



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

Trabajo de Tesis

**Diagnóstico de la complejidad de los diseños
y manejo de la biodiversidad agropecuaria de
la Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua
2023**

Autor

Br. Katherine Michelle Rueda Villegas

Asesor

MSc. Josué Daniel Rocha Espinoza

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero en Zootecnia

Managua, Nicaragua
Enero, 2023

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

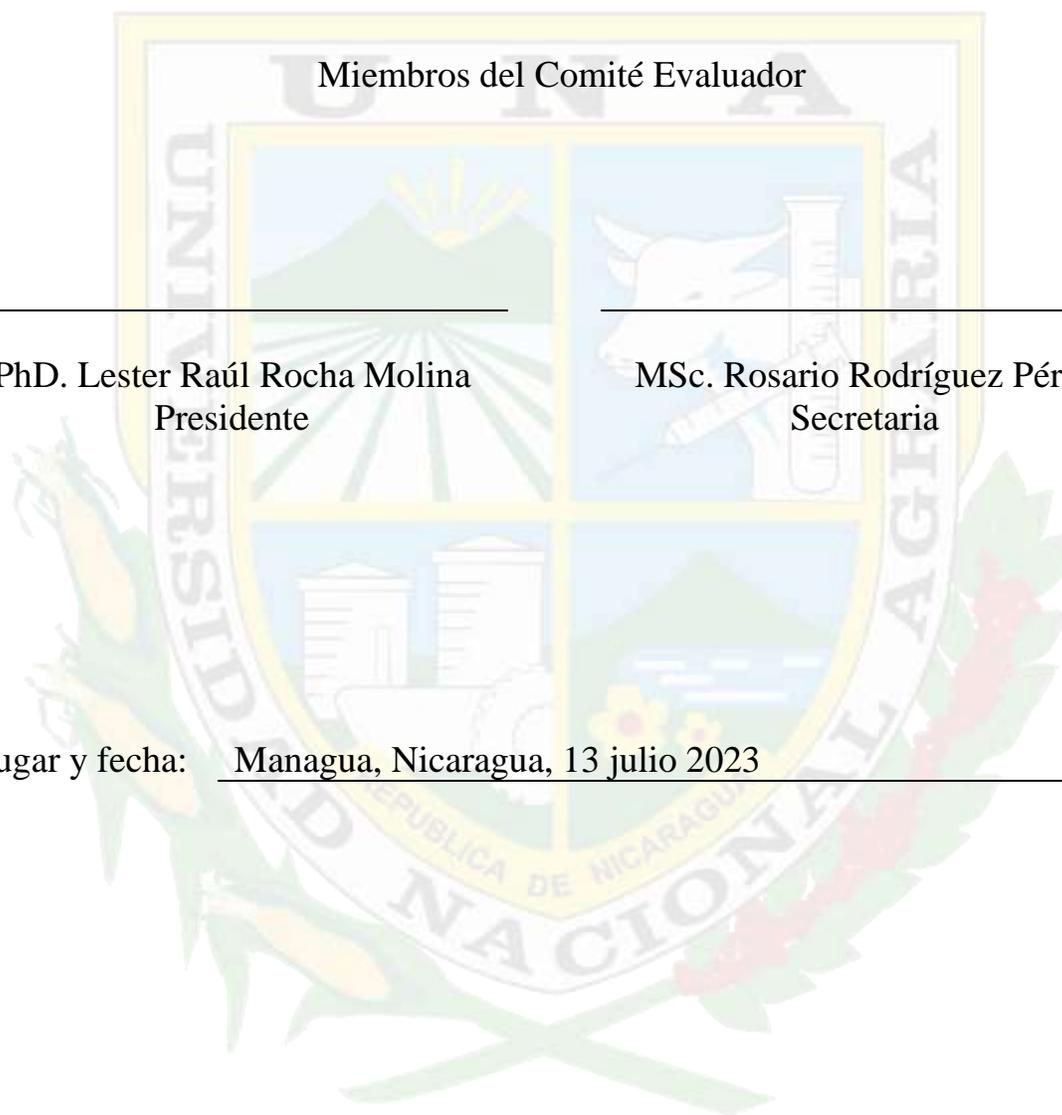
Ingeniero en Zootecnia

Miembros del Comité Evaluador

PhD. Lester Raúl Rocha Molina
Presidente

MSc. Rosario Rodríguez Pérez
Secretaria

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 13 julio 2023



DEDICATORIA

Dedico este trabajo especialmente a Dios por haberme dado la vida, salud, sabiduría, entendimiento para salir adelante y poder hacer realidad mi sueño.

A mis padres Delgar Rueda Pérez y Matilde Villegas Martínez por brindarme su apoyo moral y económico, ya que sin su confianza no hubiera podido salir adelante.

A mi hermano Kevin Rueda Villegas quien ha sido un excelente hermano y siempre ha estado presente en cada paso que diera, guiándome, apoyándome a saber discernir en cada etapa de vida.

A mis amigos más allegados por haberme apoyado con transporte, consejos y motivación para explotar el gran potencial de persona que me consideran.

Br. Katherine Michelle Rueda Villegas

AGRADECIMIENTO

A Dios, sobre todas las cosas por permitirme darme la oportunidad de culminar mis estudios, por todas las cosas que me ha concebido, darme salud, actitud positiva ante todas las cosas y deseos de superación de terminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mí amada madre Matilde Villegas Martínez mi más sincero agradecimiento quien con sacrificio me apoyó económicamente para poder culminar mis estudios, siendo mi pilar todos los días dándome sus más sinceros ánimos.

A mis asesores, Ing. Josué Rocha e Ing. MSc. Bryan Mendieta quienes dedicaron su tiempo en apoyarme, por brindarme consejos y sabiduría que sin su ayuda no hubiese sido posible realizar la presente investigación.

A la Universidad Nacional Agraria, en la que tuve la dicha de estudiar mi preciada carrera, un gran lugar de aprendizaje y siendo el alma mater que me vio crecer profesionalmente me dio la oportunidad de finalizar con mis estudios.

A todas aquellas personas que de forma directa e indirecta me apoyaron para que este proyecto de vida fuera ahora una realidad.

Br. Katherine Michelle Rueda Villegas

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 ¿Qué es un sistema?	4
3.2 Sistemas - características del sistema	4
3.2.1 Sistema de Producción	5
3.2.2. Sistema Convencional	5
3.2.3. Sistema Agroecológico	5
3.3 Biodiversidad	6
3.4 Resiliencia	6
3.5 Sostenibilidad	7
3.6 Bases de un sistema de producción	8
3.7 La transición ecológica	9
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1. Ubicación del estudio	12
4.2. Tipo de suelo	122
4.3. Componentes agropecuarios de la Finca Santa Rosa	13
4.4. Manejo del ensayo y metodología	133
4.5. Indicadores	14
4.5.1 Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr)	14

4.5.2 Manejo y conservación del suelo (MCS)	16
4.5.3 Manejo y conservación del agua (MCA)	16
4.5.4 Manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)	166
4.5.5. Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)	18
4.5.6 Estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs)	188
4.6. Análisis de datos	23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
VI. CONCLUSIONES	41
VII. LITERATURA CITADA	42

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Componentes agropecuarios de la Finca Santa Rosa	13
2.	Indicadores y escalas para evaluar los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva	14
3.	Indicadores y escalas para evaluar el manejo y conservación del suelo	17
4.	Indicadores y escalas para evaluar el manejo y conservación del agua	18
5.	Indicadores y escalas para evaluar el manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos	19
6.	Indicadores y escalas para evaluar los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar	19
7.	Indicadores para evaluar el estado de los elementos de la biodiversidad asociada	21
8.	Determinación del nivel de complejidad de la biodiversidad durante la reconversión del SPA	22

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación geográfica de las divisiones de la finca Santa Rosa	12
2.	Diagnóstico de los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMPBr) y sus respectivos indicadores (18 indicadores), 2023.	25
3.	Diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del manejo y conservación de suelos (MCS) y sus respectivos indicadores (7 indicadores), 2023.	28
4.	Diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del manejo y conservación de agua (MCA) y sus respectivos indicadores (5 indicadores), 2023.	30
5.	Diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) y sus respectivos indicadores (5 indicadores), 2023.	32
6.	Diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) y sus respectivos indicadores (15 indicadores), 2023.	34
7.	Diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) y sus respectivos indicadores (14 indicadores), 2023.	36
8.	Resultados del diagnóstico de los componentes de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad en componentes y sus respectivos coeficientes.	39

RESUMEN

Con el objetivo de diagnosticar el grado complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en los centros de formación práctica (Cafop) de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria, se procedió a calcular el coeficiente de manejo de la biodiversidad, a través de los indicadores propuestos por Vázquez (2013). Los componentes funcionales fueron: “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 relacionarán con el manejo que se realizara en el sistema de producción en suelo y agua. Como resultado del análisis se encontró que la unidad de misceláneos obtuvo las mejores puntuaciones (2.44) categorizándola como medianamente compleja, seguido de la unidad de cabras, bovino, porcino y piscícola con 1.92, 1.86, 1.54, y 1.38 respectivamente, todas estas últimas como componentes poco complejas.

