

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN
ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIA
MAESTRÍA EN GANADERÍA INTEGRAL SOSTENIBLE



Tesis para optar el título de Magister en Ganadería Integral Sostenible

**Caracterización de grado de complejidad de los componentes y manejo de la
biodiversidad de tres fincas integrales**

Autor:

Ing. Conrado Ronaldo Quiroz Medina

Tutor:

MS.c. Miguel Jerónimo Bárcenas Lanzas

León Nicaragua

2025: 46/19 Siempre más allá ¡Avanzando en la revolución!

RESUMEN

El funcionamiento eficiente de las fincas agropecuarias depende de las interacciones que ocurren en los componentes bióticos y abióticos. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el grado de complejidad en tres fincas integrales en el Municipio de León. El trabajo se realizó en tres fincas en El municipio de León, se aplicó un estudio descriptivo transversal. El grado de complejidad de los diseños y manejo de la biodiversidad, mediante 6 componentes y 64 indicadores, se evaluó cada indicador en una escala de 0 a 4 grados. Se determinó la diversidad de la macrofauna aplicando la metodología recomendada por el Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF), se realizaron 24 monolitos por fincas. Se determinó la diversidad y abundancia de las arvenses, se llevó a cabo por la técnica de muestreo de transectos con una longitud de 50 m de largo por un metro de ancho, se aplicó 8 transectos por fincas, en cada transecto se realizó 5 puntos de muestreos. Las tres fincas estudiadas poseen un coeficiente de diseño y manejo de su biodiversidad mediadamente complejo (Girasol 2.56, Santa Ana 2.33 y Verdum 2.18). La mayor abundancia promedio de macrofauna edáfica se encontró en la finca Verdum con 5.92, La finca Santa Ana y Girasol presentaron resultados similares de abundancia promedio de macrofauna edáfica con 2.04 y 2 individuos/monolito, la mayor abundancia se encontraron en los primeros 10 cm. En la finca Girasol se encontró el mayor número de taxa de arvenses con 32 especies, finca Santa Ana y Verdum se encontraron con el mismo número de taxa con 24 especie de arvenses.

Ing. Walter Reyes
Director específico de Agroecología y Agronegocios

Asunto: Solicitud de autorización defensa de tesis

Estimado maestro Walter:

Me dirijo a usted respetuosamente para solicitar defensa de tesis titulada **Caracterización de grado de complejidad de los componentes y manejo de la biodiversidad de tres fincas integrales**, presentado por el Ing. Conrado Ronaldo Quiroz Medina

Área estratégica: Tecnología, Desarrollo y Energía Renovable

Línea de Investigación: Diseño integral de finca.

Esta fue revisada y estoy conforme con el documento final por lo que solicito atentamente aprobación para la defensa de este trabajo ante la instancia correspondiente, para llevar a cabo el acto académico.

Agradezco de antemano la atención prestada y quedo a disposición para cualquier información adicional que considere necesaria.

Sin otro particular, me despido cordialmente.

Atentamente,

M. Sc. Miguel Gerónimo Bárcenas Lanzas
Docente
Dirección específica de Agroecología y Agronegocios
UNAN-León

DEDICATORIA

A mi Dios Padre JEHOVA, que me ha permitido tener salud y fuerza.

A mi esposa Ethel Daniela Romero Luna, hijos Conrado Daniel Quiroz Romero, Emily Daniela Quiroz Romero, a mis padres Agustín Ramón Quiroz Pichardo y María Elena Medina Mejía que han depositado su confianza en mí.

A todos aquellos productores que trabajan la tierra en buscan del sustento de cada día.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios JEHOVA que me ha dado de su amor y gracia incondicional.

A mi esposa Ethel Daniela Romero Luna, a mis padres Agustín Ramón Quiroz Pichardo y María Elena Medina Mejía, por alentarme en culminar este trabajo.

A los propietarios de las fincas Girasol, Verdum y Santa Ana por permitir realizar esta investigación en sus fincas y atenderme sin condición.

A los Br. Emily Lorena Delgado, Sonia de Jesús Hernández, Regina Scarleth Rivas, Hazel Raquel Pineda, Jeffer Samuel Rodríguez, Samuel Norberto Salazar, Oliver Paredes, Junior Rafael Dixon Lagos, Verenises Teresa Espinales, Brisa Massiel Guido y Álvaro Rafael López Robleto por apoyarme en el levantamiento de los datos en campo.

A mi tutor MSc. Miguel Bárcenas por sus comentarios positivo durante y culminación de estudio.

A los docentes del Área de Conocimiento de Ciencias Agrarias y Veterinaria por compartir sus conocimientos y permitir culminar esta maestría en esta bicentenaria Alma mater UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, León.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE GENERAL	vi
INDICE DE TABLA.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	11
II. OBJETIVOS.....	14
2.1 General	14
2.3 Específico	14
III.MARCO TEÓRICO	15
3.1 Finca Integral.....	15
3.2 Fincas integrales agroecológicas	15
3.3 Biodiversificación en fincas integrales agroecológicas.	16
3.4 Modelo de fincas integrales agroecológicas	18
3.5 Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad	20
3.5.1 Manejo de la biodiversidad productiva, auxiliar y asociada.....	21
3.5.2 Importancia del manejo y conservación del suelo y agua	22
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
4.1 Ubicación del estudio	23
4.2 Tipo de estudio	23
4.3 Descripción general de las fincas en estudio.....	23
4.4 Recopilación de datos	24
4.4.1 Grado de complejidad de los diseños y manejo de la biodiversidad	24
4.4.2 Determinar la diversidad de la macrofauna edáfica	27

Época de muestreo.....	27
Fase de campo.	27
Fase de laboratorio	27
4.4.3 Determinar la diversidad de las arvenses	28
4.5 Análisis de los datos	28
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
Diseños y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva	30
Manejo y conservación de suelo	32
Conservación de agua	34
Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos.....	36
Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar.	37
Elemento de la biodiversidad asociada	40
Coeficiente del manejo de la biodiversidad	41
Macrofauna edáfica	43
Diversidad de arvenses	47
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES	52
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	53
IX. ANEXOS.....	61

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Mecanismos para mejorar la inmunidad del agroecosistema	17
Tabla 3. Descripción de las fincas estudiadas	23
Tabla 4. Valor del coeficiente del manejo y diseño de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el Municipio de León.....	32
Tabla 5. Valor de indicadores del componente de manejo de conservación de suelo (MCS) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León.....	34
Tabla 6. Valores de los indicadores del componente de manejo y conservación de agua (MCA) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León.....	36
Tabla 7. Valores de indicadores del componente de Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León	37
Tabla 8. Valores de indicadores del componente de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León	39
Tabla 9. Valor de indicadore Resultado del componente de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León.....	41
Tabla 10. Composición taxonómica y porcentaje de frecuencia de la macrofauna edáfica en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León, 2021.....	61

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Resultados del manejo y diseño de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdun en el Municipio de León	31
Figura 2. Resultados del manejo de conservación de suelo (MCS) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Vedum en el municipio de León.....	33
Figura 3. Resultados del componente de manejo y conservación de agua (MCA) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León	35
Figura 4. Resultado del componente del manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León	37
Figura 5. Resultados del componente de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León, 2021	39
Figura 6. Resultado del componente de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León.....	41
Figura 7. Diagnóstico de los componentes de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad (a) y análisis de similitud de los componentes de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León.....	43
Figura 8. Densidad promedio de macrofauna edáfica (b), abundancia por estratos (b) y diversidad alfa (c) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León.	46
Figura 9. Densidad poblacional de arvenses (a), diversidad alfa (b) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en e l municipio de León.	48

I. INTRODUCCIÓN

La magnitud del impacto de los diversos sistemas agropecuarios sobre la biodiversidad varía según la intensidad del sistema, la tecnología que emplea, la cantidad de espacio que ocupa y la vulnerabilidad del ecosistema natural involucrado. Los sistemas poco intensivos y de pequeña escala como la agricultura tradicional son menos dañinos para la biodiversidad natural en comparación con los sistemas de grandes escalas (Eastmond y García, 2010). Sin embargo, los sistemas ambientales modernos enfrentan una crisis ambiental, radicando en prácticas intensivas basadas en el uso de altos insumos que conllevan a la degradación de los recursos naturales a través de procesos de erosión, salinización, contaminación con pesticidas, sistemas monocultivos, pérdida de fitomasa y por ende reducción progresiva de la productividad (Altieri, 2002; Altieri, 1994).

A nivel mundial los sistemas agropecuario han sido punto de referencia negativo como una de las causantes de la degradación del suelo, contribuciones al calentamiento global, deterioro de las fuentes hídricas, expansión de la frontera agrícola (Dumont y Carlos, 2000); debido a una transformación de los ecosistemas naturales, para satisfacer las demandas de los sistemas agropecuarios, ha conllevado a realizar sitios inadecuados promoviendo la degradación ambiental (Murgueitio, 2003) y establecer sistemas pocos simplificados dedicado a trabajar no más con un solo rubro.

La integración y diversificación de rubros productivos no es la única solución para aumentar la complejidad de los agroecosistemas (Vázquez et al., 2012). El funcionamiento eficiente de los sistemas agropecuario no depende solamente de los elementos de la biodiversidad que se introducen y habitan en el mismo, pues la diversidad no siempre es algo inherente a la estabilidad (Tilman et al., 1998) y como señalaran Odum y Sarmiento (1998), son esenciales sus interacciones. Los sistemas agrícolas complejos son difíciles de entender porque son como una red en la que todos los componentes están conectado y donde las interacciones no suceden de forma lineal ni predecible (Rivera-Núñez et al., 2021).

Vargas-Batis et al. (2014) realizaron estudio de grado de complejidad de cuatro fincas en Cuba, determinando el componente de la biodiversidad que más influyó. Se determinó que todas las fincas son simplificadas, los componentes de la biodiversidad que más aportan a este comportamiento son la biodiversidad funcional introducida y la biodiversidad nociva. De igual manera Lezcano-Fleires et al., (2020) y Galindo-Maturell et al., (2019) aplicando la misma metodología de Vargas-Batis et al. (2014) diagnosticaron la finca en estudio como medianamente complejo y simplificada respectivamente, siendo la biodiversidad funcional introducida y la biodiversidad nociva los componentes que más influyeron en este comportamiento.

En el contexto nacional Balladares (2022) realizó un estudio en el municipio El viejo, Chinandega con el objetivo de caracterizar la sostenibilidad y diagnosticar el grado de complejidad de los diseños de dos agroecosistemas, obteniendo como resultados para las dos fincas como medianamente complejos, gestionada bajo un paradigma agroecológico. De igual manera autores como Rodríguez et al., (2017a) y Rodríguez et al., (2017b) diagnosticaron agroecosistemas clasificados con diseño y manejo de la biodiversidad medianamente complejo a complejos.

El sector agropecuario de Nicaragua contribuyó el 13.14% al Producto Interno Bruto en el 2021 (Banco Central de Nicaragua, 2022), generando el 30% del empleo en el sector agropecuario de Nicaragua (Jiménez et al., 2020). Para mejorar estos sistemas agropecuarios en Nicaragua, muchos agricultores han establecidos sistemas agrosilvopastoriles, otros mantienen una cobertura arbórea dispersa y discontinua incluyendo pequeños fragmentos de bosques y bosque ripario, cercas vivas y frutales y otros que en sus sistemas agropastoriles implementan prácticas agroecológicas para hacer más diversificados las fincas, en busca de sistemas complejos.

Nicaragua cuenta con una rica tradición de investigaciones agroecológicas, realizadas tanto en centros experimentales como en fincas de productores privados y cooperativas. Además, el gobierno actual ha establecido un marco legal sólido para impulsar la producción agroecológica destacando la Ley de Fomento a la

Producción Agroecológica u Orgánica (Ley 765). Estas iniciativas han promovido propuestas de desarrollo integral, enfocadas en enriquecer la agrobiodiversidad e introducir alternativas agroecológicas en las fincas integrales

Desde el inicio del 2000 ha surgido un especial interés dentro del movimiento agroecológico mundial por encontrar metodologías dirigidas a medir la sostenibilidad de los agroecosistemas (Gutiérrez Cedillo et al., 2008). A pesar de las bondades de las fincas integrales, existe una carencia de información científica que valide los beneficios de su nivel o grado de complejidad desde una perspectiva sistémica (cultivos, cría de animales, suelo, flora). Para abordar esta laguna de conocimiento, esta investigación se propone analizar la complejidad de los agroecosistemas de fincas integrales, incorporando indicadores que evalúen el diseño y manejo de la biodiversidad. El objetivo es ofrecer un diagnóstico que facilite la planificación de las transformaciones necesarias dentro del agroecosistema. Ante esta situación, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Varía el grado de complejidad entre dos fincas integrales y una finca convencional en el municipio de León?

Esta investigación busca contribuir a la generación de conocimiento en el sector agropecuario, mediante el diagnóstico del grado de complejidad de fincas integrales. De esta manera, se responde a los objetivos del Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y Desarrollo Humano 2022-2026 de Nicaragua, que promueve el seguimiento de investigaciones científicas en el campo agroecológico, la reversión de la degradación de tierras y la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas. Asimismo, se alinea con el lineamiento de "Más y mejor producción en el campo, desarrollando la agroindustria y el consumo saludable". En este contexto, el trabajo se vincula con el área temática de Tecnología, Desarrollo y Energía Renovable de la UNAN-León, y específicamente con la línea de investigación de Diseño Integral de Fincas

II. OBJETIVOS

2.1 General

- Caracterizar el grado de complejidad y la biodiversidad en tres fincas integrales en el Municipio de León.

2.3 Específico

- Diagnosticar el grado de complejidad de los diseños y manejo de la biodiversidad en tres fincas integrales
- Determinar la diversidad y abundancia de macroinvertebrados edáfico y arvense en tres fincas integrales

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Finca Integral

Se define granja integral como un cultivo de plantas y animales que pueden subsistir en un mismo ambiente y espacio y que se ayudan para su coexistencia, con la finalidad de aprovechar adecuadamente el espacio y los recursos disponibles, aplicar tecnologías sencillas y baratas que permitan hacer más eficientes las labores que allí se realizan (Camacho y Prieto, 1995).

Consiste en aprovechar pequeñas áreas mediante el uso de tecnología eficiente y con algunas mejoras en la finca, integrando diferentes rubros de manera sistemática. De igual forma, la combinación con rubros pecuarios que nos benefician el suelo y a la vez mantienen al cultivo libre de malezas (Macías Tigua, 2009).

