plazo, alcanzar índices de sostenibilidad de estos componentes de al menos 80%.
6. Se constató que el agroecosistema San Juan se gerencia bajo un enfoque, modelo o paradigma convencional.
7. El agroecosistema Buena Vista tiene diseños y manejos de su biodiversidad complejos, pero éste aún está en el periodo de transición agroecológica.
8. En el agroecosistema Buena Vista se debe superar índices de sostenibilidad de 28 indicadores: siete de la dimensión socio-político-cultural, ocho de la económica y 13 de la agroambiental.
9. En el agroecosistema San Juan se deben mejorar 49 indicadores: 17 de la dimensión socio-político-cultural, nueve de la económica y 23 de la agroambiental.
10. En ambos agroecosistemas se debe registrar todas las actividades, las entradas (insumos, energía fósil, mano de obra y financiamiento), salidas (bienes), los ingresos y egresos para poder hacer análisis económicos y garantizar la trazabilidad.
11. La diversificación de los agroecosistemas con ganadería bovina 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.

12. En el agroecosistemas San Juan se debe mejorar los componentes energía y crianza animal de la dimensión agroambiental.
13. En los dos agroecosistemas 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 superiores al 95 %, que se consideran excelentes.
14. Se deben efectuar un programa a nivel nacional para desarrollar competencias en los agricultores o campesinos para implementar el paradigma agroecológico y lograr capacidades gerenciales.

Tabla 12. Dimensiones de la sostenibilidad, componentes, indicadores e índices de sostenibilidad en los agroecosistemas localizados en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2016

CRITERIO	COMPONENTE	COD	INDICADOR	Las Lagunas Boaco	
				Buena Vista	San Juan
1. SOCIO-POLITICO-CULTURAL	1.1. BIENESTAR (ALIMENTACION, SALUD Y EDUCACION)	S1	Conservación del producto	50	25
		S2	Diversificación de la dieta	100	50
		S3	Autoconsumo	75	50
		S4	Acceso a los servicios	100	0
		S5	Condiciones de la vivienda	100	100
		S6	Oportunidades de educación	75	75
	1.2. RELACIONES INTERNAS (a la finca)	S7	Jóvenes involucrados	100	0
		S8	Papel de los jóvenes	100	0
		S9	Mujeres involucradas	100	25
		S10	Papel de las mujeres	100	100
		S11	Democracia de los procesos internos	100	100
		S12	Planificación de la finca	66.6	0
	1.3. RELACIONES EXTERNAS (a la finca)	S13	Relaciones con instituciones públicas y privadas	100	0
		S14	Relaciones con realidades colectivas locales	0	25
		S15	Participación en las realidades colectivas locales	100	0
		S16	Medios de comunicación	66.6	33.3
		S17	Relaciones con los consumidores	100	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	INDICADOR	Las Lagunas Boaco	
				Buena Vista	San Juan
1. SOCIO-POLITICO-CULTURAL		S18	Oportunidades de formación para los productores	100	25
		S19	Participación a eventos	100	100
		S20	Historia y territorio	100	0
	1.4. CULTURA Y TERRITORIO	S21	Propiedad de la tierra	100	100
		S22	Transmisión horizontal de conocimientos	50	50
		S23	Transmisión de conocimientos entre generaciones	100	0
		S24	Uso de los productos	100	100
2. ECONOMICA	2.1. DESARROLLO	E1	Área	100	75
		E2	Diversificación de la finca	100	100
		E3	Cantidad producida para la venta	75	25
		E4	Mejoramiento de la finca	100	100
		E5	Desarrollo turístico	100	66.6
2. ECONOMICA	2.2. EFICIENCIA - DINAMISMO	E6	Empleo	50	50
		E7	Diversificación de los mercados	75	0
		E8	Canales comerciales	75	100
		E9	Poder de negociación del productor	100	100
		E10	Transformación de productos	50	25
		E11	Autosuficiencia en insumos	75	50
		E12	Certificaciones de la finca	0	0
		E13	Alianzas económicas	0	0
3. AGROAMBIENTAL	3.1. BIODIVERSIDAD	G1	Numero especies	100	75
		G2	Variedades locales	100	100