Palabras claves: componente de formación práctica, agroecología, sistemas

ABSTRACT

To determine the degree of complexity of the designs and management of biodiversity in the practical training centers (Pratrac) of the Faculty of Animal Science of the National Agrarian University, the biodiversity management coefficient was calculated using the indicators proposed by Vázquez (2013). The functional components were: "productive biodiversity" as the introduced biota that is planned and cultivated or raised for economic purposes; "associated biodiversity" or organisms that directly influence, positively or negatively, the physiological development and defense of cultivated plants; "auxiliary biodiversity" as the non-cultivated vegetation that inhabits naturally or is introduced, which is managed to influence the rest of the biodiversity positively; and as "introduced biodiversity" the organisms that are presented to achieve direct effects in benefit of the productive biota; these functional components will be related to the management that will be carried out in the production system in soil and water. As a result of the analyses, it was found that the miscellaneous unit obtained the best scores (2.44), categorizing it as moderately complex, followed by the goat, bovine, swine & fish units with 1.92, 1.86, 1.54, and 1.38 respectively, all the latter as not very complex units.

Keywords: practical training units, agroecology, systems.

I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua es un país considerado eminentemente agropecuario con un potencial agroecológico, con suelos, aguas, climas óptimos para el desarrollo de la agricultura, la producción forestal y principalmente para el impulso de la actividad ganadera.

La ganadería nacional prácticamente se encuentra en manos de pequeños y medianos productores. En la actualidad, el 85% de las explotaciones bovina son de doble propósito y el 72% de los ingresos que genera el sector pecuario se debe a la producción de leche y carne; en Nicaragua se ha practicado tradicionalmente bajo el esquema extensivo, es decir un método de crianza de baja intervención del hombre. Los hatos están compuestos por vacas (hembras de edad reproductiva), terneros (as) crías recién nacidas, novillos (machos jóvenes castrados), novillas o vaquillas (hembras jóvenes que aún no están en edad reproductiva) toretes (machos jóvenes enteros, pero no en edad reproductiva) y toros (machos enteros y en edad reproductiva) (Mena *et.al* 2020).

Berra y Finster (2002) menciona que:

La producción agropecuaria se encuentra estrechamente interrelacionada con el medio y por lo tanto el cambio climático, es el que contribuye y del que la ganadería se ve perjudicada. A pesar del debate científico y político acerca de las causas antropogénicas o no del cambio climático; existe un consenso casi general en la teoría del calentamiento global como consecuencia de las actividades humanas. Estas actividades van ligadas al estilo de vida de los habitantes del planeta, que viene determinado por el sistema económico actual. En este sentido, es preciso destacar que la actividad ganadera es la actividad humana que más influye en la cuenta climática después del sector energético.

La producción ganadera intensiva constituye un aprovechamiento de elevado poder contaminante que se acentúa tanto por su localización preferentes en sectores poco agrícolas como por las masivas acumulaciones de animales en espacios reducidos. Las concentraciones pecuarias incrementan el riesgo sanitario a través de los métodos industrializados y suponen un grave deterioro del medio ambiente. (Velázquez; 2021)

Problemas de la agricultura y la ganadería en el medio ambiente, Según Solbrig (1994) explica que:

“La biodiversidad es la propiedad de los sistemas vivos de ser distintos, es decir, diferentes entre sí; no es una entidad, sino una propiedad un elemento fundamental de todos los sistemas biológicos. También es una característica de las múltiples formas de adaptación e integración de la especie humana a los ecosistemas de la Tierra, y no un recurso.”

La exposición de las unidades de producción con un limitado número de componentes productivos, pueden llegar a causar daños irreversibles en el ámbito económico, familiar, productivo y ecológico, en especial las unidades de producción de menor dimensión de área productiva por lo que las estrategias de diversificación que ayuden a aminorar estos impases son ventajosas para estos pequeños productores (IICA, *sf.*).

El propósito de este trabajo de investigación es diagnosticar el grado de complejidad de la biodiversidad de la Finca Santa Rosa, ubicada en la Facultad de Ciencia Animal (FACA). con el propósito de proporcionar una propuesta de manejo y diseño de los elementos de la biodiversidad productiva tomando en cuenta el componente pecuario como eje transversal del sistema productivo.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Diagnosticar el grado de complejidad a nivel de finca de los diseños y manejos de la biodiversidad agropecuaria (productiva, auxiliar, asociada, conservación de suelos y agua) del sistema de producción en la finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los componentes funcionales de la biodiversidad (Biodiversidad productiva, Biodiversidad asociada, Biodiversidad auxiliar, Biodiversidad introducida) del sistema agropecuario de la Finca Santa Rosa.
- Determinar las acciones antropogénicas que ejerce un efecto en el manejo y diseño de la biodiversidad en el sistema agropecuario del manejo de la finca Santa Rosa.
- Proponer acciones que mejoren o mitiguen los indicadores del manejo de la biodiversidad (CMB) de acuerdo con el grado alcanzado de puntaje en el coeficiente.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 ¿Qué es un sistema?

Un sistema es un grupo de componentes que funcionan e interrelacionan para lograr un propósito común, tiene límites específicos, posee entradas y salidas, reacciona como un todo ante los estímulos externos.

Spedding (1979) explica que:

“Un sistema es un grupo de componentes que pueden funcionar recíprocamente para lograr un propósito común. Son capaces de reaccionar juntos al ser estimulados por influencias externas. El sistema no está afectado por sus propios egresos y tiene límites específicos en base de todos los mecanismos de retroalimentación significativos”

Según Wadsworth, J. (1997) menciona que:

... “Para que unos conjuntos de objetos puedan actuar como un sistema, tienen que existir relaciones o conexiones de alguna forma u otra entre las partes individuales que constituyen el sistema. Por ejemplo, un saco de aislantes, un rollo de alambre, una batería y un controlador de pulsaciones y voltaje, no constituyen un sistema hasta que la cerca eléctrica esté armada. Antes de esto no existe confección alguna entre los componentes, entonces no es un sistema porque no puede “reaccionar como un todo”, cuando uno de sus componentes recibe un estímulo. Sin embargo, cuando la cerca eléctrica está armada y funcionando entonces sí constituye un sistema verdadero”

3.2 Sistemas - características del sistema

Según Altieri y Toledo (2011) nos dice que un sistema

Se caracterizan por ser pequeñas unidades productivas, arraigados en la racionalidad ecológica de la agricultura tradicional, con tecnologías y prácticas de manejo de los recursos naturales relacionadas a su cosmovisión cultural (vinculo que se establece entre el ser humano y la naturaleza), con propias formas de organización para el trabajo y comercialización, basado en dinámicas sociales de cooperación y asociatividad. Estas

características de los SPA (Sistema de producción agroecológico), permiten visualizarlos como Sistemas Socio Ecológicos.

3.2.1 Sistema de Producción

Dixon (2001) nos dice que:

Se considera un sistema de producción agropecuaria al conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, propiedad de la tierra y organización de la población para producir bienes y servicios agrícolas y pecuarios. Están fuertemente relacionados al medio rural y se ven influenciados por agentes externos como los mercados, infraestructuras, programas y políticas que afectan su dinamismo y lo complejizan.