Con la granja integral se busca diversificar e integrar la producción agraria para aumentar las fuentes de ingreso y no depender exclusivamente de un rubro o producto. Las características que deben existir en una granja integral son las de promover una agricultura sana, reduciendo el uso de fertilizantes sintético, plaguicidas, herbicidas y cualquier tipo de producto químico (Camacho y Prieto, 1995). Arévalo (1993), determina que otra característica consiste reutilizar materia prima existente en la finca para alimentación animal, abonos de los cultivos o combustible y, el uso de fuentes alternas de energía, diferentes a las convencionales fortaleciendo el reciclaje y sostenibilidad en las fincas.

3.2 Fincas integrales agroecológicas

El límite mínimo del diseño agroecológico es el sistema finca y no el sistema productivo. A partir de la finca, se construyen los diseños y el sistema productivo va a depender de la estructura ecológica de la finca (principio de inmunidad: anticiparse al cambio). Los principios generales que se deben considerar para que un diseño productivo sea considerado con enfoque agroecológico han sido ampliamente abordados y profundizados por diversos autores (Altieri, 2001; Gliessman, 2002; Vázquez et al., 2012), por lo que a continuación se enlistan algunos aspectos de los comúnmente resaltados.

- ✓ Incorporación de diferentes tipos de biodiversidad, garantizando la integración de componentes; y con ello el desarrollo de procesos ecológicos que hacen estable el agroecosistema.
- ✓ Eficiencia en la integración de los componentes del agroecosistema, a partir de diferentes tamaños y formas de campos; y una estructura de cultivos según los intereses de la familia campesina.
- ✓ Mejoramiento de la salud del suelo como estrategia para incrementar la productividad.
- ✓ Promoción de la seguridad y soberanía alimentaria de la familia campesina y las poblaciones de su entorno.
- ✓ Incremento de la productividad del sistema agroecológico, a partir de incremento en la eficiencia de los procesos ecológicos asociados al microclima, provisión de agua y diversidad biológica del suelo.
- ✓ Promoción de relaciones de equidad en la distribución de los beneficios, a través del fortalecimiento de la organización local e intercambio de saberes para el desarrollo.

Metodológicamente, la conjunción de los principios aplicados a los sistemas productivos es de interés estratégico como parte de evaluaciones de metas de la agroecología como ciencia y práctica local en vista que, por un lado, los principios orientan hacia el logro de sistemas respetuosos y promotores de la conservación de la biodiversidad; y por tanto productivos (Noguera-Talavera et al., 2019).

3.3 Biodiversificación en fincas integrales agroecológicas.

Desde una perspectiva de manejo, el objetivo de las fincas integrales agroecológica es proveer ambientes balanceados, rendimientos sustentables, una fertilidad del suelo biológicamente obtenida y una regulación natural de las plagas a través del diseño de agroecosistemas diversificados y el uso de tecnologías de bajos insumos (Gliessman, 1998). Los policultivos, la agroforestería, agrosilvopastoriles y otros métodos de diversificación imitan los procesos ecológicos naturales y la sustentabilidad de los agroecosistemas complejos se basa

en los modelos ecológicos que los productores ganaderos y agricultores buscan (Pret, 1994).

El manejo agroecológico de las fincas debe tratar de optimizar el reciclado de nutrientes y de materia orgánica, cerrar los flujos de energía, conservar el agua y el suelo y balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales, uso de tecnología limpia, utilizar productos de origen animal como biofertilizantes, la implementación de diseños agrosilvopastoril. La estrategia explota las complementariedades y sinergismos que resultan de varias combinaciones de cultivos, árboles y animales, en arreglos espaciales y temporales diversos (Altieri, 1994).

En esencia, el manejo óptimo de los agroecosistemas depende del nivel de interacciones entre los varios componentes bióticos y abióticos. A través de conexiones de la biodiversidad funcional es posible iniciar sinergismos que subsidien los procesos de las fincas a través de proveer servicios ecológicos tales como la activación de la biología del suelo, el reciclado de nutrientes, el aumento de los artrópodos benéficos y los antagonistas y otros más (Altieri & Nicholls, 1999). Actualmente, hay una gama diversa de prácticas y tecnologías disponibles las cuales varían, tanto en efectividad, como en valor estratégico. Las prácticas clave son aquellas de naturaleza preventiva, de multipropósito y que actúan reforzando la inmunidad de las fincas a través de una serie de mecanismos (Tabla 1) (Altieri, 2002).

Tabla 1. Mecanismos para mejorar la inmunidad del agroecosistema

✓	Aumentar las especies de plantas y animales y la diversidad genética en el tiempo y el espacio
✓	Mejorar la biodiversidad funcional (enemigos naturales, antagonistas, animales productivos, etc.)
✓	Mejoramiento de la materia orgánica del suelo y la actividad biológica
✓	Aumento de la cobertura del suelo y la habilidad competitiva.
✓	Eliminación de insumos tóxicos y residuos

(Altieri, 2002).

La Agroecología provee una guía para desarrollar agroecosistemas que tomen ventaja de los efectos de la integración de la biodiversidad de plantas y animales. Tal integración aumenta las complejas interacciones y sinergismos y optimiza las funciones y procesos del agroecosistema tales como la regulación biótica de organismos perjudiciales, reciclado de nutrientes y la producción y acumulación de biomasa, permitiendo así al agroecosistema solventar su propio funcionamiento. El resultado final del diseño agroecológico en fincas integrales es mejorar la sustentabilidad económica y ecológica del agroecosistema, con un sistema de manejo propuesto a tono con la base local de recursos y con una estructura operacional acorde con las condiciones ambientales y socioeconómicas existentes. En una estrategia agroecológica los componentes de manejo son dirigidos con el objetivo de resaltar la conservación y mejoramiento de los recursos locales (germoplasma, suelo, fauna benéfica, diversidad vegetal y animal, etc.) enfatizando el desarrollo de una metodología que valore la participación de los agricultores y ganaderos, el uso del conocimiento tradicional y la adaptación de las explotaciones agrícolas a las necesidades locales y las condiciones socioeconómicas y biofísicas (Altieri, 2002).

3.4 Modelo de fincas integrales agroecológicas

Los principios agroecológicos toman diferentes formas tecnológicas dependiendo de las circunstancias biofísicas y socioeconómicas de cada agricultor o de la región. Un principio clave de la agroecología es la diversificación de los sistemas agrícolas, promoviendo mezclas de variedades de cultivos, sistemas de cultivos intercalados, sistemas agroforestales, la integración animal, etc. que potencian los efectos positivos de la biodiversidad en la productividad, derivados de los crecientes efectos de la complementariedad entre las especies de plantas y animales, resultando así en un mejor aprovechamiento de la luz solar, el agua, los recursos del suelo y la regulación natural de las poblaciones de plagas. Los esquemas de diversificación agroecológica son multifuncionales, y su adopción generalmente implica cambios favorables al mismo tiempo en diversos componentes de los sistemas de producción (Gliessman, 1998). En otras palabras, funcionan como una “plataforma ecológica giratoria” mediante la activación de

procesos claves, tales como el reciclaje, el control biológico, el antagonismo, la alelopatía, etc., esenciales para la sostenibilidad y la productividad de los agroecosistemas. Los sistemas agroecológicos no son intensivos en el uso de capital, trabajo, o los insumos químicos, sino más bien intensifican la eficiencia de los procesos biológicos como la fotosíntesis, la fijación de nitrógeno, y la solubilización del fósforo del suelo y el mejoramiento de la actividad biológica arriba y abajo del suelo. Los mismos procesos naturales son las “entradas” del sistema, es por eso que a la agroecología se le conoce como una “agricultura de procesos”. Cuando los sistemas de cultivo están diseñados y manejados con principios agroecológicos, estos sistemas exhiben atributos de diversidad, productividad, flexibilidad y eficiencia. Altieri y Nicholls (2012) mencionan diseños y sistemas de producción diversificados y sus efectos agroecológicos:

- **Rotaciones de cultivos:** diversidad temporal en forma de secuencias de cereales y leguminosas. Los nutrientes se conservan de una estación a otra, y los ciclos vitales de las plagas de insectos, enfermedades y malezas se interrumpen.
- **Policultivos:** sistemas de cultivo en el que dos o más especies de cultivos se plantan dentro de cierta proximidad espacial, resultando en complementariedades biológicas que mejoran la eficiencia en el uso de nutrientes y la regulación de plagas mejorando la estabilidad de rendimiento de los cultivos.
- **Sistemas agroforestales:** los árboles que crecen junto con cultivos anuales, además de modificar el microclima, mantienen y mejoran la fertilidad del suelo; algunos árboles contribuyen a la fijación de nitrógeno y la absorción de nutrientes de los horizontes profundos del suelo, mientras que su hojarasca ayuda a reponer los nutrientes del suelo, manteniendo la materia orgánica, y sosteniendo cadenas tróficas complejas del suelo.
- **Cultivos de cobertura y mulch:** el uso de cultivos puros o mixtos de gramíneas-leguminosas, bajo los árboles frutales puede reducir la erosión y proporcionar nutrientes al suelo, alimento para el ganado y mejorar el control biológico de plagas. Aplanar mezclas de cultivos de cobertura sobre la

superficie del suelo en agricultura de conservación, es una estrategia para reducir la erosión del suelo y reducir las fluctuaciones en la humedad y la temperatura del suelo, mejorando la calidad del suelo, y mejorando la supresión de malezas por alelopatía, resultando en más rendimientos.

- **Mezclas de cultivos y ganadería:** altos rendimientos de producción de biomasa y un óptimo reciclaje de nutrientes se puede lograr mediante la integración de cultivos y animales. La producción animal que integra arbustos forrajeros plantados en alta densidad, intercalados con pastos altamente productivos y con árboles maderables todos combinados en un sistema que puede ser directamente pastoreado por el ganado, aumenta la productividad total sin necesidad de insumos externos.

3.5 Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad

La importancia de la biodiversidad para la conservación de los sistemas de producción agropecuaria hacia la sostenibilidad y la resiliencia, así como el valor que esta tiene para la soberanía tecnológica, energética y alimentaria de los sistemas agrarios demanda procesos de innovación local que contribuyen a generar diseños y manejos complejos, así como metodología para evaluarlas (Vázquez Moreno, 2013).

El fundamento eficiente de los sistemas de producción agropecuaria no depende solamente de los elementos de la biodiversidad que se introducen y habitan en el mismo, pues la biodiversidad no siempre es algo inherente a la estabilidad (Tilman et al., 1998).

Vásquez et al. (2012) señalan que la integración y diversificación de rubros productivos no es la única solución para aumentar la complejidad de los agroecosistemas. Los sistemas complejos pueden ser descritos como un sistema compuesto de múltiples elementos que interaccionan de varias formas ampliamente reconocido que en este tipo de sistemas complejos muchas propiedades dependen de las interacciones.

Se considera esencial en el proceso de reconversión de los sistemas de producción agropecuaria y en la resiliencia al cambio climático. Como resultado de

varios años de innovación, se ofrece una nueva propuesta para el diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad (Vázquez Moreno, 2013). Para el cumplimiento de los diferentes indicadores que cuantifican los índices del coeficiente de manejo de la biodiversidad a través de la metodología propuesta por Vázquez Moreno (2013).

Con el propósito de facilitar la evaluación, los elementos del manejo y la biodiversidad se agruparon en los componentes funcionales siguientes:

- ✓ Diseño y Manejo de los Elementos de la Biodiversidad Productiva (DMBPr).
- ✓ Manejo y Conservación del Suelo (MCS).
- ✓ Manejo y Conservación del Agua (MCA).
- ✓ Manejo de las Intervenciones Sanitarias en Rubros Productivos (MISRPr).
- ✓ Diseños y Manejos de los Elementos de la Biodiversidad Auxiliar (DMBAu)
- ✓ Estado de los Elementos de la Biodiversidad Asociada (EBAs).

3.5.1 Manejo de la biodiversidad productiva, auxiliar y asociada

La biodiversidad productiva se refiere a la biota introducida que se planifica, se cultiva o cría con fines económicos (Vázquez, 2011). Es por esto por lo que el manejo de la biodiversidad en los sistemas productivos está cada vez más relacionado con la competitividad para insertarse eficientemente en el mercado nacional, regional e internacional, los productores deben ser capaces de insertar y jerarquizar el concepto de sustentabilidad en el proceso de utilización de sus recursos. La calidad ambiental es parte del bienestar social, pero los factores bióticos y abióticos pueden entorpecer el logro del desarrollo sostenible (Giuffré, 2008).

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

Biodiversidad asociada u organismos que influyen de manera directa, positiva o negativa, sobre el desarrollo fisiológico y la defensa de las plantas cultivadas o animales.

3.5.2 Importancia del manejo y conservación del suelo y agua

Con el establecimiento de prácticas y obras de conservación de suelo, agua y bosque se evita la degradación de los recursos naturales, se reduce la pérdida de suelo, con el establecimiento de árboles de uso múltiple se ayuda a la infiltración de agua y se disminuye el atascar de las represas hidroeléctricas alargando su vida útil lo que repercute en la economía nacional.

La conservación de suelo consiste en aprovechar la tierra dentro de los límites de practicabilidad económica, al mismo tiempo que se le salvaguarda contra el empobrecimiento o esterilidad, debido a la erosión, depósito de sedimentos, agotamiento de los nutrimentos de las plantas por lixiviación, cultivo excesivo o sobrepastoreo, acumulación de sales tóxicas, quemas, humedecimiento excesivo, drenaje inadecuado, laboreo inapropiado o cualquier otro tipo de uso que no sea el apropiado, o porque se deja de proteger al terreno contra las pérdidas de suelo. Para la conservación de suelo y agua se debe implementar labranza mínima y de conservación, abonos verdes o leguminosas de cobertura, rotación de cultivo, labranza cero, mulch, terrazas individuales, barreras vivas, barreas muertas, fosas de infiltración de agua (PASOLAC, 1998).

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el 2021 en tres fincas integrales en el Municipio de León, ubicadas comarca Chacraseca, situada a 9.4 km del centro de León, en Pueblo redondo a 2.7 km del centro de Telica y en la comunidad Las Chacaras León-Managua km 85. Caracterizadas por presentar un suelo franco arcilloso, con precipitaciones de 1200 mm, temperatura promedio de 28° C y a 100- 120 msnm.

4.2 Tipo de estudio

Cuantitativo descriptivo de corte transversal para la cual se aplicó diferentes metodología y herramientas.