CRITERIO	COMPONENTE	COD	INDICADOR	Las Lagunas Boaco	
				Buena Vista	San Juan
		G3	Diversidad estructural de la cercas	100	25
		G4	Semillas (autoproducción)	50	100
		G5	Asocios	100	66.66
3. AGROAMBIENTAL	3.2. TERRITORIO	G6	Ambientes de regeneración natural	100	0
		G7	Acciones de recuperación y protección del territorio	100	0
3. AGROAMBIENTAL	3.3. SUELO Y AGUA	G8	Rotaciones	50	25
		G9	Uso eficiente del agua	25	0
		G10	Cosecha de agua	100	100
		G11	No fertilización química de síntesis	50	0 Aplica
		G12	Fertilización orgánica	50	0
		G13	Abono verde	100	0
		G14	Reciclaje de desechos orgánicos de la finca	100	0
3. AGROAMBIENTAL	3.4. DEFENSA DE LOS CULTIVOS	G15	Productos químicos sintéticos de defensa	50	0 Aplica
		G16	Técnicas de defensa natural	75	0
		G17	No uso de herbicidas sintéticos	50	0
		G18	Control de malezas alternativo	75	0
		G19	No tratamientos post cosecha químico sintéticos	100	0
		G20	Técnicas de post cosecha alternativas	100	0
3. AGROAMBIENTAL	3.5. ENERGIA	G21	Energías renovables	0	0
		G22	Material y tipología de empaque	100	0

CRITERIO	COMPONENTE	COD	INDICADOR	Las Lagunas Boaco	
				Buena Vista	San Juan
3. AGROAMBIENTAL	3.6. PARTE ANIMAL	G23	Razas	100	50
		G24	Razas locales	50	100
		G25	Reproducción	50	100
		G26	Pastoreo	100	100
		G27	Estructuras de estabulación	100	50
		G28	Alimentación 1	100	100
		G29	Alimentación 2	100	100
		G30	Mutilación	0	0
		G31	Manejo de las excretas	100	0
		G32	Sacrificio	100	100
Total de indicadores a mejorar				28	49

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) de Nicaragua”, 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 nuestro país y los pueblos de América Latina, para la cual el rediseño y evaluación de agroecosistemas con ganado bovino 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 ganado bovino y 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 los pueblos mesoamericanos.

Es urgente hacer estudios de rediseños de agroecosistemas agroecológicos con ganado bovino, 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.

El agroecosistema Buena Vista es caracterizado como un agroecosistema con diseños y manejos de su biodiversidad complejos y se gerencia bajo el paradigma agroecológico. Esto se manifestó en mejor manejo y conservación del suelo y agua, un mejor manejo de las intervenciones en rubros productivos, un mejor diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar y en los elementos de la biodiversidad asociada. El agroecosistema San Juan es categorizado como un agroecosistema con diseños y manejos de su biodiversidad poco complejos y se gerencia bajo el paradigma convencional. Esto se exteriorizó en un deficiente manejo y conservación del suelo y agua, en un deficiente manejo de las intervenciones en rubros productivos, en un deficiente diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar y en los elementos de la biodiversidad asociada. Hay que resaltar que el productor Juan José García, propietario del agroecosistema Buena Vista, es promotor agroecológico calificado, está organizado y comprometido con el paradigma de producción agroecológico, lo que ha permitido que su

agroecosistema se encuentre en el tránsito hacia la sostenibilidad y la resiliencia. No obstante, 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.