Los sistemas de producción agropecuaria más pequeños son los sistemas de fincas individuales, enfocados a cubrir las necesidades de los hogares agropecuarios, mediante el manejo de los recursos que poseen, empleados de manera responsable para el aprovechamiento de las familias que los utilizan, así como para su mantenimiento dentro del entorno social, económico e institucional donde se desarrollan.

3.2.2. Sistema Convencional

Según Altieri y Nicholls (2007) nos dice que:

Los sistemas extensivos, tradicionales o convencionales de producción animal se caracterizan esencialmente por formar parte de un ecosistema natural modificado por el hombre, es decir, un agro ecosistema, y tienen como objetivo la utilización del territorio de una manera perdurable; están sometidos a los ciclos naturales donde mantienen siempre una relación amplia con la producción vegetal del agro ecosistema de que forman parte y tienen como ley no escrita, la necesidad de llegar a la generación siguiente los elementos del sistema tanto inanimados como animados e incluso los contruidos por el hombre, en un estado igual o superior que los que se recibieron de la generación precedente.

3.2.3. Sistema Agroecológico

Según Vandermeer (1995) nos dice que:

La agroecología va más allá de un punto de vista unidimensional de los agroecosistemas (su genética, edafología y otros) para abrazar un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales

de co-evolución, estructura y función. En lugar de centrar su atención en algún componente particular del agroecosistema, la agroecología enfatiza las interrelaciones entre sus componentes y la dinámica compleja de los procesos ecológicos.

Agroecología es el concepto de ecosistema, definido como sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivientes y su ambiente, delimitado por fronteras definidas arbitrariamente, en un tiempo y espacio que parece mantener un estado estable de equilibrio, pero a la vez dinámico. (Gutiérrez, J., Aguilera, L., y González, C. 2008).

Aplicamos la agroecología cuando trabajamos con agricultores que están en el proceso de transición de prácticas convencionales de manejo de sus agroecosistemas a prácticas de manejo ambientalmente más sanas, con el objetivo de alcanzar sostenibilidad a largo plazo sin sacrificar ingresos económicos.

3.3 Biodiversidad

Solbrig (1991) define la diversidad biológica o biodiversidad como la propiedad de las distintas entidades vivas de ser variadas. Así, cada clase de entidad –gene, célula, individuo, comunidad o ecosistema – tiene más de una manifestación.

Según Nuñez *et al* (2003) afirma que:

La biodiversidad provee ciertos servicios ambientales es decir proporciona las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas (incluyendo las especies y los genes) por medio de los cuales los seres humanos obtienen variados beneficios, algunos proporcionados por la biodiversidad son la degradación de desechos orgánicos, la formación de suelos y el control de la erosión, la fijación del nitrógeno, el incremento de los recursos alimenticios de cosechas y su producción, el control biológico de plagas, la polinización de plantas, la regulación del clima el secuestro de dióxido de carbono y muchos más.

3.4 Resiliencia

Según Holling y Gunderson (2001) nos dice que:

Se entiende por resiliencia, a la capacidad de un sistema de someterse a perturbaciones y mantener sus funciones. Presenta tres propiedades básicas: (1) la magnitud del disturbio que puede ser tolerado por el socio-ecosistema, (2) el grado en el cual el sistema es capaz de auto organizarse y (3) el grado en el cual el sistema puede construir la capacidad de aprender y adaptarse.

Para fortalecer la resiliencia y reducir el impacto del cambio climático en la región, la mejor estrategia es hacer uso racional de los recursos naturales. Es de vital importancia desarrollar medidas de conservación sobre la intensificación agrícola y, al mismo tiempo, preservar la salud de los ecosistemas.

Otro enfoque importante de adaptación para aumentar la resiliencia al cambio climático será el de reducir la degradación de los ecosistemas a través de la creación y el fortalecimiento de políticas

3.5 Sostenibilidad

La educación para la sostenibilidad se erige como un enfoque pertinente para la transformación de los modelos mentales de la población sustentada en los valores, la concienciación, la responsabilidad social y generacional y, sobre todo en la pervivencia del homo sapiens sobre la tierra.

Guzmán & Alonso (2007) quienes entienden la sostenibilidad como explotación de los recursos naturales, que no arriesga su disponibilidad para las generaciones futuras, lo que reproduce el sentido de naturaleza, como recurso de la economía liberal.

Martin & Sauerborn (2013) nos define:

La agricultura sostenible, como la articulación de las dimensiones ecológica, social, económica, mediante los conceptos de solidez ambiental, rentabilidad económica y equidad social, los cuales, de nuevo, se pueden interpretar como enmarcados dentro de una visión económica neoclásica del bienestar social y ambiental.

Luffiego & Rabadán (2000) nos dice que:

Dentro de la actual discusión sobre la sostenibilidad, se pueden reconocer cuatro acepciones ampliamente utilizadas. En primer lugar, está la definición de desarrollo sostenible, que comprende la satisfacción de las necesidades actuales de la humanidad, sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras de la especie; segundo, está la sostenibilidad débil, que hace referencia al aumento o conservación del nivel actual del capital global, por lo que es una aproximación economicista a este concepto; en tercer lugar, se encuentra la sostenibilidad fuerte, en la que prima la sostenibilidad ecológica, es decir, que las relaciones de explotación de la biosfera no superen su capacidad de renovación y, por último, está la sostenibilidad integral, que promulga un equilibrio o niveles satisfactorios en las esferas económica, ecológica y social.

Pese a la complejidad del concepto de sostenibilidad, aplicando un enfoque sistémico es posible discernir algunas de sus características fundamentales y de carácter más general. A los efectos del presente trabajo, un sistema es simplemente un conjunto de elementos (o subsistemas) relacionados entre sí.

Uno de los aspectos más llamativos es que hace más explícito el objetivo de la agroecología, pues muestra que no es una ciencia que tiene como fin el conocimiento y la comprensión de los agroecosistemas, sino la sostenibilidad de éstos y parte del supuesto que, estudiando su resiliencia socio ecológica, se puede alcanzar más fácilmente el objetivo de la sostenibilidad de los agroecosistemas. Aunque son pocos los textos que se suscriben a este nuevo enfoque y todos se enmarcan en la agroecología de agroecosistemas, la definición de resiliencia socio ecológica es extrapolable a los otros sistemas de referencia existentes dentro de la agroecología y, claramente, no entra en pugna con su objetivo de la sostenibilidad integral.

3.6 Bases de un sistema de producción

Según la FAO (2015) menciona que:

“La agricultura es un proceso complejo, interactivo, con una multiplicidad de componentes, en estrecha dependencia de la tierra, las aguas y otros recursos como los recursos animales, humanos y las inversiones de capital. Se practica en todo el mundo según modalidades muy diferentes, en entornos muy diversos y con distintos niveles de

intensidad y eficiencia biológica. Los sistemas de producción pecuaria abarcan desde los sistemas fundamentalmente intensivos del mundo occidental hasta los sistemas fundamentalmente extensivos del mundo en desarrollo.”

En cada una de las fases que componen la cadena de la producción es necesario disponer de los indicadores que hagan que cada una de las fases sea eficiente, es lógico pensar que cada una de las fases tiene unos pesos específicos diferentes, en el coste final, pero sin duda es más eficiente aquellas pirámides que son eficientes en todas sus fases.

Además, Apollin y Eberhat (1999) nos expresa que:

“Un sistema de producción es “el conjunto estructurado de actividades agrícolas, pecuarias y no agropecuarias establecido por un productor y su familia para garantizar la reproducción de su explotación; resultado de la combinación de los medios de producción (tierra y capital) y de la fuerza de trabajo disponible en un entorno socioeconómico y ecológico determinado”. Un sistema de producción se define a nivel de la familia campesina; se compone de diferentes sub-sistemas (sistemas de cultivos de crianza, sistemas de transformación de los productos y actividades económicas no agrícolas), y está constituido por tres elementos principales, el medio explotado, la fuerza de trabajo y los instrumentos de producción. La combinación de estos elementos, sus interrelaciones, la disponibilidad relativa de cada uno de ellos y las interacciones entre los subsistemas, determinan las estrategias productivas de las familias campesinas. El entorno socioeconómico y ecológico influencia y condiciona el funcionamiento de sistema de producción. Además, un sistema de producción no es estático, sino que evoluciona con el tiempo.”