4.3 Descripción general de las fincas en estudio

Basado en el tiempo, presupuesto, recurso humano de obtener los datos y la disponibilidad de fincas que integren más de dos rubros productivos se decidió por criterio propio comparar tres fincas integrales tomando en cuenta al menos una finca con manejo ecológico (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de las fincas estudiadas

Finca	Descripción
<i>Girasol</i>	Extensión de 9.2 ha, suelo arenoso a una altura de 169 msnm. Se implementa un manejo ecológico en cultivos ayote, yuca, plátano, cítricos, tomate y melón. Cabe señalar que la finca está destinada para fines didáctico con estudiantes y comunitarios. Todos los fertilizantes y bioinsecticidas que se aplican en los cultivos se elaboran a base de los recursos presente en la finca.
Santa Ana Luis	Con una extensión de 10 ha con suelo franco arenoso a una altura de 141 msnm. Se implementa un manejo convencional, dependiendo de insumos externos de la finca. Se trabaja con rubro agrícola como plátano, maíz, guayaba, yuca, quequisque, frutales como aguacate, mango y coco y pecuario con cerdos de crianza y engorde, se trabaja con gallina de patio.

Verdum	Tiene una extensión de 9.2 ha con suelo franco arenoso a una altura de 79 msnm. Se realiza un manejo convencional con la aplicación de plaguicidas y fertilizantes sintéticos para su debido uso propios del paradigma convencional en cultivos de plátano, maní, maíz, frutales como cítrico. Se trabaja con rubro pecuario como cerdo y gallina de patio.
--------	---

4.4 Recopilación de datos

4.4.1 Grado de complejidad de los diseños y manejo de la biodiversidad

Se realizó a través de la metodología Vázquez Moreno (2013) que consiste en 6 componentes distribuidos en 64 indicadores que caracteriza al agroecosistema en diferentes grados de complejidad de sus diseños y manejo de la biodiversidad (Tabla 3). Para facilitar el diagnostico se evaluó cada indicador mediante una escala de 0 a 4 grados, considerando que concibe el ultimo valor de la escala (4) como óptimo.

Tabla 3. Indicadores y fórmula para calcular los componentes y el Coeficiente de Manejo de la Biodiversidad (CMB) de tres fincas integrales (Girasol, Santa Ana Luis y Verdum) departamento de León

Componentes	Indicadores	Formula	CMB
Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr),	18	$DMBPr = \frac{\sum (2Pr1 + Pr2 + 2Pr3 + Pr4 + Pr5 + Pr6 + Pr7 + Pr8 + Pr9 + Pr10 + Pr11 + 3Pr12 + Pr13 + Pr14 + Pr15 + Pr16 + Pr17 + 2Pr18)}{23}$	Coeficiente de manejo de la biodiversidad (CMB)
Manejo y conservación de suelo (MCS)	7	$MCS = \frac{\sum (2S1 + S2 + S3 + 2S4 + S5 + S6 + S7)}{9}$	
Manejo y conservación de agua (MCA)	5	$MCA = \frac{\sum (A1 + A2 + 2A3 + 2A4 + A5)}{7}$	
Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)	5	$MISRPr = \frac{\sum (I1 + 2I2 + I3 + 2I4 + I5)}{7}$	
Diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad	15	$DMBAu = \frac{\sum (2Au1 + Au2 + 2Au3 + Au4 + 3Au5 + Au6 + Au7 + 2Au8 + Au9 + 2Au10 + Au11 + Au12 + Au13 + 2Au14 + Au15)}{22}$	

productiva auxiliar (DMBAu)			
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

Los elementos de la biodiversidad se agrupó en los componentes funcionales siguientes: *biodiversidad productiva*” como la biota introducida que se planifica y se cultiva o cría con fines económicos; *“biodiversidad asociada”* u organismos que influyen de manera directa, positiva o negativa, sobre el desarrollo fisiológico y la defensa de las plantas cultivadas; *“biodiversidad auxiliar”* como la vegetación no cultivada que habita naturalmente o se introduce, que se maneja para influir positivamente sobre el resto de la biodiversidad; y como *“biodiversidad introducida”* los organismos que se introducen para lograr efectos directos en beneficio de la biota productiva.

Estos componentes funcionales se relacionaron con el manejo que se realiza en el sistema de producción, para efectuar el diagnostico mediante los indicadores siguientes:

Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr). Se incluyen los indicadores sobre tipos y diversidad de rubros productivos y la complejidad de sus diseños y manejos; también la procedencia y origen del material genético que se utiliza.

Manejo y conservación del suelo (MCS). Se consideran los manejos específicos que se realizan en el suelo, que contribuye a la conservación y mejora de las funciones de la biota que habita en el mismo.

Manejo y conservación del agua (MCA). El agua, además de ser un recurso natural que requiere ser utilizado óptimamente, tiene una gran influencia en el manejo y conservación de la biodiversidad.

Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr). Las intervenciones con productos u otras técnicas para reducir la incidencia de organismos nocivos a las plantas cultivadas y los animales de crianza. Los indicadores utilizados consideran la reducción de intervenciones, la integración de productos biológicos y de estos, los que se obtienen en el propio sistema.

Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu). La vegetación auxiliar en un SPA puede estar integrada por la cortina rompe vientos, cerca viva perimetral e internas, arboledas, ambientes seminaturales, corredores ecológicos internos y barreras vivas laterales e intercaladas en los campos.

Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs). La biodiversidad asociada son los organismos, sean animales, vegetales y microorganismos, que se asocian a las plantas cultivadas y los animales de crianza, en unos casos con interacciones positivas y en otras negativas, representados por los polinizadores, reguladores naturales, organismos nocivos, entre otros de diferentes funciones en el agroecosistema (Vazquez Moreno, 2013)

El proceso de diagnóstico se realizó mediante visitas directas con los agricultores de las fincas.

Al concluir el proceso de diagnóstico, se determinó el **Coeficiente de Manejo de la Biodiversidad (CMB)** de fincas integrales mediante la siguiente la expresión:
$$CMB = \sum (EDMBPr + Mcs + MCA + MISRPr + DMBAu + EBAs) / 6.$$

Posterior a esto, se clasificó cada finca integral determinando así el coeficiente de manejo de la biodiversidad (CMB) alcanzado por los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad, siguiendo la metodología de Vázquez Moreno (2013) (Tabla 4).

Tabla 4. Nivel de complejidad para la caracterización del manejo de la biodiversidad de tres fincas integrales (Girasol, Santa Ana Luis y Verdum) departamento de León.

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)

4.4.2 Determinar la diversidad de la macrofauna edáfica

Época de muestreo.

Los muestreos se realizaron en los meses de agosto a noviembre, ya que presentan un buen porcentaje de humedad, esto permite el incremento de diversidad edáfica.

Fase de campo.

El método que se utilizó para el muestreo de la macrofauna es similar al recomendado por el Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF) (Anderson y Ingram, 1993).

Se realizaron 24 monolitos por cada finca integral. En cada finca integral se subdividen en cuatro subsistemas considerando vegetación, cultivos anuales, cultivos perennes y pasturas, teniendo así mayor representatividad por finca. En cada subsistema se realizaron 6 monolito a una distancia de 6 metros distribuidos en X evitando el efecto de borde. Cada monolito tenía la dimensión de 25 x 25 x 30 cm. La recolecta se realizó manualmente in situ, hasta los 30cm de profundidad explorando los estratos de hojarasca, 0-10cm, 10-20cm y 20-30cm según lo planteado por Moreira et al. (2012).

Fase de laboratorio

Las muestras recolectadas se trasladaron al Laboratorio de Entomología del Departamento de Agroecología para su respectiva identificación. Se extrajeron los especímenes de los frascos con cuidado y se colocaran en papel toalla para retirar

humedad para luego colocarlo en un plato petri y se observaron con ayuda de un estereoscopio Marca (Westover scientific), donde se detallaron sus estructuras particulares de cada espécimen desde filo hasta familia. Para la identificación se utilizaron claves taxonómicas de diferentes literaturas (Andrews y Caballero, 1990; King y Saunders, 1984; Maes, 1998; Coto Alfaro, 1998; Serna y Vergara, 2001), también se realizaron comparaciones de los especímenes con las imágenes publicada en la Página de BUDGUIDE disponible en: <http://bugguide.net/node/view/15740> siguiendo la metodología de Quiroz et al. (2021).

4.4.3 Determinar la diversidad de las arvenses

Para determinar la diversidad y abundancia de arvenses en las fincas en estudios, se llevó a cabo por la técnica de muestreo de transectos con una longitud de 50 m de largo por un metro de ancho. Se aplicó 8 transectos por fincas, en cada transecto se realizó 5 punto de muestreo a una distancia de 10 metros, realizando 40 punto de muestreo por finca.

En cada punto de muestreo se utilizó un marco cuadrado para delimitar un área de 1 m². En este metro cuadrado se colectarán todas las especies de arvenses encontradas y se preservaron en una prensa botánica. Para la identificación se hizo uso de los trabajos de Muñoz y Pitty (1994a), Muñoz y Pitty (1994b), Pitty (1997), Toval-Herrera y Rueda-Pereiran (2009).

Consideraciones de ética: Los permisos gestionados para obtener los datos en esta investigación se realizará basado en Reglamento N°. 36-2012 de la ley n°. 787 ley de protección de datos personales, artículo 9.

4.5 Análisis de los datos

Los datos obtenidos del diagnóstico de complejidad de cada componente de las fincas se presentan en grafico radial elaborado en Microsoft Excel, se realizó un análisis de clúster de los seis componentes para las tres fincas integrales realizando un dendograma en programa PAST. En las tres fincas estudiadas se determinó la diversidad alfa (Inde Shannon- Wiener y Simpson) esto se calcularon con el programa PAST.

Para el análisis de la variable de abundancia de macrofauna y arvenses se comprobó el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianza y de distribución normal, al no cumplir con el requisito de homogeneidad, se realizó análisis no paramétrico. Para determinar las variaciones de la densidad de la macrofauna edáfica y arvenses entre las fincas integrales, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis. El procesamiento estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS V. 21.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseños y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva

Los resultados del diagnóstico de los diseños y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva son superiores en la finca Verdum (2.17) seguido por la finca Santa Ana (2.02) y la finca Girasol (1.61) (Tabla 5). Estos resultados se deben a que la finca Verdum y Santa Ana a pesar de trabajar bajo paradigma convencional han logrado integrar y diversificar diferentes rubros productivos, presentando dificultad en los indicadores relacionados con la complejidad agroforestal, autoeficiencia de alimento para animales y sistemas de diseño mixto (Figura 1).

La finca Girasol presentó valor bajo debido a que no han logrado incorporar rubro animal, lo cual la hace presentar un valor inferior a las demás fincas, sin embargo, tiene alta diversidad de especies de cultivos herbáceas como yuca, musácea, cucurbitáceas, maíz, huertos biointensivos con solanáceas y especies de bledos comestibles.

Vázquez et al. (2011) manifiesta que la biodiversidad productiva son los organismos vivos introducidos a un agroecosistema donde se planifica y se cultiva o cría con fines económicos, tomando en cuenta indicadores sobre tipos y diversidad de rubros productivos y la complejidad de sus diseños y manejos.

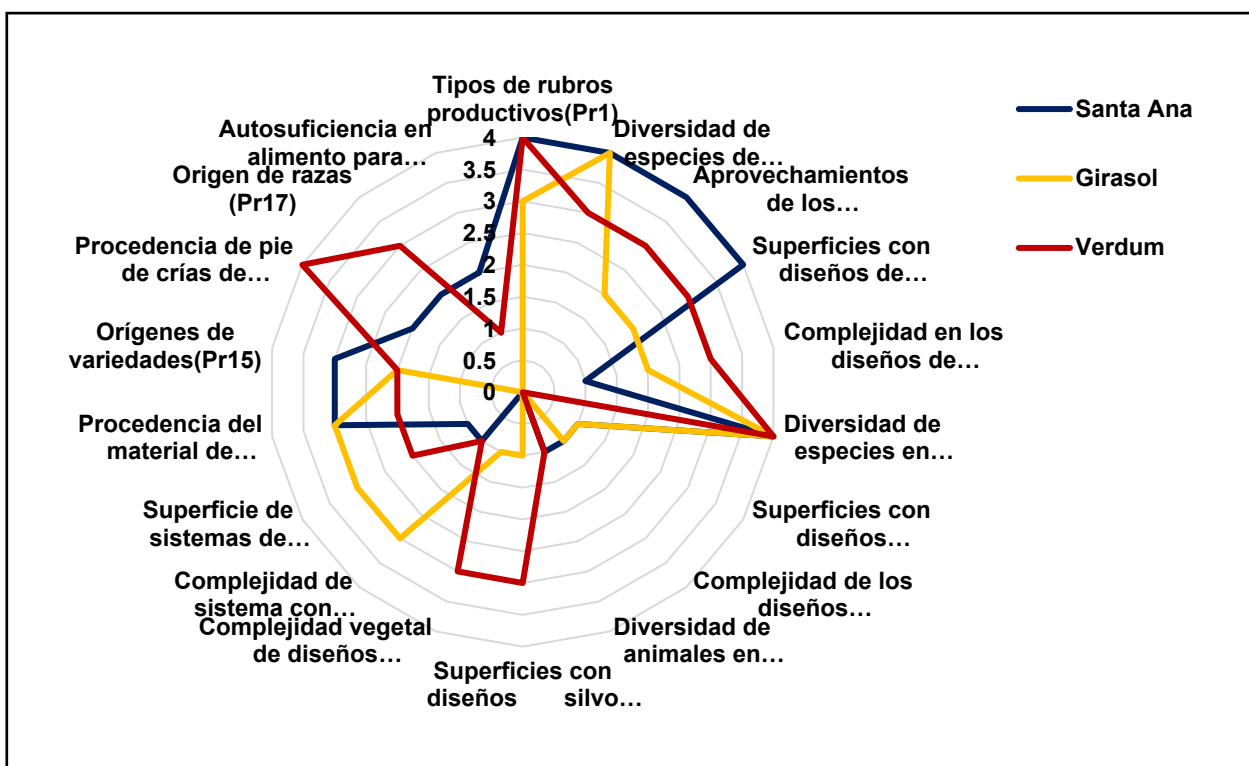


Figura 1. Resultados del manejo y diseño de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdun en el Municipio de León

Estudios realizados por Días (2017) en dos agroecosistemas de cacao presentó resultados de coeficiente de diseños y manejo de elemento de biodiversidad productiva de 3.13 y 2.17 categorizando estos resultados finca complejas y medianamente compleja. Esto aprueba a lo que plantea Márquez Girón (2013) a que los agroecosistemas con diseños que integran los componentes de plantas y animales, se logra aumentar la eficiencia biológica, preservando la biodiversidad y manteniendo la capacidad productiva.

Tabla 5. Valor del coeficiente del manejo y diseño de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdun en el Municipio de León.