En el agroecosistema Buena Vista, el balance parcial de los tres nutrimentos (N, P y K) es positivo, pero el agricultor, Juan José García, debe implementar una estrategia para aumentar los niveles de fósforo en todas sus parcelas, así mismo para que el pH de las parcelas diversificada, café y pasto de pastoreo no disminuyan más y acentúen la deficiencia de fósforo, también, esa estrategia debe conducir a mejorar la relación inter catiónicas Mg/K en estas parcelas y en la de pasto de corte para evitar una posible deficiencia de magnesio por exceso de potasio en los suelos. En el agroecosistema, San Juan, el pH de la parcela con pasto de corte, con pasto de pastoreo y con café son bajos (5.4, 5.2 y 5.5) que puede inducir a deficiencias de fósforo, lo que se acentúa por los bajos niveles de este elemento en estas parcelas (4.6 ppm de promedio). Además, en la parcela agrícola la relación Ca/Mg indica una probable deficiencia de magnesio, la que se acentúa por la baja relación Mg/K. En las parcelas, pasto de pastoreo y pasto de corte las relaciones inter catiónicas Ca/K muestran que puede haber una probable deficiencia de potasio por los altos niveles de Ca en las parcelas. En ambos agroecosistemas, la estrategia de manejo para mejorar el pH del suelo y la disponibilidad de fósforo debe incluir el incremento de los contenidos de materia orgánica del suelo, este aumento, y el uso de fuentes adecuadas, mejoraran a su vez, los niveles de fósforo en las parcelas, los niveles de magnesio y potasio en los sitios de intercambio, mejorando las relaciones inter catiónicas e incuestionablemente la nutrición de los cultivos. Estos resultados demuestran que el manejo del suelo bajo el paradigma agroecológico no solo debe ser positivo el balance aparente de N, P y K, sino que debe garantizar una nutrición balanceada, para lo cual es fundamental adecuadas relaciones inter catiónicas, que son específicas para cada subsistema productivo del agroecosistema.

El agroecosistema Buena Vista, con diseños y manejos de su biodiversidad complejos y en tránsito hacia la sostenibilidad y resiliencia económica, social y agroambiental se caracterizó por presentar una mayor población, riqueza y equidad de las comunidades de la macrofauna edáfica en los taxones clases, órdenes y familia, lo que contribuye a que exista una mayor funcionalidad de estos organismos, dado que ellos pueden ejercer distintas funciones y al encontrarse en mayores poblaciones contribuye a que el suelo sea más vivo, dinámico y complejo. Únicamente en este agroecosistema se encontraron organismos con funcionalidad parásita. Para fomentar poblaciones altas de macrofauna edáfica y garantizar suelos más vivos, dinámicos y complejos es fundamental dotar al suelo, permanentemente, de materia orgánica muerta (mulch, hojarasca y restos de cosecha) o a través de abonos orgánicos sólidos, lo que contribuya al reciclado de los nutrientes y favorece el incremento de las poblaciones microbiológicas. Adicionalmente, se pueden asperjar abonos orgánicos líquidos a la materia orgánica muerta sobre la superficie del suelo para acelerar el proceso de descomposición y mineralización de ésta. Es decir que en la estrategia de una adecuada conservación y rehabilitación del suelo se debe implementar, además de las obras de conservación de suelo y agua, así como los principios de las **4 R** (qué fuente de abono?, cuánto fertilizo?, cómo fertilizo? y dónde fertilizo?), los principios de las **5 M**, 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 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.