3.7 La transición ecológica

- Biodiversidad en fincas ganaderas

En la transición de la agricultura de sistemas convencionales a sostenibles sobre bases agroecológicas, la biodiversidad constituye un recurso natural esencial que se puede diseñar, planificar y manejar por el propio agricultor para favorecer su conservación y los procesos ecosistémicos que contribuyan a la eficiencia del sistema de producción.

En los últimos años se ha prestado mucha atención a las funciones de la biodiversidad en los sistemas agrícolas (Altieri y Moreno 1995; Leyva y Pohlen, 2005), como atributo básico de la producción agropecuaria sostenible [Altieri y Nicholls, 2007]. Por otra parte, la modificación del hábitat y las prácticas de manejo que cambian la biodiversidad y la composición funcionales están estrechamente relacionadas con grandes impactos en los procesos ecosistémicos (Tilman *et al.*, 1997).

Sirias *et al* (2005) nos expresan que:

“Las diferentes especies que conviven en fincas mantienen relaciones entre ellas como la depredación, competencia, selección de pareja y el lugar donde viven (agua, suelo, luz, temperatura). Las fincas con muchos árboles y arbustos tienen más diversidad de especies animales, lo que permite que se den muchas funciones esenciales como la fotosíntesis, la descomposición de la materia orgánica, la formación de los suelos, regulación del clima, la purificación del agua, el control de la erosión y el control de especies plagas, sean llevadas a cabo por más de una especie y que garanticen estas funciones aun cuando falten algunas especies.”

Existen variadas clasificaciones de los factores de estrés. En general, estos pueden ser clasificados en físicos, químicos y bióticos, siendo los dos primeros agrupados bajo el término de ‘estreses abióticos’. Finalmente, entre los factores bióticos pueden mencionarse la competencia, la herbívora, la alelopatía y patógenos en general. Dentro de los estreses abióticos, son de amplia repercusión para el crecimiento y productividad de las plantas el estrés hídrico (por déficit) y las bajas temperaturas (frío).

Según OVACEN (2018) nos indica que:

Los factores abióticos pueden definirse cuáles son los componentes físicos y químicos no vivos en el ecosistema. Mientras que los factores bióticos son los componentes vivos de un ecosistema. Tanto los factores bióticos como los abióticos influyen en la supervivencia y la reproducción. Entre ambos factores, el Abiótico juega un papel vital ya que afecta directamente la supervivencia de los organismos y los factores Abióticos dentro de la complejidad de los ecosistemas, se denominan componentes no vivos (químicos y físicos), este afecta la capacidad del organismo para reproducirse y sobrevivir, estos se pueden adquirir de la atmósfera,

hidrosfera y litósfera. Algunos ejemplos de factores abióticos incluyen la luz solar, el aire, los minerales de humedad, el suelo y más. Estos materiales incluyen organismos, interacciones, partes, residuos y también su presencia. Factores como la enfermedad, la depredación y el parasitismo también pueden considerarse bióticos. Todas estas interacciones marcarán la diferencia en la supervivencia y reproducción de cada especie. Así que ambos son de vital importancia para que la biodiversidad existente en la tierra mantenga un equilibrio constante.

Según Lotero (1967) nos indica que:

“En todo sistema de explotación pecuaria siempre se debe tener presente que se trabaja con un complejo dinámico y biótico, cual es el constituido por la asociación suelo-planta-animal. En términos generales, el suelo afecta el crecimiento y composición de la planta, la cantidad y calidad de la planta (pasto en este caso) afecta a la producción y composición del animal y el animal en pastoreo tiene un efecto directo sobre el pasto y sobre el suelo.

Dentro de los muchos factores que afectan la relación suelo-planta-animal, se destacan especialmente el conocimiento de la fertilidad de nuestros suelos y el conocimiento de los requerimientos de nutrientes de las especies de pastos mejor adaptadas, con el fin de suplir al animal con un alimento adecuado en cantidad y calidad. La fertilización adecuada de los pastos es, probablemente, la práctica cultural que da resultados más rápidos y mejores para aumentar la cantidad y calidad de forrajes

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

Según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territorial (INETER, 2015) La finca Santa Rosa, está ubicada en las coordenadas $12^{\circ}09'26''$ latitud norte, $86^{\circ}08'49''$ longitud este, Sabana Grande, Managua, Nicaragua.

Figura 1. Ubicación geográfica de las divisiones de la finca Santa Rosa.



Fuente: Captura del ordenamiento de las áreas de la Finca Santa Rosa, Wendell Mejía, 2022.

La finca Santa Rosa, tiene un área aproximada de 138.06 ha, la cual está dividida en varios potreros y cubierta con diversas especies de pastos. Esta finca cuenta con cuatro Centros Académicos de Formación Practica (CAFOP): Porcino, Ovino – caprino, Avícola - cunícola y Bovino.

Según el INETER (2015) la propiedad se encuentra a una altura de 220 msnm, con un ambiente climático que consiste en precipitaciones promedio anuales que alcanzan los 1,140 mm y su distribución en el tiempo presentan dos períodos: uno lluvioso o húmedo que va desde mayo a noviembre y otro seco que corresponde a los meses de diciembre hasta abril. Poseen un clima tropical de sabana y una temperatura promedio anual de 28°C .

4.2. Tipo de suelo

Según Hernández y López (2003) plantea que:

La finca Santa Rosa muestran que los suelos tienen una textura franca con 22.5% de arcilla, 32% de limo 50% de arena, presentan un buen drenaje. Según el sistema de

clasificación estadounidense (USDA, 1999), son suelos de la clase (inceptisoles), apropiados para la agricultura y las principales limitaciones son la erosión eólica y la baja fertilidad.

4.3. Componentes agropecuarios de la Finca Santa Rosa

En el cuadro 1 se presenta una breve descripción de los componentes agropecuarios de la Finca Santa Rosa los cuales son denominados Centros de Formación Práctica (CaFop), que funcionan como unidades productivas y académicas, pero para efectos de este trabajo serán denominados componente del sistema Santa Rosa.

Cuadro 1. Componentes agropecuarios de la Finca Santa Rosa

Componente	Propósito productivo	Características Generales
Bovinos	Lácteos	Hato conformado por raza reina y cruces con otras razas por medio de inseminación artificial, pastoreo rotacional y suplementación
Porcinos	Cárnico	Sistema de producción de ciclo cerrado, predominan líneas comerciales.
Caprino/Ovino	Lácteo y Cárnico	Variedad de razas caprinas y ovinas destinadas para la producción de leche y carne.
Cunícola - avícola	Cárnico y Huevo	Líneas de aves para producción de carne y postura, diversas razas cunícolas, y otras especies integradas en menor medida (codornices, aves de patio, patos, entre otras)

Fuente: Propia

4.4. Manejo del ensayo y metodología

Con el propósito de facilitar el diagnóstico de los elementos de la biodiversidad se agruparon 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 (Vázquez, 2013).

A su vez, estos componentes funcionales se relacionaron con el manejo que se realizara en el sistema de producción, para efectuar el diagnóstico mediante los indicativos siguientes:

4.5. Indicadores

4.5.1 Diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr)

Se incluyeron los indicadores sobre tipos y diversidad de rubros productivos y la complejidad de sus diseños y manejos; al igual que la procedencia y origen del material genético. Para determinar el coeficiente de manejo del indicativo se empleó la expresión siguiente:

$$DMBPr = \frac{\sum [2Pr1 + Pr2 + 2Pr3 + Pr4 + Pr5 + Pr6 + Pr7 + Pr8 + Pr9 + Pr10 + Pr11 + 3Pr12 + Pr13 + Pr14 + Pr15 + Pr16 + Pr17 + 2Pr18]}{23}$$

Cuadro 2. Indicadores y escalas para evaluar los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva

Indicadores	Complejidad
Tipo de rubros productivos (Pr1)	(1) ha integrado 1-2 tipos de rubros productivos, (2) ha integrado tres tipos de rubros productivos, (3) ha integrado más de tres tipos de rubros productivos, (4) ha integrado más de tres tipos de rubros productivos vegetales y animales.
Diversidad de especies de cultivos herbáceas y arbustivas (Pr2)	(1) 1-3 cultivos, (2) 3-6 cultivos, (3) 7-10 cultivos, (4) más de 10 cultivos.
Aprovechamiento de los sistemas de cultivos temporales (Pr3)	(1) menos del 25% de la superficie con 2-3 siembras, (2) 25-50% de la superficie con 2-3 siembras; (3) más del 50% de la superficie con dos siembras, (4) más del 50% de la superficie con tres siembras.