Finca	Valor de indicadores
	$DMBPr = \sum [2Pr1 + Pr2 + 2Pr3 + Pr4 + Pr5 + Pr6 + Pr7 + Pr8 + Pr9 + Pr10 + Pr11 + 3Pr12 + Pr13 + Pr14 + Pr15 + Pr16 + Pr17 + 2Pr18]/23$
Santa Ana	$DMBPr = \sum [2(4) + 4 + 2(4) + 4 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 0 + 0 + 3(1) + 1 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2(2)]/23 = 2.09$
Girasol	$DMBPr = \sum [2(3) + 4 + 2(2) + 2 + 2 + 4 + 1 + 1 + 0 + 1 + 3(1) + 3 + 3 + 3 + 2 + 0 + 0 + 2(0)]/23 = 1.61$
Verdun	$DMBPr = \sum [2(4) + 3 + 2(3) + 3 + 3 + 4 + 0 + 0 + 1 + 3 + 3 + 3(1) + 2 + 2 + 2 + 4 + 4 + 1(1)]/23 = 2.17$

Manejo y conservación de suelo

En el componente de manejo y conservación de suelo, la finca que presentó mejor resultados fue Girasol (3.89), seguido por la finca Santa Ana (2.22) y la finca Verdun (1.78) (Tabla 6).

La finca Girasol obtuvo valores altos en comparación a las demás fincas debido a que, de los siete indicadores, seis cumplen en punto óptimos (Figura 2), principalmente por la adopción de prácticas agroecológicas como sistemas de rotación de cultivos, incorporación más de tres tipos de biomasa orgánica, más del 50% de la superficie de siembra se realiza con laboreo mínimo.

Para la finca Santa Ana, de los siete indicadores uno cumple con valores óptimos presentando dificultad en la rotación de cultivo, incorpora un tipo de materia orgánica de origen vegetal, el 50% de la superficie usa prácticas antierosivas, el 50% de la superficie se siembra con laboreo mínimo (Figura 2). La finca Verdun presenta dificultad en seis de siete indicadores de conservación de suelo, la implementación de laboreo de suelo con maquinaria agrícola y la falta de aplicación de prácticas agroecológicas hacen tener un agroecosistema muy simplificado. Esta finca hace rotación de cultivos, pero sin estar planificado, presenta menos del 25% de la superficie con prácticas anti erosivas, no incorpora biomasa de origen vegetal al suelo. Los agricultores y ganaderos necesitan ser convencidos que obtendrán beneficio de corto plazo con el cambio, tener un incentivo para modificar las

prácticas actuales. A como plantea Norman y Douglas (1996) que es preciso orientarse hacia las necesidades inmediatas de los agricultores, las cuales deben redundar en el incremento de producción, aplicando nuevo enfoque de conservación de suelo.

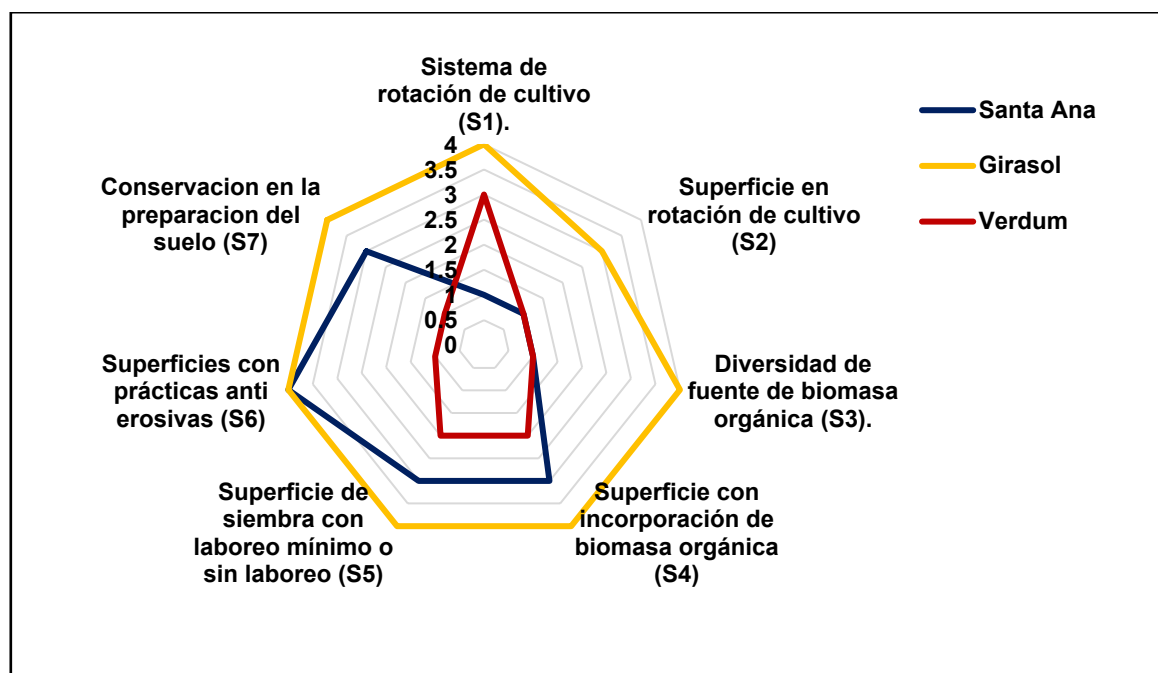


Figura 2. Resultados del manejo de conservación de suelo (MCS) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Vedum en el municipio de León

Hernández-Viga et al. (2018) demostró que la utilización de métodos agroecológicos en un sistema integrado de agricultura y ganadería tales como la implementación de especies forrajeras, rotación y asociación de cultivo y la adición de residuos orgánicos causa cambio en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, al mismo tiempo manifiesta que la siembra de plantas perennes forrajeras favorecen la calidad y contribuye a la conservación de suelo, mientras que el intenso laboreo generado por la siembra la reduce. Altieri y Nicholls (2002) resaltan que el uso adecuado de tecnologías que permiten reintegrar a la finca, parte de los nutrientes presentes en las fuentes primarias y secundarias de las cadenas tróficas favorece la conservación y regeneración del suelo, optimizando sus funciones metabólicas.

Tabla 6. Valor de indicadores del componente de manejo de conservación de suelo (MCS) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León

Finca	Valor de indicadores
	$MCS = \sum [2S1 + S2 + S3 + 2S4 + S5 + S6 + S7] / 9$
Santa Ana	$MCS = \sum [2(1) + 1 + 1 + 2(3) + 3 + 4 + 3] / 9 = \mathbf{2.22}$
Girasol	$MCS = \sum [2(4) + 3 + 4 + 2(4) + 4 + 4 + 4] / 9 = \mathbf{3.89}$
Verdum	$MCS = \sum [2(3) + 1 + 1 + 2(2) + 2 + 1 + 1] / 9 = \mathbf{1.78}$

Conservación de agua

Respecto al componente de manejo y conservación de agua, la finca Santa Ana fue la que presentó los mejores resultados (3.43), seguido por la finca Verdum (2.42) mientras que la finca Girasol se obtuvo un resultado de 1.29 (Tabla 7).

La finca Santa Ana presenta más del 75% de la superficie bajo sistemas de riego localizado usando agua de pozo. De los cinco indicadores cuatro se presentan en óptimas condiciones. Mientras que la finca Verdum solo presenta un indicador como optimo, presenta menos del 50% de superficie bajo riego y sistema de drenaje creado naturalmente (Figura 3).

La finca Girasol presenta un valor bajo debido a que no cuenta con sistemas de riego, a pesar de tener un pozo depende de las precipitaciones de la época de lluvia, menos del 25% de la superficie realizan manejo de drenaje, esto es debido a que cuentan con un suelo muy arenoso, lo cual no tiene dificultad de encharcamiento.

Salazar-Centeno et al. (2017) al hacer un diagnóstico de manejo y conservación de agua en agroecosistemas de granos básicos en cuatro fincas, encontró que todas las fincas en estudio no presentan manejo del drenaje, pudiendo este contribuir a tener efectos negativos al suelo por erosión hídrica.

Un estudio realizado por Zegarra y Chirinos (2016) manifiesta que en Nicaragua el sistema de riego por gravedad es el que más predomina con 60,000 ha, seguido por el sistema de riego por aspersión con alrededor de 30,000 ha y en menor medida el riego por goteo con unas 5,600 ha. La mayor importancia relativa del uso de agua en riego se encuentra en los departamentos de la región del pacífico. Este mismo autor manifiesta que para el año 2011 existía en el departamento de León 18,274 explotaciones agropecuaria (Agricultores) con capacidad de riego, en donde el 87% estaban haciendo uso del riego.

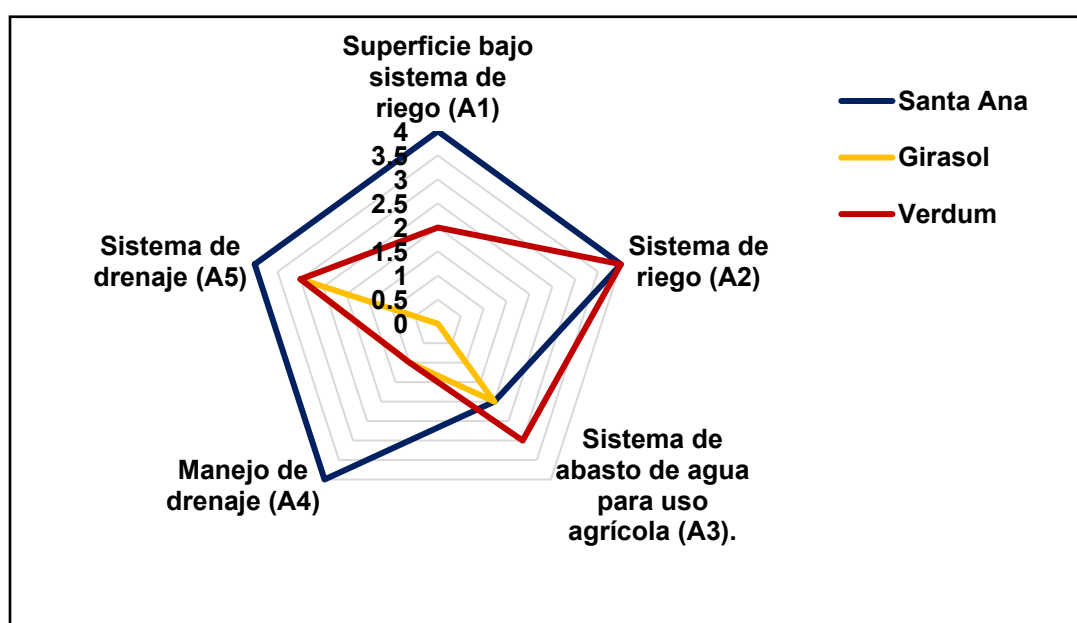


Figura 3. Resultados del componente de manejo y conservación de agua (MCA) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León

Uno de los principios agroecológicos para el diseño de sistemas agropecuario es minimizar las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recurso energético mediante el mejoramiento, conservación y regeneración de los recursos suelo y agua (Nicholls et al., 2017). El uso eficiente de recurso de agua permite tener agroecosistemas resilientes.

Tabla 7. Valores de los indicadores del componente de manejo y conservación de agua (MCA) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León

Finca	Valor de indicador
	$MCA = \sum [A1 + A2 + 2A3 + 2A4 + A5] / 7$
Santa Ana	$MCA = \sum [4 + 4 + 2(2) + 2(4) + 4] / 7 = \mathbf{3.43}$
Girasol	$MCA = \sum [0 + 0 + 2(2) + 2(1) + 3] / 7 = \mathbf{1.29}$
Verdum	$MCA = \sum [2 + 4 + 2(3) + 2(1) + 3] / 7 = \mathbf{2.42}$

Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos.

En el componente del manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos, la finca que presentó mejores resultados fue Girasol (2.29) seguido por Verdum y Santa Ana (1) respectivamente (Tabla 8).

Aunque la finca Girasol obtuvo los mejores resultados en el manejo de intervenciones sanitarias no significa tener valores óptimos, ya que de cinco indicadores tres presentó con valores óptimos y dos indicadores en cero. Este resultado (2.29) se debe a que la finca no tiene incorporado el rubro animal, por lo tanto, los indicadores de decisiones de intervenciones biológicas en animales son nulo (Figura 4).

La finca Girasol presentó mejores resultados debido a que realiza más del 60% sus intervenciones con productos biológicos como compost, bokashi, caldo bordales, sulfa calcio, microorganismo de montaña, extracto de plantas usado como bioinsecticidas elaborado en la finca. Estos productos benefician de manera directa a la biota del suelo. Presenta cultivo intercalado, donde esto ofrecen diferentes nichos ecológicos, lo que lo hace lugar perfecto para los enemigos naturales (Nicholls, 2006).

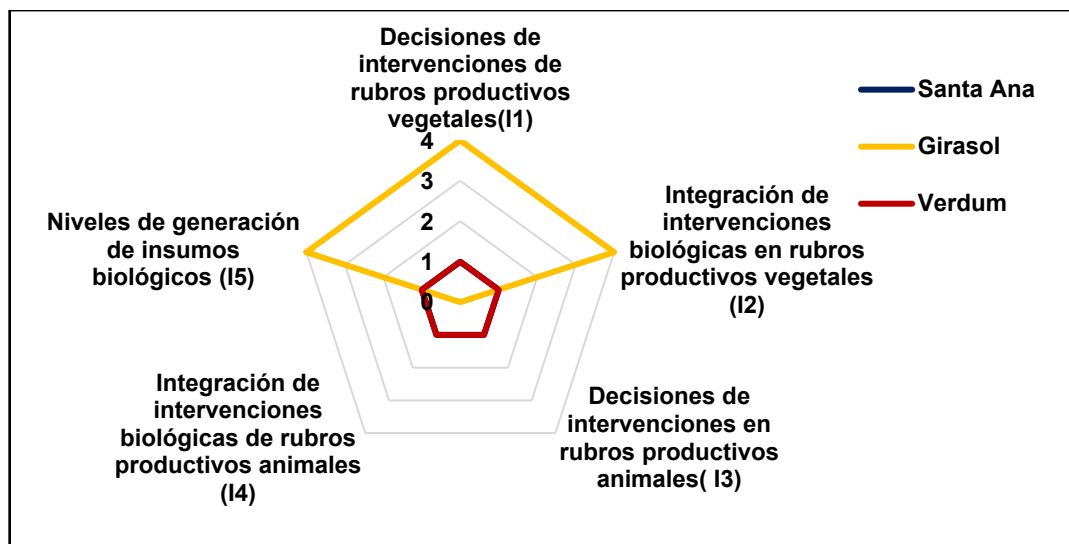


Figura 4. Resultado del componente del manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León

La energía funcional fluye a través del ecosistema natural como resultado de un complejo conjunto de interacciones tróficas, la aplicación de productos biológicos en los agroecosistemas contribuye a mantener el flujo de energía en estos sistemas conservando la diversidad de organismo vivos (Gliesman et al., 2007).