En el agroecosistema Buena Vista, la flora arbórea y de arvenses o malezas es más rica (diversa) y abundante y por consiguiente se puede aprovechar mejor la funcionalidad de este componente para el agroecosistema, para la cuenca en el que se localiza y para la familia productora. Al mismo tiempo, se ofrece un variado menú de fitomasa (flora) para la fauna edáfica que contribuye a que en este agroecosistema existan una mayor riqueza y mayores poblaciones de macrofauna en el suelo y por consiguiente al reciclado de los nutrientes. Toda la biomasa (Fitomasa y Zoomasa) que el agroecosistema produce debe ser aprovechada para incrementar la materia orgánica del suelo. Ésta en el suelo no solo es necesaria para el secuestro del carbono, sino también para sobrellevar las sequías e inundaciones. Un suelo con más materia orgánica beneficia la infiltración del agua, consiente una mejor aireación para la vida del suelo (microorganismos, mesofauna, macrofauna y raíces). Las formas de aumentar la materia orgánica en el suelo son las arvenses o malezas, las arboledas y abonos orgánicos sólidos y líquidos que se elaboren y que se aplique como fertilizantes, así como la incorporación de abonos verdes. No obstante, en ambos agroecosistemas hay que implementar un plan de manejo del componente arbóreo que incluya el manejo silvicultural para un mejor crecimiento de los árboles y una mejor utilización.

El grado de complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad de los agroecosistemas con ganado bovino es directamente proporcional al nivel o índice de sostenibilidad general, siempre que se garanticen buenos indicadores de la dimensiones agroambiental, socio-político-cultural y económica, los cuales deben ser parte de un plan de gestión integral 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 de una gerencia integral de los agroecosistemas es necesario registrar las entradas (insumos, energía fósil, mano de obra e ingresos económicos), las salidas (productos), las labores productivas, y administrativas que se realizan en los agroecosistemas para garantizar, a mediano y largo plazo, la trazabilidad, la calidad e inocuidad de los productos ofertados (salidas) para mercados locales, nacionales e internacionales y poder hacer análisis económicos.

La diversificación de los agroecosistemas con ganadería bovina 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.

VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente documento exteriorizan su inmensa gratitud, primeramente, a los productores (Juan José García y José Benito Sánchez Paz) 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 nuestro país y América latina.

Nuestro reconocimiento a las instituciones en las que nos desempeñamos profesionalmente (Universidad Nacional Agraria y Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos de Nicaragua) 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, primordialmente, a la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG) de Nicaragua a través del Programa de Campesino a Campesino (PCaC) por ser la gestora desde 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 de 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; Gómez, R y Harvey, C. 2005. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Matiguás, Nicaragua. NITLAPAN-UCA. 40 P.