Superficie de diseños en policultivos (Pr4)	(1) menos 26%, (2) 26-50%, (3) 51-75%, (4) más del 75%.
Complejidad de diseños en policultivos (Pr5)	(1) dos especies asociados o intercaladas, (2) tres especies asociados o intercaladas, (3) cuatro especies asociadas e intercaladas, (4) más de cuatro especies asociadas e intercaladas.
Diversidad de especies en sistemas de cultivos arbóreos (Pr6)	(1) una especie, (2) dos especies, (3) tres especies, (4) más de tres especies
Superficie con diseños agroforestales (Pr7)	(1) menos 26%, (2) 26-50%, (3) 51-75%, (4) más del 75%.
Complejidad de diseños agroforestales (Pr8)	(1) dos especies integradas, (2) tres especies integradas, (3) cuatro especies integradas, (4) más de cuatro especies integradas.
Diversidad de animales en sistemas de crianza (Pr9)	(1)-2 especies, (2) 3-4 especies, (3) 5-6 especies, (4) más de 6 especies
Superficie con diseños silvopastoril (Pr10)	(1) menos 26%, (2) 26-50%, (3) 51-75%, (4) más del 75%.
Complejidad vegetal de diseños silvopastoril (Pr11)	(1) dos especies integradas, (2) tres especies integradas, (3) cuatro especies integradas, (4) más de cuatro especies integradas.
Complejidad de sistema con diseño mixto (Pr12)	(1) integran a la misma superficie diversidad de especies de 1-2 rubros productivos, (2) integran a la misma superficie diversidad de especies de 3-4 rubros productivos, (3) integran a la misma superficie diversidad de especies de 5-6 rubros productivos, (4) integran a la misma superficie diversidad de especies más de 6 rubros productivos.
Superficie de sistemas de cultivos complejos (Pr13) x (Pr4+Pr7+Pr10+Pr12)	(1) menos 26%, (2) 26-50%, (3) 51-75%, (4) más del 75%.
Procedencia del material de siembra (Pr14)	(1) 100 % nacional; (2) 50-50% (nacional-provincia); (3) Mas 50-70 % forma productiva propia; (4) Mas 70 % propia.

Origen de variedades (Pr15)	(1) 100 % importado; (2) entre 40-60 % nacional-importado; (3) Mas 60 % obtenido en la forma productiva y propia; (4) Mas 70 % propia (incluye autóctonas).
Procedencia del material de siembra (Pr16)	(1) 100 % nacional; (2) 50-50% (nacional-provincia); (3) Mas 50-70 % forma productiva propia; (4) Mas 70 % propia.
Origen de razas (Pr17)	(1) 100 % importado; (2) entre 40-60 % nacional-importado; (3) Mas 60 % obtenido en la forma productiva y propia; (4) Mas 70 % propia (incluye autóctonas).
Autosuficiencia en alimento para animales de crianza (Pr18)	(1) genera hasta el 25 %; (2) genera hasta el 50 %; (3) genera hasta el 75 %; (4) genera más del 75 %.

Fuente: (Vásquez, 2013)

4.5.2 Manejo y conservación del suelo (MCS)

Se considerarán los manejos específicos que se realizarán en el suelo, que contribuye a la conservación y mejora de las funciones de la biota que habita en el mismo. Se emplea la expresión siguiente:

$$MCS = \frac{\Sigma [2S1 + S2 + S3 + 2S4 + S5 + S6 + S7]}{9}$$

4.5.3 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 (Cuadro 3). Se emplea la expresión siguiente:

$$MCA = \frac{\Sigma [A1 + A2 + 2A3 + 2A4 + A5]}{7}$$

4.5.4 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 consideraran la reducción de intervenciones, la integración de productos biológicos y de estos, los que se obtienen en el propio sistema (Cuadro 4). Se emplea la expresión siguiente:

$$MIRP = \frac{\Sigma [I1 + 2I2 + I3 + 2I4 + I5]}{7}$$

Cuadro 3. Indicadores y escalas para evaluar el manejo y conservación del suelo

Indicadores	Complejidad
Sistema de rotación de cultivos (S1)	(1) rota, pero sin estar planificado o diseñado; (2) tiene un sistema de rotación concebido según demandas del suelo (propiedades); 3: el sistema de rotación planificado considera además de 2, la reducción de incidencia de arvenses; 4: el sistema de rotación es holístico; es decir, considera diferentes propósitos (suelo, arvenses, plagas, enfermedades).
Superficie en rotación de cultivos (S2)	(1) rota hasta el 25 % de los campos de cultivos temporales y anuales; (2) rota entre 26-50 %; (3) rota entre 51-75 %; (4) rota más del 75 %.
Diversidad de fuentes de biomasa orgánica (S3)	(1) cuando incorpora un tipo de fuente de materia orgánica; (2) cuando incorpora dos tipos; (3) cuando incorpora tres tipos; (4) cuando incorpora más de tres tipos.
Superficie con incorporación de biomasa orgánica (S4)	(1) rota hasta el 25 % de los campos de cultivos temporales y anuales; (2) rota entre 26-50 %; (3) rota entre 51-75 %; (4) rota más del 75 %.
Superficie de siembras con laboreo mínimo o sin laboreo (S5)	(1) menos del 20 %; (2) entre el 20 y 30 %; (3) entre el 30-50 %; (4) más del 50 %
Superficie con prácticas antierosivas (S6)	(1) menos del 25 % superficie sistema; (2) entre el 26 50 % superficie sistema; (3) entre el 50-75 % superficie sistema; (4) más del 75 % superficie sistema.
Conservación en la preparación del suelo (S7)	(1) utiliza los implementos convencionales, pero integra los de conservación en 25 %; (2) utiliza los implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otros que no invierten el prisma) en 50 %; (3) utiliza los implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otros que no invierten el prisma) en más 50 %; (4) Solamente utiliza implementos de conservación del suelo.

Fuente: (Vásquez, 2013)

Cuadro 4. Indicadores y escalas para evaluar el manejo y conservación del agua

Indicadores	Complejidad
Superficie bajo sistemas de riego (A1)	(1) menos 25 % de la superficie; (2) 26-50 % de la superficie (3) 51-75 % de la superficie; (4) más del 75 % de la superficie
Sistemas de riego (A2)	(1) gravedad o aniego; (2) aspersores; (3) micro aspersores; (4) goteo (localizado).
Fuentes de abasto de agua para uso agrícola (A3)	(1) Acueducto; (2) Pozo; (3) Natural; (4) Colecta de lluvia
Manejo del drenaje (A4)	(1) menos 25 % de la superficie; (2) 26-50 % de la superficie; (3) 51-75 % de la superficie; (4) más del 75 % de la superficie.
Sistema de drenaje (A5)	(1) creado naturalmente; (2) elaborado según observación de corrientes de agua; (3) elaborado según curvas de nivel; (4) elaborado según (2) + (3)

Fuente: (Vásquez, 2013)

4.5.5. 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. Se considero la estructura de los elementos que la integran, así como la complejidad de los diseños y manejos que se realiza (cuadro 6). Se emplea la expresión siguiente:

$$DMBAu = \frac{\Sigma [2Au1 + Au2 + 2Au3 + Au4 + 3Au5 + Au6 + Au7 + 2Au8 + Au9 + 2Au10 + Au11 + Au12 + Au13 + 2Au14 + Au15]}{22}$$

4.5.6 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. Se considerará la incidencia y diversidad de los grupos que pueden ser observados con facilidad (Cuadro 7). Se empleó la expresión siguiente:

$$EBAs = \frac{\Sigma [As1 + As2 + As3 + As7 + As8 + As9 + As10 + 2As11 + As12]}{9}$$

Cuadro 5. Indicadores y escalas para evaluar el manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos

Indicadores	Complejidad
Decisiones de intervenciones en rubros productivos vegetales (I1)	(1) cuando realiza igual o mayor número de intervenciones; (2) cuando se ha reducido entre un 20-40 % el número de intervenciones; (3) cuando se han reducido entre un 41-60 %, (4) cuando se han reducido en más de un 60 %.
Integración de intervenciones biológicas en rubros productivos vegetales (I2)	(1) menos del 20 % de insumos biológicos; (2) 21-40 % de insumos biológicos; (3) 41-60 % biológicos; (4) más del 60 % de insumos biológicos.
Decisiones de intervenciones en rubros productivos animales (I3)	(1) cuando realiza igual o mayor número de intervenciones; (2) cuando se ha reducido entre un 20-40 % el número de intervenciones; (3) cuando se han reducido entre un 41-60 %; (4) cuando se han reducido en más de un 60 %.
Integración de intervenciones biológicas en rubros productivos animales (I4)	(1) menos del 20 % de insumos biológicos; (2) 21-40 % de insumos biológicos; (3) 41-60 % biológicos; (4) más del 60 % de insumos biológicos.
Nivel de autosuficiencia de insumos para intervenciones en rubros vegetales y animales (I5)	(1) genera hasta el 25 % de los insumos utilizados; (2) genera hasta el 50 %, (3) genera hasta el 75 %; (4) genera más del 75 %.