Tabla 8. Valores de indicadores del componente de Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León

Finca	Valor de indicador
	$MIRP = \sum [I1 + 2I2 + I3 + 2I4 + I5] / 7$
Santa Ana	$MIRP = \sum [1 + 2(1) + 1 + 2(1) + 1] / 7 = 1$
Girasol	$MIRP = \sum [4 + 2(4) + 0 + 2(0) + 4] / 7 = 2.29$
Verdum	$MIRP = \sum [1 + 2(1) + 1 + 2(1) + 1] / 7 = 1$

Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar.

La finca que presentó los mejores resultados en el componente de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar fue Girasol (3.82) seguido por la finca Santa Ana con 2.87y la finca Verdum con 2.27 (Tabla 9).

En la finca Girasol obtuvo un resultado alto en comparación a las demás fincas debido a que los 15 indicadores evaluados presentaron valores óptimos (Figura 5), caracterizando por presentar más del 75% del campo con superficie con barreas vivas laterales con más de cuatro especies intercalados, más del 75% de la barrera perimetral se le realiza manejo incorporando especies arbustivas. Esta finca a pesar de que no tiene incorporado el rubor animal presta servicios de animales para labores, ocupado especialmente para la labranza del suelo usando bueyes y caballos.

En la finca Santa Ana y Girasol de los 15 indicadores evaluados en este componente, cinco se presenta como deficiente teniendo problemas en la diversidad de especies y estructura en corredores biológicos interno, diversidad y manejo de ambiente seminaturales, en el manejo de árboles y tolerancia de arvenses (Figura 5).

La biodiversidad constituye un recurso natural de importancia que se puede diseñar, planificar y manejar por el propio agricultor o ganadero para favorecer su conservación y los procesos ecosistémicos que contribuya a la eficiencia del sistema de producción (Vázquez et al., 2012).

El manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar tiende a favorecer de manera positiva en las interacciones (Vazquez et al., 2012), es lo que se pretende en la transición en fincas agroecológicas, lo que interesa es la diversidad funcional y no la diversidad en sí misma (Odum y Sarmiento, 1998).

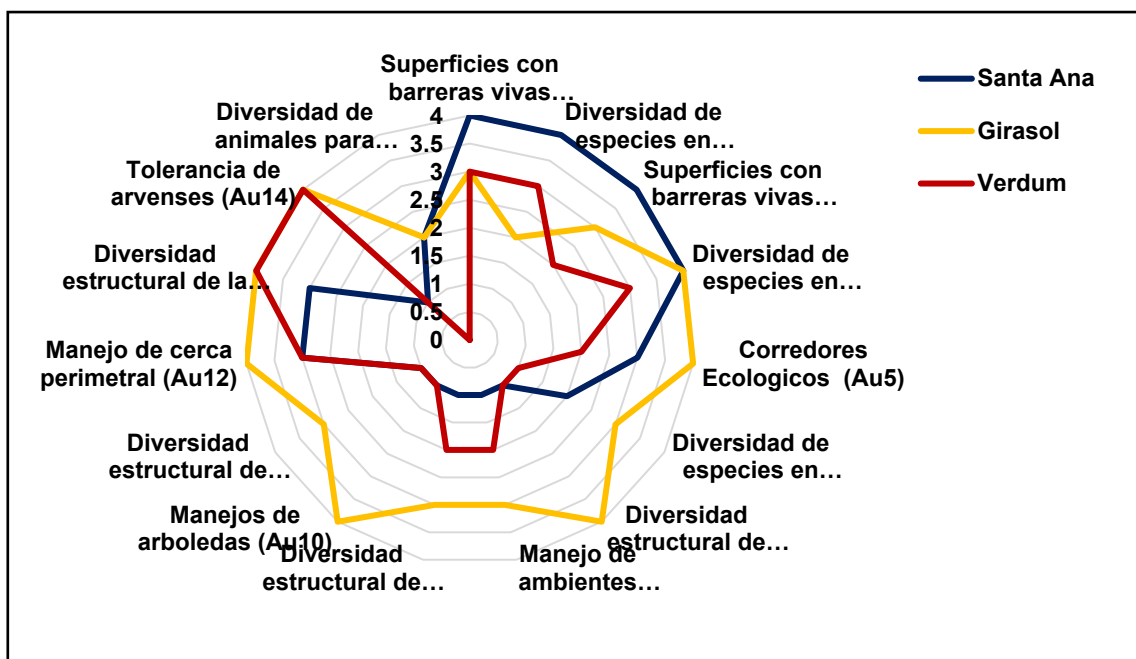


Figura 5. Resultados del componente de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León

La biodiversidad auxiliar como el uso de especies para barreras vivas, presentan beneficios útiles como el aprovechamiento de los recursos, restauración, favoreciendo así la creación de hábitat y brindan alimentos para la fauna silvestre, reducción de erosión, escurrimiento superficial y aumenta la fertilidad del suelo (Bravo et al., 2005), mejorando la conectividad ecológica a escala de paisaje y proveen materiales útiles (Harvey et al., 2005). Martínez (2019) manifiesta que estos recursos auxiliares en sistemas agropecuarios requieren un manejo de largo plazo.

Tabla 9. Valores de indicadores del componente de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León

Finca	Valores de indicadores
	$DMBAu = \frac{\sum [2Au1 + Au2 + 2Au3 + Au4 + 3Au5 + Au6 + Au7 + 2Au8 + Au9 + 2Au10 + Au11 + Au12 + Au13 + 2Au14 + Au15]}{22}$
Santa Ana	$DMBAu = \frac{\sum [2(4) + 4 + 2(4) + 4 + 3(3) + 2 + 1 + 2(1) + 1 + 2(1) + Au11 + 3 + 3 + 2(1) + 2]}{22} = \mathbf{2.82}$
Girasol	$DMBAu = \frac{\sum [2(3) + 2 + 2(3) + 4 + 3(4) + 3 + 4 + 2(3) + 3 + 2(4) + 3 + 4 + 4 + 2(4) + 2]}{22} = \mathbf{3.82}$
Verdum	$DMBAu = \frac{\sum [2(3) + 3 + 2(2) + 3 + 3(2) + 1 + 1 + 2(2) + 2 + 2(1) + 1 + 3 + 4 + 2(4) + 1]}{22} = \mathbf{2.27}$

Elemento de la biodiversidad asociada

Respecto a la biodiversidad asociada la finca Verдум presentó los valores más alto (3.13) debido a que presenta los indicadores con interacciones negativas (fitófago, parásitos, patógenos y arvenses) con valores altos (4), algo similar se presentó la finca Santa Ana con un valor de (2.94) presentando los indicadores de diversidad de arvenses, incidencia de nemátodos, diversidad de parásitos en animales con valores alto. Mientras que la finca Girasol presentó un valor de 2.44 este valor se justifica a que la finca Girasol no tiene incorporado el rubro animal, por lo que al tomar en cuenta la diversidad de parásito en otros animales el valor es cero, lo cual hace bajar el valor de la biodiversidad asociada (Tabla 10, Figura 6).

Vázquez Moreno (2013) manifiesta que el diagnóstico de los elementos de la biodiversidad asociada requiere de asistencia en técnica puntuales para los diferentes grupos taxonómicos como arvenses, polinizadores, nemátodos, organismo fitófagos o fitopatógenos. Al mismo tiempo este autor manifiesta, que la diversidad y población con que se presenta algunos elementos pueden servir como referencia sobre todo los que son organismo nocivo para el productor; los enemigos naturales (depredadores, parasitoides y hongos entomopatógenos y la macrofauna edáfica) pueden tomarse en cuenta como representativo por su nivel de interacción con los rubros productivos. De igual manera Campos et al. (2014) manifiesta la importancia de conocer la magnitud de las interacciones asociadas en sistemas agropecuarios, ya que permite formular estrategias de manejo que conservan la biodiversidad en las fincas.

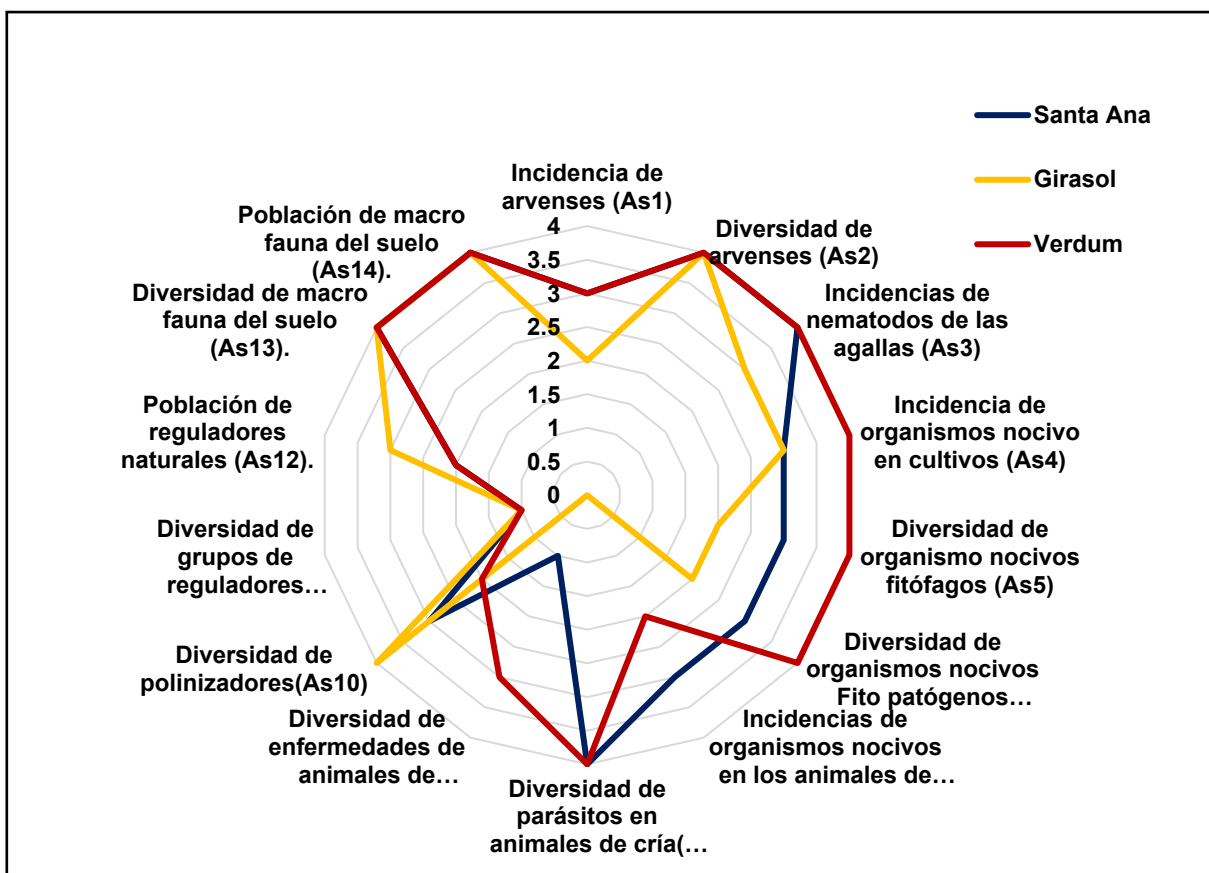


Figura 6. Resultado del componente de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León.

Tabla 10. Valor de indicadore Resultado del componente de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León

Finca	Valor de indicador
	$EBAs = \sum [As1 + As2 + As3 + As4 + As5 + As6 + As7 + As8 + As9 + As10 + 2As11 + As12 + 2As13 + As14]/16$
Santa Ana	$EBAs = \sum [3 + 4 + 4 + 3 + 3 + 3 + 3 + 4 + 1 + 3 + 2(1) + 2 + 2(4) + 4]/16 = 2.94$
Girasol	$EBAs = \sum [2 + 4 + 3 + 3 + 2 + 2 + 0 + 0 + 0 + 4 + 2(1) + 3 + 2(4) + 4]/16 = 2.31$
Verdum	$EBAs = \sum [3 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 2 + 4 + 3 + 2 + 2(1) + 2 + 2(4) + 4]/16 = 3.13$

Coeficiente del manejo de la biodiversidad

Como resultado del diagnóstico de los componentes de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad, la finca Girasol obtuvo un coeficiente de manejo

de la biodiversidad (CMB) de 2.56, la finca Santa Ana 2.33 y la finca Verдум 2.18, clasificadas según a los diseños y manejo de la biodiversidad como medianamente compleja las tres fincas (Figura 7a).

Aunque las tres fincas se clasificaron medianamente complejas, la finca Girasol presentó un valor más alto teniendo dificultad en los componentes de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva, manejo y conservación de agua y estado de los elementos de la biodiversidad asociada. Mientras que la fincas Santa Ana y Verдум presentan dificultad en los componentes de manejo intervención sanitaria en rubros productivos, manejo conservación de suelo y diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar (Figura 7a).

Al realizar un análisis de cluster de los seis componentes para las tres fincas, tomando en cuenta la similitud euclidiana, se obtuvo dos grupos: un grupo formado por Verдум y Santa Ana y otro grupo solamente con Girasol (Figura 7b), reflejando que la finca Girasol tiende a ser diferentes con respecto a Verдум y Santa Ana.

De manera general, la finca Santa Ana a pesar de tener rubro animal incorporado en sus sistemas de trabajando con cerdos de reproducción y engorde no suministra alimentos existentes de la finca, dependiendo solamente de insumos externos. Esto lo provee de los ingresos que generan el rubro plátano y frutales. Con respecto a la finca Verдум, tiene rubro animal como cerdo y ave de patio, pero no se maneja para generar ingresos económicos, sin embargo, usa recursos disponibles en la finca como banano, maní, elote para la alimentación de los animales.

Con base a la anterior, Tilma et al. (1998) plantea que el funcionamiento eficiente de las fincas agropecuario no depende solamente de las especies animal o vegetal que se introducen y habitan en la finca y a como señala Odum y Sarmiento (1998), son esenciales las interacciones que ocurren con los elementos de la biodiversidad permitiendo tener fincas complejas, teniendo así biodiversidad funcional.

Altieri (1995) y Gliessman (1999) manifestaron en el contexto de una biodiversidad funcional, es posible iniciar sinergismo que contribuyan a favorecer procesos en las fincas agropecuarias al ofrecer servicios ecológicos tales como la activación de la biología del suelo, el ciclaje de nutrientes, el fomento de artrópodos benéficos para la regulación de insectos plagas.

Para poder tener fincas agropecuaria complejas y sostenibles a largo plazo, se necesita imitar lo más cerca posible cualidades que ocurren en un ecosistema natural: como el flujo de energía que ocurre en un complejo de conjunto de interacciones tróficas, fomentar el ciclaje de nutrientes aprovechando todos los recursos animal y vegetal, contribuir en el mecanismo de regulación de poblaciones disminuyendo el uso de sustancias tóxicas conservando así la biota benéfica. Gliessman et al. (2007) expresa que estas cualidades son alteradas cuando se convierten en un agroecosistema simplificado.