- Altieri, M.A. 1992. El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. *Agroecología y desarrollo*, 4.
- Altieri, M.A. 1999. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo. Ed. Nordan-comunidad. P, 1-325. Recuperado de: <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>
- Altieri, M.A., y Nicholls, C.I. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. Costa Rica. p. 5 0 - 6 4.
- Anderson, J.M e Ingram, J.I. 1993. *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods* 2 ed. Wallingford, Oxfordshire: CAB International 221 p. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/2776/1/tnp351323f.pdf>
- Andrews, KL; Caballero, R; Matute, D. 1989. *Guía para el estudio de órdenes y familias de insectos de Centroamérica*. Cuarta edición. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 1- 179p. Disponible en:<http://www.amupnor.com/sites/default/files/sites/default/files/doc/Diagnostico%20San%20Ramon.pdf>.
- Arango Gutiérrez, G.P., y Agudelo Betancur L. M. (s.f). Valor biológico de las cucarachas en el compost. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 1(1). P 1-3 Recuperado de: <http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/Revista/Vol1n1/096-98%20Valor%20biol%20C3%B3gico%20de%20las%20cucarachas%20en%20el%20compost.pdf>.
- Ararat, M.C., y Aristizabal, M. 2002. Efecto de cinco manejos agroecológicos de un Andisol (Typic Dystrandep) sobre la macro fauna en el municipio Piendamó, departamento del Cauca, Colombia.
- Arocena, R., Chalar, G., Fabián, D., Pacheco, J.P., González Piana, M., Olivero, V., y Perdomo, C.H. 2013. Impacto de la producción lechera en la calidad de los cuerpos de agua. In VII Congreso de Medio Ambiente.
- Ayala M, JE.; Monterroso, LE. 1998. Aspectos básicos sobre la biología de la gallina ciega. El salvador. Guatemala.
- BCN (Banco Central de Nicaragua). 2013. Nicaragua en Cifras, N. Gobierno de Nicaragua. Plan Nacional de Desarrollo. (En línea) Consultado 20 abr 2015. Disponible en: http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/nicaragua_cifras/nicaragua_cifras.pdf.n.
- Benito, N; y Pasini, A. 2002. Interference of agricultural systems on soil macrofauna. In International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystem for Sustainable Agriculture. Londrina, Embrapa Soja. FAO. Documentos/ Embrapa Soja. no.182. 90p.
- 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; Giolotto, 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.
- Brown, G.G., Fragoso, C., Barois, I., Rojas, P., Patrón, C., Bueno, J., Moreno, A.G., Lavelle, P., Ordaz, V., y Rodríguez, C. 2001. Diversidad y rol funcional de la macro fauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57500006>.
- Brown, G.G., Moreno, A.G., Barois, I., Fragoso, V., Rojas, P., y Hernández, B. 2004. Soil macrofauna in SE Mexican pastures and the effect of conversion from native to introduced pastures. *Agric. Ecosys. Environ.* 103(2):313 - 327.
- Bustillo P., A.E., U. Castro V., 2011. El salivazo de la caña de azúcar *Aeneolamia varia* (F.) (Hemiptera:

- Cercopidae). Hábitos, biología y manejo de poblaciones. Cali, Cenicaña. 16 p. (Serie Divulgativa No.11)
- Cabrera Dávila, G. C. 2014. La macro fauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo. Cuba: Rufford. Recuperado de: <http://www.rufford.org/files/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf>.
- Cabezas Melara, F.A. 1996. Introducción a la entomología. Trillas, S.A. México.
- Cabrera Dávila, G.C. 2014. Manual práctico sobre la macro fauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba. Recuperado de. <http://www.rufford.org/files/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf>.
- Cabrera, G., Robaina., N y Ponce de León D. 2011. Riqueza y abundancia de la Macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. Pastos y Forrajes, Vol. 34, No. 3, 313-330, 2011. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121083007>> ISSN 0864-039.
- Carmona, J. C., Bolívar, D. M., y Giraldo, L. A. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Rev. Col Cien Pec, 18(1), 49-63.
- CATIE (Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza). 2002. Plagas y enfermedades en América central: Guía de campo. CATIE. Turrialba. C.R. 260p.
- CENAGRO (Censo Nacional Agropecuario). 2011. Resultados Finales. Gobierno de Nicaragua. (En línea) Consultado 10 abr 2015. Disponible en www.inec.gob.ni Consultado 21 ene. 2012. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>
- Cingolani, A.M., Noy-Meir, I., Renison, D.D., y Cabido, M. 2008. La ganadería extensiva: ¿ es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos?. Ecología austral, 18(3), 253-271.
- 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.
- Crespo, G. 2009. Importancia de los sistemas silvo pastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 42(4):329-336, 2008. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/unanicaraguasp/reader.action?docID=10345480>.
- Doran, J. W., y Parkin T. B., (1 994). Defining and assessing soil quality. In: Defining and Assessing soil quality for sustainable environment. USA: Soil Science Society of America.
- Dumont, L., y Carlos, J. 2000. Impacto ambiental de la actividad ganadera. Tierra Adentro. (32), 31-34.
- 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>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2014. Programa de la FAO: Ganadería. (En Línea). Consultado 3 Ene. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/gender/gender-home/gender-programme/gender-livestock/es/>
- García, L. 2 015. 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.
- Gómez Anaya, JA. 2008. Ecología de los ensamblajes de larvas de odonatos (insecta) y su uso potencial como indicadores de calidad ecológica en la sierra de Coalcomán, Michoacán, Mexico (en línea). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Consultado el 31 ene. 2017. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icbi/doctorado/documentos/Ecologia%20de%20los%20ensamblajes.pdf.
- Holldobler, B., y Wilson, E.O. 1990. The Ants. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts.
- 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.
- Hünнемeyer, A. J., De Camino, R., & Müller, S. 1997. Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica: indicadores para la agricultura y los recursos naturales. Ed. M Araya. San José, CR, GTZ. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible, (4), 19-27.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2012. Características del clima en Nicaragua. Dirección general de meteorología. (En línea) Consultado 20 abr 2015. Disponible en: <http://servmet.ineter.gob.ni/Meteorologia/PDF/caracteristicasdelclimaenNic.pdf>
- INIDE-MAGFOR. 2013. IV CENAGRO 2011. Departamento de Boaco, Nicaragua INIDE.
- Jiménez, E. 2009. Entomología, Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/2458/1/nh10j61e.pdf>
- Jiménez Martínez, E.; Sandino Díaz, V. 2009. Entomología. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/2458/1/nh10j61e.pdf>.
- Kindt, R; Coe, R. 2005. Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies: World Agroforestry Centre (ICRAF) Nairobi. 207 p. Recuperado de: <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/b13695.pdf>
- Krull, E.S., Skjemstad, J.O., Baldock, J.A., 2004. Functions of soil organic matter and the effect on soil properties. Grains Research & Development Corporation report Proyect No CSO 00029. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-27912008000100006&script=sci_arttext.
- Lagn Ovalle, F.P., Perez Vazquez A., Martinez Davila, J.P., Platas Rosado, D.E., Ojeda Enciso L.A., Gonzalez Acuña, I.J. 2011. Macro fauna edáfica asociada a plantaciones de mango y caña de azúcar. Terra Latinoamericana, vol. 29, núm. 2, abril-junio, 2011, pp. 169-177 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
- Lavelle, P; Spain, AV. 2001. Soil Ecology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 654p.
- 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.
- Moran, M.M., y Alfaro Gutiérrez, F.R. 2015. Diversidad de macro fauna edáfica en dos sistemas de manejo de Moringa oleífera Lam. (Marango) en la finca Santa Rosa. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/3203/1/tnp34m829.pdf>.
- Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Livestock Research for Rural Development, 15(10), 1-16.
- Nicholls Estrada, C.I. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. 1 ed. Medellín, CO. Editorial Universidad de Antioquia. 282p.
- Pikul J.L. Jr & Allmaras R.R. 1986. Physical and chemical properties of a Haploxeroll after fifty years of residue management. Soil Sci. Soc. Am. J. 50, 214-219. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-27912008000100006&script=sci_arttext
- Quiros, D; Louman, B; Valerio, J; Jimenez, W. 2001. Bases ecologicas. 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.
- Renyi, 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.
- Romero, R., Dey, S.K., y Fisher, S.J. 2014. Preterm labor: one syndrome, many causes. Science, 345(6198), 760-765.
- Sánchez, Saray., y Hernández, Marta. 2011. Comportamiento de comunidades de lombrices de tierra en dos sistemas ganaderos. Pastos y Forrajes, 34(3), 359-365. Recuperado en 21 de marzo de 2017, de <http://>

scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942011000300010&lng=es&tlng=es.

- Sánchez, M., y Rosales, M. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. *Agroforestería para la producción animal en América Latina. Estudio FAO de Producción y Sanidad Animal*, 143, 1-12.
- Sonco Suri, R. 2013. Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región de Maddi, la Paz-Bolivia. (Tesis de grado). Universidad mayor de San Andrés. Recuperado de: http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf.
- Troyo Diéguez, E., Servín Villegas, R., y Loya-Ramírez, J.G. 2009. Planeación y organización del muestreo y manejo integrado de plagas en agroecosistemas con un enfoque de agricultura sostenible. México, D.F., MX: D - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/unanicaraguasp/reader.action?docID=10293106>
- Vázquez L, L., Matienzo, Y., Alfonso, J., Veitia, M., Paredes, E., y Fernández, E. 2012. Contribución al diseño agroecológico de sistemas de producción urbanos y suburbanos para favorecer procesos ecológicos. *Revista Agricultura Orgánica (La Habana)* 18 (3): 14-18.
- Vázquez L, 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. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), Habana, CU.
- 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>.
- Villalobos, F.J., Ortiz Pulido, C., Moreno, N.P., Pavón Hernández, H., Hernández Trejo, J., Bello, S.M. 1999. Patrones de la macro fauna edáfica en un cultivo de Zea maíz durante la fase postcosecha en "La Mancha", Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 80. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S006517372000000200009&script=sci_arttext.
- Zaldívar Suarez, N., Benítez Jiménez, D., Pérez Machado, B., Fernández Verdecía, Y., Licea Castro, L. 2009. Efecto de la vegetación sobre la biodiversidad de macro invertebrados del suelo en ecosistemas ganaderos. Cuba. *Revista Electrónica Granma Ciencia*, 13(1), pp 1-8. Recuperado de: http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol13/1/2009_13_n1.a4.pdf.
- Zerbino, M.S. 2010. Evaluación de la macro fauna del suelo en rotaciones cultivos-pasturas con laboreo convencional. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.) Número Especial 2: 189-202 2010*. Recuperado de: [http://www1.inecol.edu.mx/azm/AZM26-esp\(2010\)/AZM-Esp-14-Zerbino.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/azm/AZM26-esp(2010)/AZM-Esp-14-Zerbino.pdf).

VIII. ANEXO

Tabla 1a. Nombre común, nombre científico y familia de la flora arbórea en dos agroecosistemas con ganado bovino, Finca Buena Vista (FBV) y Finca San Juan (FSJ), en Las Lagunas, Boaco, Nicaragua, 2017

Nombre común	Nombre científico	Familia	FBV	FSJ
Almendra	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	16	5
Acacia	<i>Simna siamea</i> MILL.	Fabaceae	11	
Achote	<i>Bixa orellana</i> L.	Fabaceae	1	
Aguacate	<i>Persea americana</i> L.	Lauraceae	21	6
Aceituno	<i>Simarouba glauca</i> L.	Fabaceae		3
Brazil	<i>Haemathoxylos brasileto</i> L.	Fabaceae	3	
Cedro macho	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae	7	
Carao	<i>Cassia grandis</i> L.F.	Fabaceae	5	
Ceiba	<i>Ceiba petandra</i> L.	Bombacaceae	75	2
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	9	5
Coyote	<i>Platymiscyrum plelostachyum</i> L.	Fabaceae	35	13
Chaperno	<i>Lonchocarpus parviflorus</i> L.	Fabaceae	12	15
Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i> Bertol.	Bignoniaceae		68
Gabilan	<i>Pseudosamanea guachapele</i> L.	Fabaceae		1
Guaba negra	<i>Inga densiflora</i> L.	Fabaceae	17	8
Guasimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Esterculiaceae	93	29
Guarumo	<i>Cecropia insignis</i> L.	Urticaceae	5	
Guanacaste	<i>Enterlobium cyclocarpum</i> (Jacq) Griseb.	Fabaceae	3	20
Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i> L.	Burseraceae	34	6
Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	26	7
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> Ruis.	Boraginaceae	23	63
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i> Jacq.	Fabaceae	517	7
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i> VAHL.	Rubiaceae	1	
Mangle blanco	<i>Bravaisia integerrima</i> Espreg.	Acanthaceae	26	
Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i> L.	Moraceae	1	
Nispero	<i>Manilkara huberi</i> Ducke Jacq.	Sapotaceae	4	
Ojoche blanco	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz L.	Moraceae	3	5
Palo de agua	<i>Vochysia hondurensis</i> L.	Vochysiaceae	1	
Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i> Jacq.	Bombacaceae	126	2
Papalon	<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	Polygonaceae	1	
Sonzonate	<i>Colubrina arborescens</i> L.	Rhamnaceae		2
TOTAL			1118	272





“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