Fuente: (Vásquez, 2013)

Cuadro 6. Indicadores y escalas para evaluar los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar

Indicadores	Complejidad
Superficie con barreras vivas laterales (Au1)	(1) Menos 25 % campos; (2) 26-50 % campos; (3) 51-75 % campos; (4) más 75 % campos
Diversidad de especies en barreras vivas laterales (Au2)	(1) una especie; (2) dos especies; (3) tres especies; (4) más de tres especies.

Superficie con barreras vivas intercaladas (Au3)	(1) Menos 25 % campos; (2) 26-50 % campos; (3) 51-75 % campos; (4) más 75 % campos
Diversidad de especies en barreras vivas intercaladas (Au4)	(1) una especie; (2) dos especies; (3) tres especies; (4) más de tres especies.
Corredores ecológicos internos (Au5)	(1) existen, pero sin considerar sus funciones; (2) se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; (3) se incrementan según diseño; (4) (2) o (3) + se conectan con barreras vivas y cerca viva perimetral.
Diversidad de especies en corredores ecológicos internos (Au6)	(1) una especie predominante (mayor 30 %); (2) dos especies predominantes; (3) tres especies predominantes; (4) más de tres especies predominantes
Diversidad estructural de los corredores ecológicos internos (Au7)	(1) 1-2 especies arbóreas integradas; (2) (1) + 1-2 especies arbustivas, (3) (1) + (2) + 1-2 especies herbáceas; (4) Más de tres especies arbustivas o arbóreas
Manejo de ambientes seminaturales (Au8)	(1) existen, pero sin considerar sus funciones; (2) se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; (3) se incrementan; (4) se mejoran sus funciones integrando plantas necesarias
Diversidad estructural de los ambientes seminaturales (Au9)	(1) predominan 1-2 especies arbóreas integradas; (2) (1) + predominan 1-2 especies arbustivas; (3) (1) + (2) + predominan 1-2 especies herbáceas; (4) predominan más de cinco especies arbustivas o arbóreas.
Manejo de arboledas (Au10)	(1) existen, pero sin considerar sus funciones; (2) se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; (3) se incrementan; (4) se mejoran sus funciones integrando plantas necesarias.
Diversidad estructural de las arboledas (Au11)	(1) predominan 1-2 especies arbóreas integradas; (2) (1) + predominan 1-2 especies arbustivas; (3) (1) + (2) + predominan 1-2 especies herbáceas; (4) predominan más de cinco especies arbustivas o arbóreas.
Manejo de cerca perimetral (Au12)	(1) Menos 25 % de la periferia; (2) 26-50 %; (3) 51-75 %; (4) Mas 75 %.

Diversidad estructural de la cerca viva perimetral (Au13)	1: 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1) + 1-2 especies arbustivas; 3: (1) + (2) + 1-2 especies herbáceas; 4: Mas de tres especies arbustivas o arbóreas.
Tolerancia de arvenses (Au14)	(1) solo en la etapa final del cultivo; (2) desde que pasa el periodo crítico del cultivo; (3) según grado de incidencia; (4) durante todo el cultivo, de acuerdo con la incidencia de especies más competitivas.
Diversidad de animales para labores (Au15)	(1) una especie; (2) dos especies; (3) tres especies; (4) más de tres especies.

Fuente: (Vásquez, 2013)

Cuadro 7 Indicadores para evaluar el estado de los elementos de la biodiversidad asociada

Indicadores	Complejidad
Incidencia de arvenses (As1)	(1) más de 75 % grado de enmalezamiento; (2) entre 51 y 75 % grado de enmalezamiento; (3) entre 26-50 % grado de enmalezamiento; (4) menos 25 % grado de enmalezamiento.
Diversidad de arvenses (As2)	(1) se observan tres especies; (2) se observan 3-7 especies; (3) se observan 8-11 especies; (4) se observan más de 11 especies.
Incidencia de organismos nocivos en los animales de cría (As7)	(1) más del 75 % individuos afectados; (2) entre 51-75 %; (3) entre 26-50 %; (4) menos 25 %.
Diversidad de parásitos en animales de cría (As8)	(1) se observa una especie; (2) se observan dos especies; (3) se observan tres especies; (4) se observan más de tres especies.
Diversidad de enfermedades de animales de cría (As9)	(1) se observa una enfermedad; (2) se observan dos enfermedades; (3) se observan tres enfermedades; (4) se observan más de tres enfermedades.
Diversidad de polinizadores (As10)	(1) se observa una especie; (2) se observan dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.
Diversidad de grupos de reguladores naturales (As11)	(1) Se observa uno o dos grupos; (2) Se observa de uno a tres; (3) Se observa de uno a cinco; (4) Se observan más de cinco
Población de reguladores naturales (As12)	(1) Se observa de 1-5 individuos; (2) Más de 5 individuos; (3) Más de 10 individuos; (4) Inmediatamente se observan altas poblaciones

Fuente: (Vásquez, 2013)

El proceso de diagnóstico se realizó mediante visitas directas e intercambio con el personal a cargo de las unidades productivas en el propio sistema de producción. La captura de los datos primarios en algunos casos se utiliza el año actual (12 meses), comparado con años anteriores o de los últimos 1-3 años, según se especifica en el indicador que se evaluó. Se confeccionaron formularios, de forma tal que la información se capte y conserve con calidad, así como la guía de indicadores y la escala de evaluación, información de indicadores que requerían información de análisis de laboratorio se tomó en cuenta diversas investigaciones que se han realizado en la facultad.

Al concluir el proceso de diagnóstico, se determinará el Coeficiente de Manejo de la Biodiversidad (CMB) del sistema de producción, mediante la expresión siguiente:

$$\text{CMB} = \Sigma [\text{DMBPr} + \text{MCS} + \text{MCA} + \text{MISRPr} + \text{DMBAu} + \text{EBAs}] / 6$$

Finalmente se clasifico cada sistema respecto al nivel de complejidad alcanzado por diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad, que refleja mediante rangos (0 a 4) los grados de complejidad de la Biodiversidad.

Cuadro 8. Determinación del nivel de complejidad de la biodiversidad durante la reconversión del SPA

CMB	Grado de complejidad de la biodiversidad
0.1 – 1.0	Simplificado (s)
1.1 – 2.0	Poco complejo (pc)
2.1 – 3.0	Medianamente complejo (mc)
3.1 – 3.5	Complejo (c)
3.6 – 4.0	Altamente complejo (ac)

Fuente: (Vásquez, 2013)

4.6. Análisis de datos

Las técnicas e instrumentos fueron a través de una encuesta (guía de encuesta) que se realizó de forma directa a los actores claves de las unidades de producción del agroecosistema, así mismo visitas *In situ*. Para el procesamiento de la información y resultados, se redactó, ordeno y digitalizo mediante el uso de los programas Microsoft Office Excel® y Word®.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del análisis de los indicadores de biodiversidad productiva muestra (figura 2) de los cuatro componentes tuvieron puntuaciones de 1.36, 1.15, 2.46, y 2.67 para los componentes Porcinos, Bovinos, Ovino-Caprina, y Avícola - cunícola, respectivamente. Todos los componentes presentaron un máximo puntaje en Pr 14 y Pr15 ya que ellos tienen planes de recambio dentro la misma unidad evitando a través de registro la consanguinidad haciendo cambio de sementales cada 1 a 3 años según la especie. El componente Avícola - cunícola presentó el puntaje más alto debido a los índices Pr1, Pr2, Pr3, Pr4, Pr5, Pr6 y Pr7, además de que es la única unidad donde las superficies de sistemas son más complejas aunando a ellos las diversas especies animales que se concentran en el área.