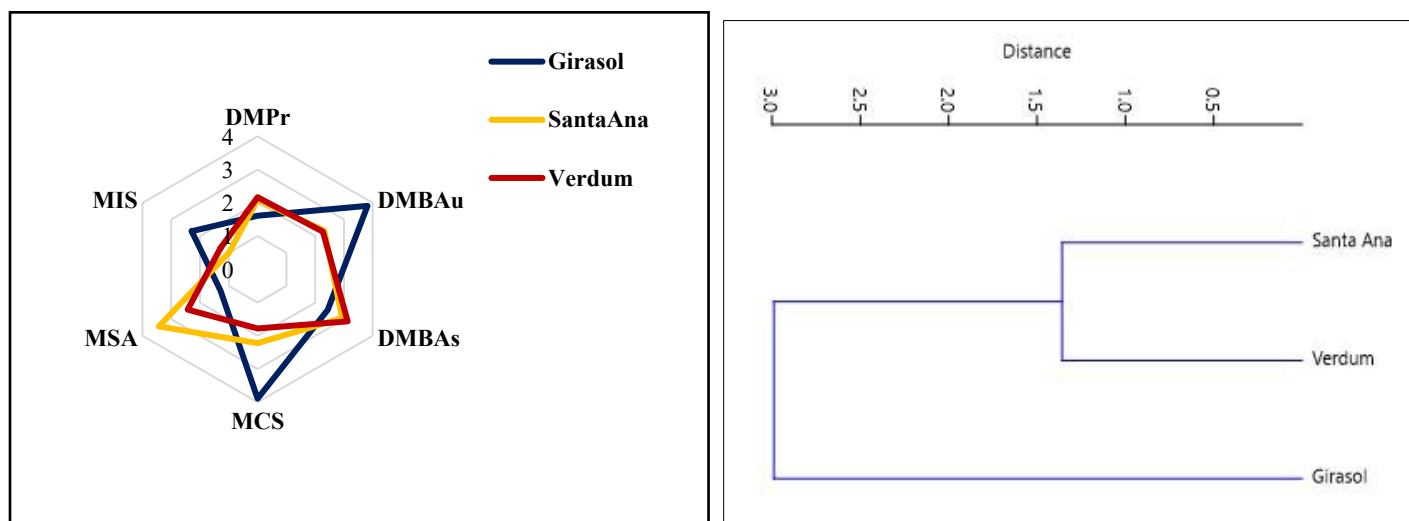


Figura 7. Diagnóstico de los componentes de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad (a) y análisis de similitud de los componentes de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León.

Macrofauna edáfica

Respecto a la macrofauna edáfica se identificaron 29 taxones, los cuales correspondieron a fauna de artrópodos (Insectos, Arañas, Cienpié, Milpié y

Cochinilla), Anélidos (lombriz de tierra) y Moluscos. Las familias que se encontraron con más frecuencias fueron Formicidae (hormiga), Scarabaeidae (larva de escarabajo), Lumbricidae (lombriz de tierra), Paradoxosomatidae (Milpié), Tenebrionidae (Gusano alambre) y Gryllotalpidae (Grillo topo) (Tabla 11 anexo).

La mayor abundancia promedio de macrofauna edáfica se encontró en la finca Verдум con 1.07 individuos/0.01875m³ (Figura 8a) predominando la familia Lumbricidae con 23% de frecuencia seguido por la familia Paradoxosomatidae con un 21% y Formicidae con 17% (Tabla 11). Las fincas Santa Ana y Girasol obtuvieron resultados muy similares de abundancia con 0.49 y 0.51 individuos/0.01875m³ (Figura 8a). Para el caso de la finca Santa Ana las familias que se encontraron con mayor frecuencia fueron Lumbricidae con 27%, Paradoxosomatidae y Escarabaeidae con 20% respectivamente y Gryllotalpidae con 18% de frecuencia y la finca Girasol fueron Formicidae con 46%, Scarabaeidae con 27% y Tenebrionidae con 10% (Tabla 11). Al realizar la prueba de Kruskal-Wallis la finca Verдум fue significativamente diferente (Sig. 0.00) con respecto a las fincas Santa Ana y Girasol, mientras que Santa Ana y Girasol no difieren (Sig. 0.0927) (Figura 8a).

A pesar de que la finca Verдум es menos compleja según el Coeficiente del manejo de la biodiversidad, fue la que presentó mayor abundancia, este valor se asume por el tipo de suelo franco arcilloso que predomina en Verдум y en la finca Girasol se caracteriza por presentar un suelo arenoso rico en ceniza de origen volcánico, de igual manera para la finca Santa Ana. A pesar de que la finca Girasol incorpora biomasa orgánica no presentó mayor abundancia de macrofauna debido a que la distribuye de manera localizada y no en toda la superficie.

La macrofauna edáfica está influenciada por los atributos químicos y físicos del suelo limitando así la dispersión y el establecimiento de estos organismos (Suárez Salazar et al., 2015). Estos mismos autores manifiestan que el contenido de materia orgánica y bioporos entre los atributos químicos y físico del suelo tienen una alta correlación con los grupos de macrofauna, posiblemente porque acondicionan la distribución en los diferentes sistemas de uso y manejo.

De igual manera Lavelle y Spain (2001) afirman que la predominancia de estos grupos ecológicos está influenciada por un conjunto de factores ambientales como la temperatura, la distribución de recurso de biomasa vegetal en la superficie del suelo y la variación estacional de la humedad.

La profundidad tiende a tener un efecto marcado en la cantidad de individuos de la macrofauna. La mayor cantidad de macrofauna se encuentran en los primeros 20 cm de profundidad en las tres fincas estudiadas. La finca Verdum obtuvo la mayor abundancia promedio en el estrato de 0-10 cm con 1.24 individuos, seguidos por los estratos hojarasca y 10-20 cm con 1.11 individuos. En la finca Santa Ana en el estrato de 0-10 cm se encontró 0.87 individuos y en hojarasca 0.51 individuos y en la finca Girasol en el estrato de 0-10 cm se encontraron 0.72 individuos y en hojarasca 0.5 individuos (Figura 8b).

Quiroz et al. (2021) y Rendón-Pareja et al. (2011) demostraron que la mayor cantidad de macroinvertebrados se encontraron en los primeros 10 cm de profundidad. Primavesi (1984) manifestó que a medida que aumenta la profundidad del suelo disminuye la materia orgánica y oxígeno. Pardo et al. (2006) menciona que la mayor cantidad de invertebrados edáficos en sistemas agroforestal con café se encontraron en el estrato de 0-10 cm, esto es atribuido por la biomasa vegetal presente en los primeros 10 cm de profundidad, ya que proporciona humedad, refugio y fuente de alimentación a estos organismos edáficos.

En cuanto la diversidad de las poblaciones de macrofauna edáfica (Figura 8c) los valores más altos para el índice de Shannon (H') fueron para la finca Verdum (H' : 2.3) seguido por la finca Santa Ana (H' : 1.7) y Girasol (H' : 1.4). Este comportamiento fue similar con el índice de Simpson (1-D) con valores más altos para la finca Verdum (0.86), finca Santa Ana (0.82) y Finca Girasol (0.71). El índice de Shannon aumenta cuando de individuos y riqueza son uniformes. Para el caso de la finca Girasol siendo más ecológica presentó un menor índice, debido a que la abundancia no es uniforme predominando la familia Formicidae con un 47 % de frecuencia, lo cual hace disminuir el índice de H' . La macrofauna del suelo es considerada como indicadores de calidad de suelo debido a que su diversidad,

número y sus funciones son sensibles a las actividades antrópicas haciendo disminuir su diversidad y condicionando el hábitat a otros organismos (Blair et al., 1996).

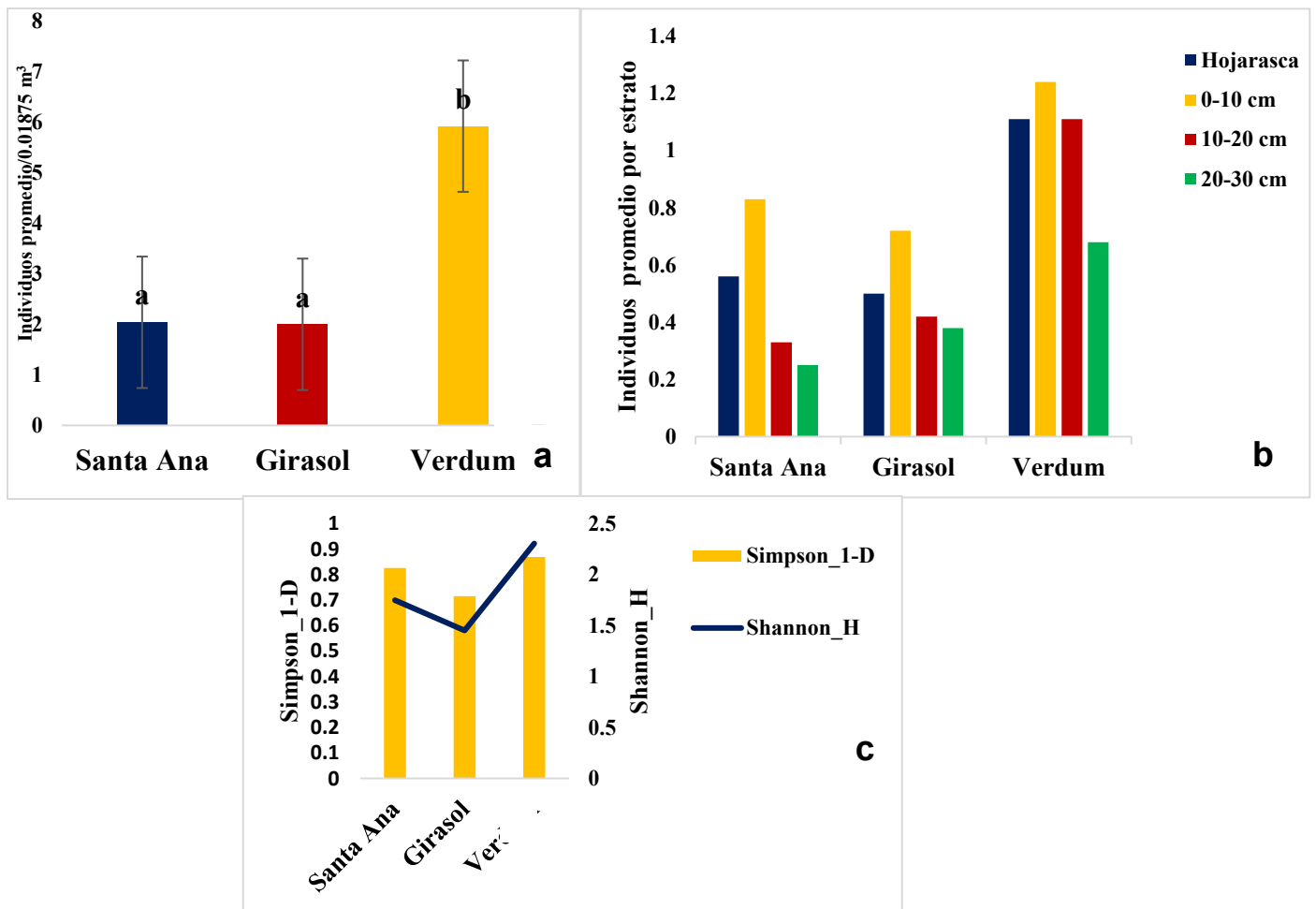


Figura 8. Densidad promedio de macrofauna edáfica (a), abundancia por estratos (b) y diversidad alfa (c) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León.

Diversidad de arvenses

Se encontró un total de 58 especies de arvenses en las tres fincas estudiadas.

En la finca Girasol se encontró el mayor número de taxa con 32 especies, predominando la especie de Coyolillo (*Cyperus rotundus*) con una frecuencia de 30%, seguido por la especie de escoba (*Sida rhumbifolia*) con un 18.5% de frecuencia. En la finca Santa Ana y Verdum se encontraron con el mismo número de taxa con 24 especie, en la finca Santa Ana la especie que se encontró con mayor frecuencia fue coyolillo (*Cyperus rotundus*) con 21.4 %, seguido por la especie *Ipomoea sp* con un 11.9% de frecuencia y en la finca Verdum la especie *Zacate (Leptochloa filiformis)* fue la que presentó mayor frecuencia con 47.5% seguido por *Digitaria sanguinalis* con 14% de frecuencia (Tabla 12).

La mayor abundancia promedio de arvenses por metro cuadrado se encontró en la finca Girasol con 22.58 individuos/m², seguido por la finca Verdum con 12.1 individuos/m² y la finca Santa Ana con 2.98 individuos/m², mostrando así diferencia significativa la finca Girasol con las demás fincas en estudio (Figura 9a).

En la finca Santa Ana, se encontró mayor riqueza de especie de arvenses, cuyas poblaciones son uniformes. Basado en el índice de Shannon, la finca Santa Ana tiende a ser más diversa con un índice de 2.75, seguido por la finca Girasol con un índice 2.50 de riqueza de arvenses, mientras que la finca Verdum se obtuvo un índice de 1.96 (Figura 9b). este mismo comportamiento se presentó con el índice de Simpson. A pesar que la finca Girasol con mayor número de especies y abundancia presentó menor diversidad, según el índice de Shannon-Wiener en comparación con Santa Ana. El índice de Shannon-Wiener aumenta cuando el número de especie y el número de individuos son uniformes (Quiroz et al., 2021).

En la Finca Girasol la abundancia fue menos equitativa teniendo especie con una frecuencia de 30% la cual hace bajar el valor del índice de Shannon, por lo tanto, al comparar la finca Girasol con Santa Ana, la finca Girasol es menos diversa, mayor dominancia y menos equitativa. Mientras que la finca Santa Ana es más diversa, menos dominante y más equitativa (Ver anexo Tabla 12 y 13).

El mayor número de especie de arvenses en la finca de Girasol es atribuido al manejo mecánico por chapia que se implementa, permitiendo así no eliminar las especies en los distintos agroecosistemas de la finca. El bajo número de especie de arvenses en la finca Santa y Verdum se debe al manejo convencional usando herbicidas de contacto y sistémicos, lo cual permite tener menos especies en las fincas. De igual manera Fernández y Morales (2009) reportaron resultados similares encontrando mayor número de arvenses en fincas agroecológicas en comparación en fincas con manejo convencional.

Sanz (2007) manifiesta que del efecto del manejo sobre la flora arvense mediante la comparación de finca ecológicas y convencionales refleja que la abundancia y número de especies de la flora arvenses son mayores en las fincas ecológicas.

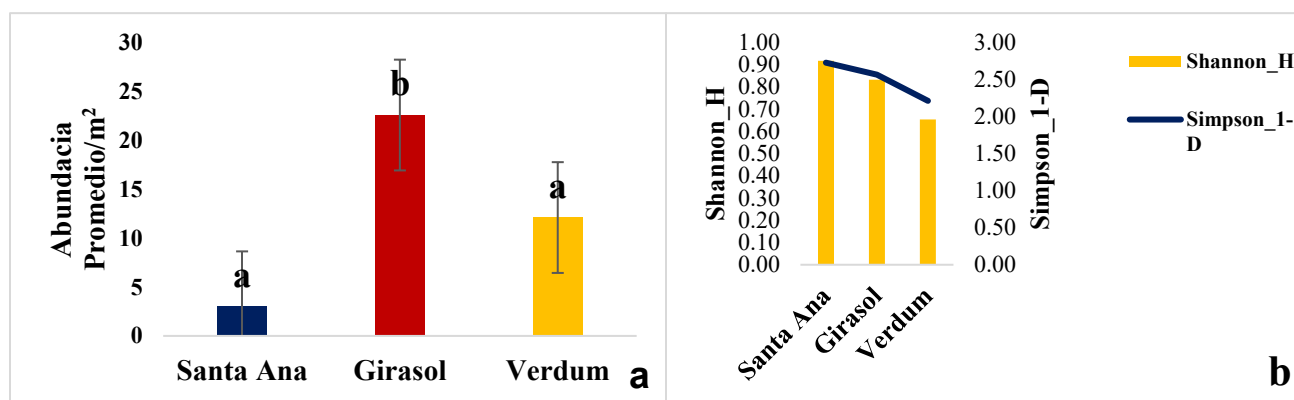


Figura 9. Densidad poblacional de arvenses (a), diversidad alfa (b) en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León.

La diversidad de las comunidades arvenses no tiene únicamente como valor la conservación de la biodiversidad, sino que también contribuye a mantener la complejidad trófica (Marshall et al., 2003).

El grupo de especies arvenses no tiene una representación significativa y con frecuencia se ve influenciado por el manejo de la mano del hombre. Vargas Batis et al. (2011) refirieron al respecto, que el valor de una arvense está determinado incuestionablemente por la percepción que de ella tenga el contexto social más

cercano, agregaron además que dicha percepción va a tener influencia en las acciones encaminadas hacia su manejo. Vargas et al. (2014) al evaluar la complejidad de cuatro sistemas productivos señalaron que el componente relacionado con la biodiversidad nociva, en el cual se encuentran las especies arvenses, fue uno de los que mostró valores más bajos contribuyendo notablemente a la simplificación del predio.

VI. CONCLUSIONES

Las tres fincas estudiadas poseen un coeficiente de diseño y manejo de su biodiversidad medianamente complejo (Girasol 2.56, Santa Ana 2.33 y Verдум 2.18), siendo la finca Girasol ligeramente más compleja. La finca Girasol presentó un valor más alto teniendo dificultad en los componentes de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva, en el manejo y conservación de agua y estado de los elementos de la biodiversidad asociada. La finca Santa Ana y Verдум presentaron dificultad en los componentes de manejo intervención sanitaria en rubros productivos, manejo conservación de suelo y diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar.

La mayor abundancia promedio de macrofauna edáfica se dio en la finca Verдум con 5.92 individuos/monolito predominando la familia Lumbricidae. La finca Santa Ana y Girasol presentaron resultados similares de abundancia promedio de macrofauna edáfica con 2.04 y 2.0 individuos/monolito predominando la familia Lumbricidae y Formicidae.

En las tres fincas estudiadas, la abundancia más alta se presentó en los primeros 10 cm del perfil del suelo. En cuanto a la diversidad de macrofauna la finca Verдум fue más diversa $H: 2.3$ seguido por la finca Santa Ana $H: 1.7$ y Girasol con un $H: 1.4$.

En la finca Girasol se encontró mayor número de taxa de arvenses con 32 especies, predominando la especie de Coyolillo (*Cyperus rotundus*), en la finca Santa Ana y Verдум predominaron con el mismo número de taxa con 24 especies de arvenses, registrando coyolillo (*Cyperus rotundus*) y Zacate (*Leptochloa filiformis*) respectivamente. En cuanto a la abundancia, en la finca Girasol se encontraron mayor arvenses con 22.58 individuos/m², seguido por la finca Verдум con 12.1 individuos/m² y la finca Santa Ana con 2.98 individuos/m², mostrando así diferencia la finca Girasol con las demás fincas en estudio.

Basado en el índice de Shannon la finca Santa Ana tiende a ser más diversa con un índice de 2.75 seguido por la finca Girasol con un índice 2.50 de riqueza de arvenses, mientras que la finca Verdum se obtuvo un índice de 1.96.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar un diagnóstico para evaluar la sostenibilidad económica de las fincas y dar un análisis de sostenibilidad.

Diversificar con diferentes rubro agrícola y animal y aprovechar los recursos disponibles en las fincas para aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.

Desarrollar acciones que modifiquen la percepción de los productores sobre la biodiversidad tanto funcional como nociva, de manera que adopten un manejo sostenible de ambas, lo cual contribuirá a aumentar la complejidad ecológica de las fincas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. A. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. *SARANDON, SJ Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Buenos Aires–La Plata*, 49-56.
- Altieri, M. A. (2001). Agroecología: Principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En: Altieri, M. A. (Ed.). Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria. Universidad de California. Berkeley. 12-19.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. (2000). Teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1ª ed. México. D.F. pp. 57 301
- Altieri, M. A. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. *SARANDON, SJ Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Buenos Aires–La Plata*, 49-56.
- Altieri M. A. (1994). Biodiversity and pest management in agroecosystems. Hayworth Press, New York. 185 pp.
- Altieri M. A & Nicholls C. (1999). Biodiversity, ecosystem function and insect pest management in agricultural systems. In: Biodiversity in Agroecosystems. Collins WW & CO Qualset (Eds.) CRC Press, Boca Raton. Altieri MA (1994) Biodiversity and pest management in agroecosystems. Hayworth Press, New York. 185 pp
- Anderson, J.M. & Ingram, I. (1993). *Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods*. 2nd ed. CABI, Wallingford. Reino Unido. p. 240.
- Andrews, L. y Caballero, R. (1990). Guía para el estudio de órdenes y familias de insectos de Centroamérica. Escuela agrícola panamericana, el Zamorano, Honduras, p 180.
- Arévalo, A. (1993). La AgroSilvicultura, Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Tesis de Grado. Ibarra, Ecuador.

- Banco Central de Nicaragua. (2022, 18 de marzo). BCN informa sobre el resultado del producto interno bruto en 2021. [Nota de prensa]. <https://www.bcn.gob.ni/divulgacion-prensa/bcn-informa-sobre-el-resultado-del-producto-interno-bruto-en-2021>
- Balladares, S. R. (2022). Sostenibilidad agroecológica en dos sistemas diversificados, El viejo, Chinandega, Nicaragua 2020-2021. (Monografía de grado). Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/4498/1/tnf08b188.pdf>
- Blair, J., Bohlen J & Freckman. D. (1996). Soil invertebrates as indicators of soil quality. P 273-291
- Bravo, M., Ruíz, J y Volke, V. (2005). Cultivo de maíz en sistemas de labranza con barreras biofísicas en andosoles de ladera. *Terra Latinoamericana*, 23(3): 371-380. Chapingo, México.
- Campos, C. M., Borghi, C. E., Campos, V. E., Cappa, F. M., Fernandez, V., Beninato Bustamante, V. A., & Giannoni, S. M. (2014). La conservación de los bosques nativos y su biodiversidad asociada: el caso del Parque Provincial Ischigualasto San Juan, Argentina. *Revista Forestal Baracoa* 33: 431-440.
- Coto-Alfaro, D. (1998). Descripción taxonómica de plagas de importancia agrícola del Orden Lepidoptera. *Manejo Integrado de Plagas*, (10), 72-92.
- Camacho, G; Prieto, M. (1995). Manual de autocapacitación para establecimiento de granjas integrales, Género y Desarrollo Rural. Perú. p. 10.
- Dumont, L., & Carlos, J. (2000). Impacto ambiental de la actividad ganadera. *Tierra Adentro*. (32), 31-34.
- Eastmond, A., García de Fuentes, A. (2010). El impacto de los sistemas agropecuarios sobre la biodiversidad. En: Durán R., Méndez, M. (eds.), *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*, pp 98-104. CICY, PPDFMAM, CONABIO, SEDUMA. Yucatán, México.

- Galindo-Maturell, A., Cobas-Magdariaga, M., Martínez-González, R., Escobar-Perea, Y., & Vargas-Batis, B. (2019). Calidad visual del suelo y complejidad de diez fincas suburbanas de Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, 1(1), 16-31.
- Gamboa, W. y Pohlan, J. (1997). La importancia de las malezas en una agricultura sostenible del trópico. *Der Tropenlandwirt-Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics*, 98 (1), 117-123.
- Giuffré, L. (2008). Agro sistemas: Impacto ambiental y sustentabilidad. Buenos Aires, Argentina. Facultad de Agronomía.
- Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 359 p.
- Gliessman, S., Rosado-May, F., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Méndez, V., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., & Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16(1).
- Gliessman S. R. (1998). Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor Press, Michigan
- Gutiérrez Cedillo, J. G., Aguilera Gómez, L. I., & González Esquivel, C. E. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*, 15(46), 51-87.
- Harvey, C., Villanueva, C., Villacís, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martinez, J., Navas, A., Saenz, J., Sánchez., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Perez, A., Ruiz, F., López, F., Lang, I., Sinclair, F. (2005). Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 111: 200-230.
- Jiménez, A., De salvo, C. y Le, M. (2020). Análisis de políticas agropecuarias y estimación de apoyo a los productores para Nicaragua 2011-2017. *Banco Interamericano de Desarrollo*.

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Analisis-de-politicas-agropecuarias-y-estimacion-de-apoyo-a-los-productores-para-Nicaragua.pdf>

- King, A. B., & Saunders, J. L. (1984). *Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central*. Bib. Orton IICA/CATIE.
- Lavelle, P., & Spain, A. V. (2001). Soil organisms. *Soil ecology*, 201-356.
- Lezcano-Fleires, J. C., Miranda-Tortoló, T., Lamela-López, L., Montejo-Sierra, V. L., Oropesa-Casanova, K., Alonso-Amaro, O., ... & León-Hidalgo, R. (2020). Evaluación de la biodiversidad en el manejo agroecológico de plagas en una entidad productiva de Matanzas. *Pastos y Forrajes*, 43(4), 293-303.
- Macías Tigua, I. (2010). *Análisis de los factores productivos para la implementación de fincas integrales autosuficientes y su aporte al desarrollo socio económico de los habitantes de la comunidad "El Rosario", parroquia Noboa, cantón 24 de Mayo. Periodo 2009* (Tesis, Jipijapa-Unesum). <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/202>
- Maes, J. M. (1999). *Insectos de Nicaragua* [Vol. III]. Imprenta Print. León, Nicaragua. [xvi]. 1898 p.
- Marshall, E. J. P., Brown, V. K., Boatman, N. D., Lutman, P. J. W., Squire, G. R., & Ward, L. K. (2003). The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed research*, 43(2), 77-89.
- Márquez Girón, S. M. (2013). Propuesta de conversión agroecológica para alcanzar la resiliencia en sistemas ganaderos. *Agroecología y resiliencia socio ecológica: adaptándose al cambio climático*, 158-180.
- Martínez C. (2019). Barreras vivas, una práctica de restauración en un paisaje agrícola de la microcuenca Buenavista, Querétaro (Tesis de grado en Maestro en Gestión Integrada de Cuencas) Universidad Autónoma de Querétaro. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1142>

- Moreira, F., Huising E. J y Bignell D. E. (2012). Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo. Instituto Nacional de Ecología, México. 337 pp
- Moreno. (2013). Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia.
- Murgueitio, E. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Investigación pecuaria para el desarrollo rural*, 15 (10), 1-16.
- Muñoz, R. y Pitty, A. (1994a). Guía fotográfica para la identificación de malezas: parte I. [Tegucigalpa], Honduras: Zamorano Academic Press.
- Muñoz, R. y Pitty, A. (1994b). Guía fotográfica para la identificación de malezas: parte II. [Tegucigalpa], Honduras: Zamorano Academic Press.
- Nicholls, C. (2006). Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. *Agroecología*, 1, 37-48.
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Vázquez, L. L. (2017). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61–72. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741>
- Noguera-Talavera, Á., Salmerón, F., & Reyes-Sánchez, N. (2019). Bases teórico-metodológicas para el diseño de sistemas agroecológicos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 51(1), 273-293.
- Norman, D., & Douglas, M. (1996). Desarrollo de sistemas agrícolas y conservación del suelo. *Food & Agriculture Org* Vol. 7.
- Odum E. P, y Sarmiento F. O. (1998). La Ecología: el puente entre ciencia y sociedad. México DF: McGraw Hill Interamericana de México

- PASOLAC. (1998). Inventario de Técnicas de Conservación de Suelos y Agua de Laderas en Honduras. PASOLAC, Managua. A005 Altertec. 1994.
- Pitty, A. (1997). Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Tegucigalpa, Honduras.
- Pret J. N. (1994). Regenerating agriculture. Earthscan Publications Ltd. ,London.320 pp.
- Quiroz-Medina C. R., Castellón, J. D., Navas, N. E. C., Ortiz, M. S., & Zúniga-Gonzalez, C. A. (2021). Caracterización de la macrofauna edáfica en diferentes sistemas agroforestales, en el Municipio de San Ramón, Departamento de Matagalpa, Nicaragua. *Nexo Revista Científica*, 34(02), 572-582.
- Rendón Pareja, S., Artunduaga Lemus, F., Ramírez Pisco, R., Quiroz Gamboa, J. A., & Leiva Rojas, E. I. (2011). Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del suelo en cultivos de mora, pasto y aguacate. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 5793-5802.
- Rivera-Núñez, T., Benítez, M. y García-Barrío, L. (2021). ¿De que hablamos cuando hablamos ´ de complejidad en agroecología?. En: Eds. Benítez, M., Rivera-Núñez, T. y García-Barrío, L. AGROECOLOGÍA Y SISTEMAS COMPLEJOS: Planteamientos epistemicos, casos de estudio y ´ enfoques metodológicos. Coplt-arXives y SOCLA.
- Rodríguez, H.R; Chavarría, B.R; Martínez y J.A; Rocha, D.J. (2017a). Macrofauna del suelo y su funcionalidad. En: Salazar, D.J; García, L.J; Rodríguez, H.R; Calero, C.A; Morales, M.A y Valverde, L.O. 2017. Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con ganado bovino en Las lagunas, Boaco, Nicaragua. PP: 31-42. Consultado en: <http://cenida.una.edu.ni/documentos/NF08U58ev.pdf>.
- Rodríguez González, H. R., Aguilera Quiroz, Y. J., Pilarte Morraz, M. A., Herradora Gutiérrez, Y. A., Galeano Altamirano, N. M., García López, O. G. y Cáceres Gutiérrez, C. I. (2017b). Diagnóstico de los diseños y manejos de la