La diversidad biológica en los agroecosistemas se puede clasificar en tres categorías: diversidad de cultivos, diversidad de animales y diversidad de organismos del suelo. Los estudios han demostrado que la biodiversidad aumenta la resiliencia y la capacidad de los ecosistemas agropecuarios para resistir los impactos del cambio climático y otros estresores.

En un estudio publicado por Qi *et.al* (2011), los investigadores examinaron la relación entre la diversidad de cultivos y la capacidad de los sistemas de cultivo de regeneración natural para controlar la erosión del suelo. Los resultados mostraron que los sistemas de cultivo que tenían una mayor diversidad de cultivos eran más efectivos en la prevención de la erosión del suelo. Además, los sistemas con una mayor diversidad de cultivos tenían una mayor abundancia y diversidad de microorganismos del suelo, lo que indica una mejor salud del suelo y una mayor resiliencia del ecosistema.

Otro estudio publicado (Martin *et.al* 2012) examinó la relación entre la diversidad de cultivos y la biodiversidad de aves en los agroecosistemas. Los resultados mostraron que los sistemas de cultivo con una mayor diversidad de cultivos tenían una mayor diversidad y abundancia de aves. Además, los sistemas con una mayor diversidad también tenían una mayor diversidad de insectos, que son una fuente importante de alimento para las aves.

La biodiversidad en los ecosistemas agropecuarios no solo es importante para la productividad y la estabilidad del sistema, sino que también es importante para la salud humana. La

biodiversidad en los agroecosistemas proporciona alimentos nutritivos y una amplia variedad de medicamentos tradicionales y productos de la medicina moderna.

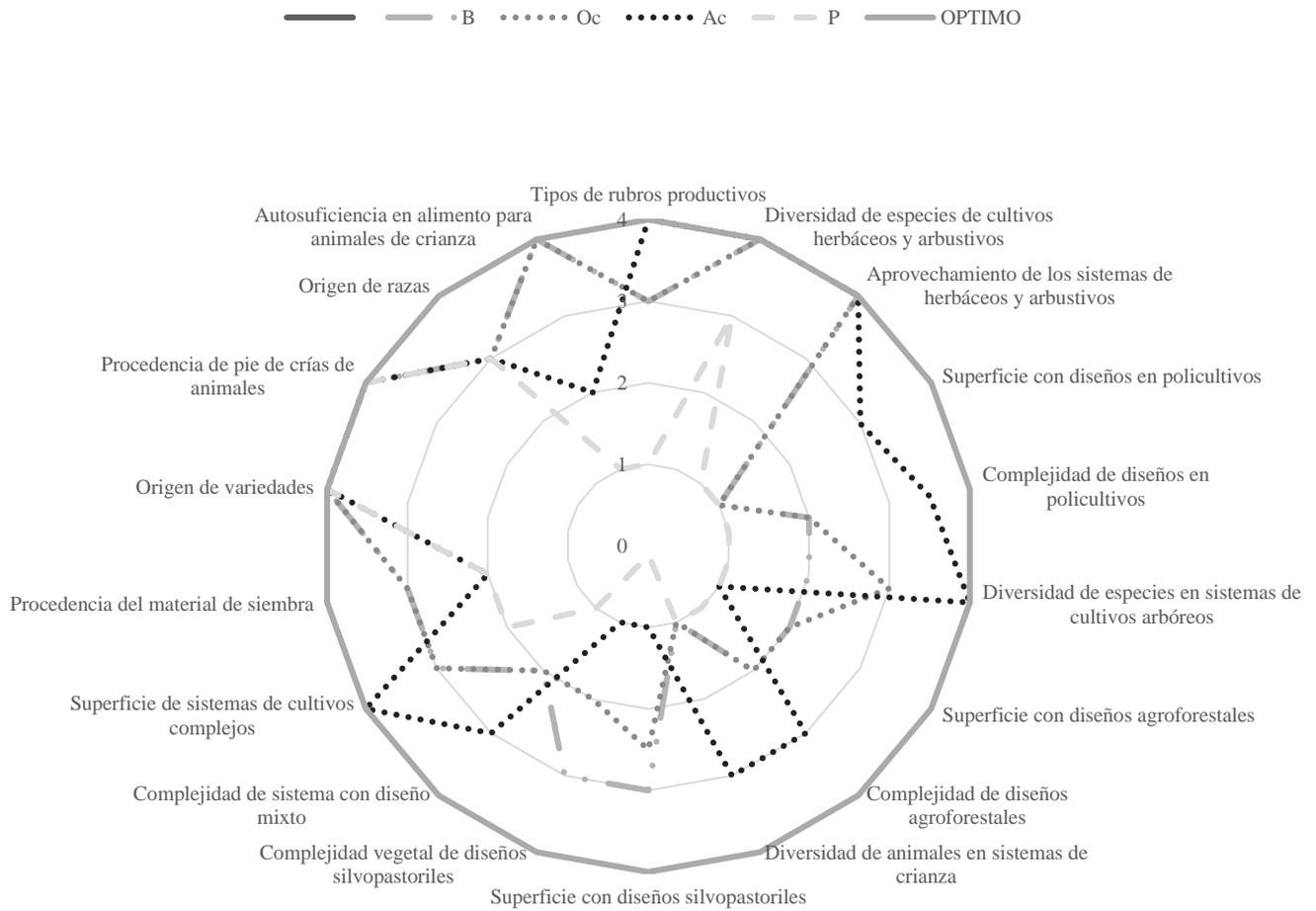


Figura 2. Diagnóstico de los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMPBr) y sus respectivos indicadores (18 indicadores), 2023.

El suelo es uno de los recursos más importantes en los ecosistemas agropecuarios, ya que es el medio en el que crecen los cultivos y proporciona una amplia variedad de servicios ecosistémicos. Sin embargo, la intensificación de la agricultura ha llevado a una disminución de

la calidad del suelo, lo que ha generado preocupación en cuanto a la productividad y sostenibilidad de los sistemas agropecuarios.

La Figura 3 muestra que los indicadores S3, S4, S5, S6, y S7 fueron los que más contribuyeron en la mejor puntuación para Avícola - cunícola con 2.89, eso es debido a que la mayor parte de la unidad de producción está basada en un uso estratégico de los diversos componentes vegetales del suelo con el ambiente de producción al ya tener múltiples especies con diferentes requisitos alimentarios es necesaria la diversidad. Bovinos, Porcinos, y Ovino-Caprino, presentaron valores de 2.11, 1.67, y 1.56 respectivamente. Las áreas con rumiantes su principal estrategia es la incorporación de biomasa orgánica al suelo, así mismo, el uso de leguminosas intercaladas en las zonas de pastoreo.

La agroecología del suelo y la diversidad de especies vegetales de múltiple estrato son enfoques fundamentales para la conservación del suelo y la promoción de sistemas agrícolas sostenibles. La implementación de prácticas agroecológicas, como la rotación de cultivos, la siembra directa y el uso de cultivos de cobertura, pueden mejorar la calidad del suelo y reducir la erosión. Además, la inclusión de especies vegetales de múltiple estrato puede aumentar la biodiversidad y la resiliencia del sistema agrícola. Un estudio publicado en la revista *Agriculture, Ecosystems & Environment* examinó la efectividad de la implementación de prácticas agroecológicas en la conservación del suelo en un sistema agrícola de secano en España. Los investigadores encontraron que la inclusión de leguminosas y cultivos de cobertura aumentó la biodiversidad del suelo y mejoró la calidad del suelo en comparación con los sistemas agrícolas convencionales. Otro estudio publicado por Weih et.al. (2022) examinó la efectividad de la diversidad de especies vegetales de múltiple estrato en la promoción de la sostenibilidad agrícola. Los resultados mostraron que la inclusión de especies vegetales de múltiple estrato aumentó la productividad agrícola, mejoró la calidad del suelo y redujo la dependencia de los insumos externos. Por lo que la implementación de prácticas agroecológicas y la inclusión de especies vegetales de múltiple estrato son enfoques efectivos para la promoción de sistemas agrícolas sostenibles y la conservación del suelo.