- biodiversidad de los Agroecosistemas Salazar, D.J.; García, L.; Rodríguez, H.; Calero, A.; Morales, M. y Valverde, L. 2017. Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con granos básicos en Diriamba y dos en Chinandega, Nicaragua. <http://cenida.una.edu.ni/documentos/NF08U58a.pdf>.
- Salazar Centeno, D. J., García Centeno, L. J., Rodríguez González, H. R., Calero, C. A., Morales Navarro, M. A., & Valverde Luna, L. O. (2017). Evaluación agroecológica de dos agroecosistemas con granos básicos en Diriamba y dos en Chinandega, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Managua (Nicaragua); Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos, Managua (Nicaragua).
- Sans, F.X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas* 16(1):44-49
- Serna, F.J. y Vergara, E.V. (2001). Claves para la identificación de subfamilias y géneros de hormigas de Antioquia y Chocó, Colombia. *Revista del Instituto de Ciencias Naturales y Ecología*, 7:5-41.
- Suárez Salazar, J. C., Duran Bautista, E. H., & Rosas Patiño, G. (2015). Macrofauna edáfica asociada con sistemas agroforestales en la Amazonía Colombiana. *Acta agronómica*, 64(3), 214-220.
- Tilman, D., Lehman, C. L., & Bristow, C. E. (1998). Diversity-stability relationships: statistical inevitability or ecological consequence?. *The American Naturalist*, 151(3), 277-282.
- Toval-Herrera, N., y Rueda-Pereira, R. (2009). Malezas comunes de León, Nicaragua. Santo Domingo de Heredia, CR.: INBio.
- Vázquez, L. L., Matienzo, Y., Alfonso, J., Veitía, M., Paredes, E. y Fernández, E. (2012). Contribución al diseño agroecológico de sistemas de producción urbanos y suburbanos para favorecer procesos ecológicos. *Revista Agricultura Organica (La Habana)*, 18 (3): 14-18.
- Vázquez L. L. (2011). La cerca viva perimetral de la finca como práctica agroecológica en el manejo de plagas. En Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana

- Vázquez Moreno, L. L. (2013). Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. *Agroecología*, 8(1), 33–42. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182951>
- Vázquez L. L., Matienzo Y. y Griffon D. (2011). Diagnóstico participativo de la biodiversidad en fincas en transición agroecológica. En Simposio Agroecosistemas y biodiversidad: taxonomía y manejo. III Congreso Latinoamericano de Agroecología. Oaxtepec, Morelos, México
- Vásquez, M. L. L., Matienzo, Y., Simonetti, J. A., Rubio, M. V., Paredes, E.; Tilman, D., Lehman C- L; Bristow C. E. (1998). Diversity stability relationships: statistical inevitability or ecological consequence. *American Naturalist*, 151: 264-276.
- Vargas-Batis, B., Candó-González, L., Pupo-Blanco, Y. G., Ramírez-Bravo, A., & Rodríguez-Suárez, E. J. (2014). Complejidad de cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba a partir del análisis de la biodiversidad. *Ciencia en su PC*, (4), 55-65
- Vargas Batis, B., Pupo Blanco, Y., Puertas Arias, A., Mercado Medina, I., & Hernández Cudello, W. (2011). Estudio etnobotánico sobre tres especies arvenses en localidades de la región oriental de Cuba. *Granma Ciencia*, 15, artículo 3.
- Zegarra, E., & Chirinos, O. (2016). Diagnóstico sobre la situación y potencial del sector riego en Nicaragua. *Inter-American Development Bank*.

IX. ANEXOS

Tabla 11. Composición taxonómica y porcentaje de frecuencia de la macrofauna edáfica en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León, 2021.

Filo	Clase	Orden	Familia	Santa Ana	Girasol	Verdum
				Frecuencia %		
Artrópodo	Insecta	Coleóptero	Bolboceratidae	2		
			Carabidae	2		4
			Scarabaeidae	20	27	4
			Tenebrionidae	4	10	6
			Curculionidae		4	1
			Elateridae			2
			Staphilinidae			3
		Himenóptero	Formicidae	2	46	17
		Hemíptero	Scutelleridae			1
			Nabidae			1
			Cicadellidae			1
			Coreidae			4
			Reduviidae			1
			Pentatomidae	2		
		Lepidóptero	Erebidae			1
			Noctuidae		4	4
		Othóptero	Gryllotalpidae	18		1
			Gryllidae		2	
		Neuróptero	Chrysopidae			1
		Blattodea	Blatellidae			1
		Isópoda	Philoscidae		2	
			Porcellionidae			1
			Termitidae		2	
	Aracnido	Arancida	Salticidae			1
	Chilópodo	Scolopendromorpha	Scolopendridae	2		
		Geophilomorpha	Geophilidae			1
	Diplópodo	Polydesmida	Paradoxosomatidae	20		21
Molusco	Gastrópoda	Pulmonata	Helicidae		2	
Anelido	Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae	27		23
Total				100	100	100

Tabla 12. Taxa y porcentaje de frecuencia de arvense en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en el municipio de León, 2021

Especies	Girasol	Santa Ana	Verdum
<i>Abutilon grandifolium</i>	8.2		
<i>Abutilon sp</i>	1.9		
<i>Aeschynomene americana</i>	0.8		
<i>Amaranthus spinosus</i>	0.1		4.1
<i>Aristolochia anguicida</i>	2.3		
<i>Blumea balsamifera</i>			1.7
<i>Capraria biflora</i>		1.9	
<i>Cenchrus echinatus</i>			0.2
<i>Chamaesyce hirta</i>	5.6	2.5	0.2
<i>Commelina diffusa</i>			2.5
<i>Commelina erecta</i>		1.9	3.1
<i>Cynodon dactylon</i>	0.2		
<i>Cyperus rotundus</i>	30.1	21.4	2.5
<i>Desmodium triflorum</i>	0.9		
<i>Desmodium uncinatum</i>	0.1		
<i>Digitaria sanguinalis</i>	0.2		14.9
<i>Eclipta prostrata</i>	2.0	0.6	
<i>Eleusine indica</i>		5.0	
<i>Erigeron sumatrensis</i>		1.9	
<i>Euphorbia hirta</i>			0.2
<i>Gleusine indica</i>			1.4
<i>Gramineas</i>			0.8
<i>Herissantia crispa</i>	2.4		
<i>Hypochaeris achyrophorus</i>		4.4	
<i>Ipomoea indica</i>	0.2		
<i>Ipomoea minutiflora</i>		4.4	
<i>Ipomoea purpurea</i>	0.7	6.9	
<i>Ipomoea sp</i>		11.9	
<i>Ipomoea trifida</i>		1.3	
<i>Laporteia aestuans</i>			0.4
<i>Laporteia canadensis</i>	0.3		
<i>Leptochloa filiformis</i>			47.5
<i>Ligustrum vulgare</i>			0.6
<i>Melampodium divaracatum</i>	3.5	5.0	0.2
<i>Mimosa pudica</i>		1.3	0.0
<i>Mitracarpus hirtus</i>		1.9	0.0
<i>Mollugo verticillata</i>	1.1		

<i>Oclemena aluminata</i>	1.1		
<i>Oldenlandia lancifolia</i>	1.8		
<i>Oplismenus burmanni</i>	0.3	3.1	
<i>Oplismenus undulatifolius</i>		3.1	
<i>Pasiflora menispermifolia</i>		0.6	
<i>Phyllanthus amarus</i>	0.8	6.3	4.5
<i>Portulaca oleracea</i>	3.2	1.3	2.3
<i>Priva lappulacea</i>			3.1
<i>Psychotria nervosa</i>			0.2
<i>Scoparia dulcis</i>		1.9	
<i>Sida acuta</i>	6.0		0.2
<i>Sida rhombifolia</i>	18.5	0.6	0.2
<i>Solanum americanum</i>	0.6	8.8	
<i>Spermacoce verticillata</i>	2.0		0.8
<i>Stemodia</i>	0.2		
<i>Tilia platyphyllos</i>	1.9		
<i>Tithonia diversifolia</i>			0.2
<i>Tithonia tubaeformis</i>	0.1		
<i>Tithonia tubiformis</i>			8.1
<i>Urochloa mollis</i>	0.3		
<i>Waltheria indica</i>	2.4	4.8	
	100	100	100

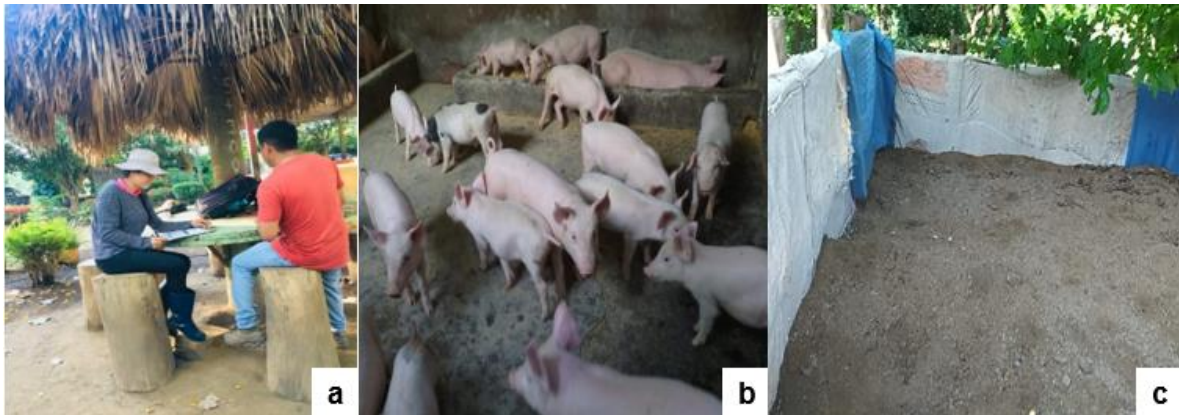


Figura 10. Diseño y manejo la biodiversidad. **a).** Levantamiento de datos en la finca Verdum. **b)** Rubro Cerdo de engorde en la finca Santa Ana. **c)** Abono orgánico en la finca Girasol.

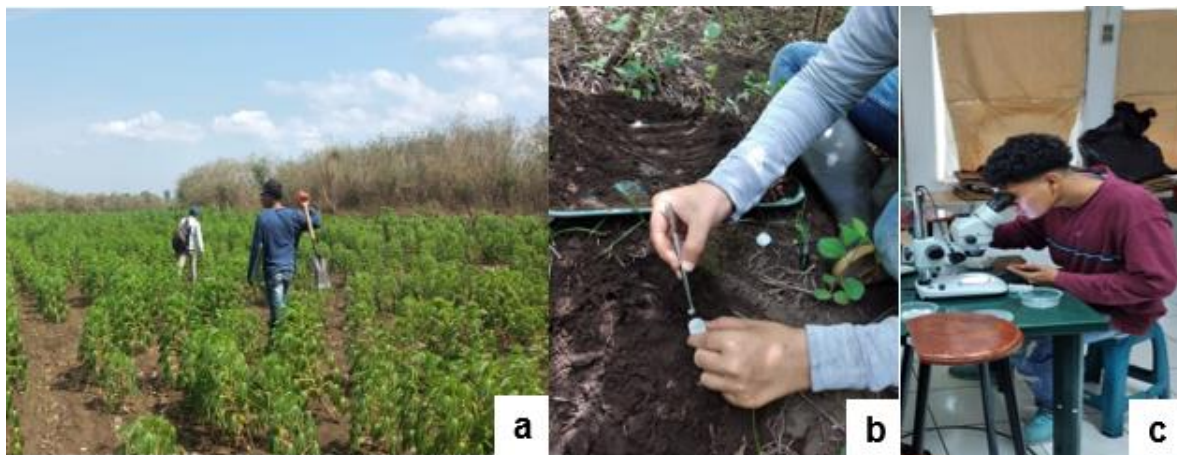


Figura 11. Toma de dato. **a)** Establecimiento de transecto para la extracción de monolito. **b)** Recolección de la macrofauna edáfica. **c)** Identificación de la macrofauna edáfica en el Laboratorio de entomología del departamento de Agroecología.



Figura 12. Diversidad de arvenses. a) Recolecta de muestras de arvenses en campo. b) identificación de las arvenses. c) especie de arvense *Sida rhombifolia* conocida como escoba.

	Finca	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Abundancia	Santa Ana	.216	24	.005	.832	24	.001
	Girasol	.241	24	.001	.828	24	.001
	Verdum	.169	24	.076	.914	24	.044

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura 13. Salida de SPSS del análisis de prueba de normalidad con la variable abundancia de macrofauna edáfica.

	Abundancia
Chi-cuadrado	23.486
gl	2
Sig. asintót.	.000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Finca

Figura 14. Salida de SPSS de estadístico de contraste de análisis de prueba no paramétrico en las tres fincas estudiadas con la variable de abundancia de macrofauna edáfica.

Muestra1-Muestra2	Prueba estadística	Error típico	Desv. Prueba estadística	Sig.	Sig. ady.
Santa Ana-Girasol	-1.000	5.975	-.167	.867	1.000
Santa Ana-Verdum	-25.562	5.975	-4.278	.000	.000
Girasol-Verdum	-24.562	5.975	-4.111	.000	.000

Figura 15. Salida de SPSS de muestras independiente no paramétrica prueba Kruskal Walli con la variable abundancia de macrofauna edáfica.

Tabla 13. Diversidad alfa en tres fincas integrales Santa Ana, Girasol y Verdum en e l municipio de León, 2021

	Diversidad alfa		
	Girasol	Santa Ana	Verdum
Taxa_S	32	24	24
Individuals	903	159	484
Dominance_D	0.1448	0.09078	0.2626
Simpson_1-D	0.86	0.91	0.74
Shannon_H	2.50	2.75	1.96
Evenness_e^H/S	0.3793	0.6535	0.2963
Brillouin	2.427	2.521	1.88
Menhinick	1.065	1.903	1.091
Margalef	4.555	4.537	3.72
Equitability_J	0.7203	0.8662	0.6172
Fisher_alpha	6.47	7.853	5.305
Berger-Parker	0.3012	0.2138	0.4752
Chao-1	32.6	24.75	38