El manejo y conservación del suelo en los componentes es fundamental para garantizar la sostenibilidad y la productividad de los sistemas agropecuarios. La producción animal puede tener un impacto significativo en la calidad del suelo debido a la acumulación de estiércol y la

intensificación de la actividad agrícola, lo que puede provocar la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes.

Para abordar este problema, se han implementado diversas prácticas de manejo y conservación del suelo en los componentes. Entre estas prácticas se incluyen la rotación de cultivos, la siembra directa, el uso de cultivos de cobertura, la conservación del suelo y la gestión adecuada del estiércol. Qi *et.al* (2011) examinó la efectividad de la gestión del estiércol en la conservación del suelo en una granja lechera en Alemania. Los investigadores encontraron que la aplicación adecuada de estiércol en la superficie del suelo mejoró la calidad del suelo, aumentó la biodiversidad del suelo y redujo la erosión del suelo. Además, la aplicación de estiércol en la superficie del suelo también aumentó la retención de agua y nutrientes en el suelo, lo que mejoró la productividad del cultivo.

Otro estudio publicado (Morugan *et.al.*, 2015) examinó la efectividad de la siembra directa en la conservación del suelo en una unidad de producción de ganado en Brasil. Los investigadores encontraron que la siembra directa redujo la erosión del suelo, mejoró la retención de agua y nutrientes en el suelo, y aumentó la biodiversidad del suelo. Además, la siembra directa también mejoró la productividad del cultivo y redujo los costos de producción. La gestión adecuada del estiércol también puede ser una herramienta efectiva para mitigar el cambio climático. Dilly *et.al.* (2014), los investigadores examinaron el efecto de la gestión del estiércol en las emisiones de gases de efecto invernadero en una granja lechera en los Países Bajos. Los resultados mostraron que la aplicación adecuada de estiércol en el suelo redujo las emisiones de metano y óxido nitroso en comparación con la aplicación de estiércol en superficie o el almacenamiento de estiércol.

El manejo y conservación del suelo de los componentes de producción animal son fundamentales para garantizar la sostenibilidad y la productividad de los sistemas agropecuarios. La implementación de prácticas como la gestión adecuada del estiércol, la siembra directa y el uso de cultivos de cobertura pueden mejorar la calidad del suelo, reducir la erosión del suelo, aumentar la biodiversidad del suelo y mejorar la retención de agua y nutrientes en el suelo. Además, estas prácticas también pueden ser una herramienta efectiva para mitigar el cambio climático.

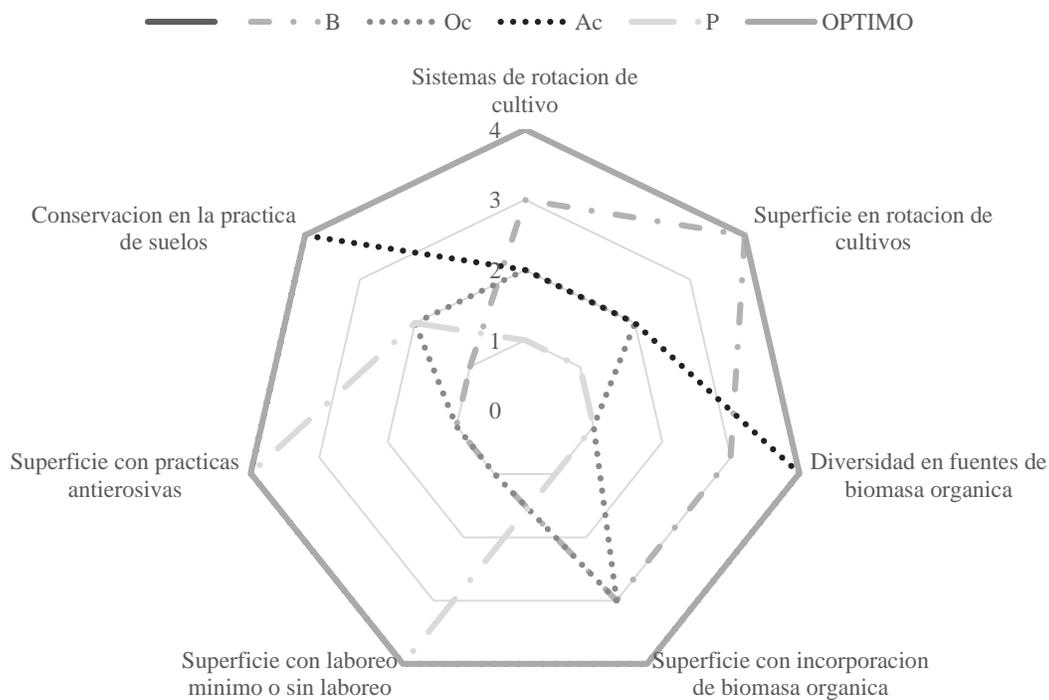


Figura 3. Diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del manejo y conservación de suelos (MCS) y sus respectivos indicadores (7 indicadores), 2023.

El manejo y conservación del agua de los componentes es fundamental para garantizar la sostenibilidad de los sistemas de producción. La gestión del agua en estos sistemas agrícolas incluye el uso eficiente del agua, la reducción de la contaminación y la conservación del recurso hídrico.

Una forma de mejorar el uso eficiente del agua es a través de la implementación de sistemas de riego por goteo y la recolección y almacenamiento de agua de lluvia. Estos sistemas permiten una aplicación precisa del agua en el momento adecuado y pueden reducir la evaporación y la escorrentía del agua. Además, la implementación de técnicas de gestión del agua como la rotación de cultivos, el uso de cultivos de cobertura y la aplicación de abonos orgánicos puede mejorar la retención del agua en el suelo y reducir la necesidad de riego (FAO, 2018).

La reducción de la contaminación del agua es otro aspecto clave en el manejo y conservación del agua de los componentes. Las prácticas agrícolas como la aplicación excesiva de fertilizantes y pesticidas pueden contaminar el agua subterránea y superficial, lo que puede tener impactos negativos en la salud humana y la calidad del agua.

El control de la contaminación se puede lograr mediante el uso de prácticas de manejo integrado de plagas, la aplicación de abonos orgánicos y la reducción del uso de pesticidas y fertilizantes químicos. La conservación del recurso hídrico también es fundamental para garantizar la sostenibilidad de los sistemas de producción animal. La implementación de técnicas de conservación de agua como la construcción de presas y la rehabilitación de humedales y ríos puede mejorar la calidad del agua y reducir la escorrentía. Además, la gestión adecuada de los pastos y la rotación de cultivos pueden reducir la erosión y mejorar la capacidad del suelo para retener el agua (Singh y Chauhan, 2019).

En la figura 4 muestra que entre todos los componentes el Bovino presentó la mejor valoración del uso y conservación del recurso agua con 3.29, seguido de Avícola - cunícola y Porcinos con 2.29 y 1.29. esto es atribuido a que la especie con la que se trabaja el agua además de:

- La falta de mantenimiento y reparación de las instalaciones: Las tuberías y equipos de riego pueden tener fugas y desperfectos que causan pérdidas de agua. Por lo que llevar a cabo un mantenimiento regular y reparar las fallas de manera oportuna para evitar el desperdicio del recurso hídrico.
- Uso inadecuado del riego: El riego excesivo o la falta de ajuste de los sistemas de riego pueden resultar en una aplicación ineficiente del agua y causar escorrentía y evaporación. Se deben ajustar los sistemas de riego y asegurarse de que se aplique la cantidad correcta de agua en el momento adecuado.
- Manejo inadecuado del estiércol: La aplicación excesiva de estiércol puede saturar el suelo y reducir su capacidad de retener el agua. La aplicación y cantidades adecuadas de estiércol son necesarias para evitar la lixiviación de nutrientes y la pérdida de agua.
- Falta de capacitación y conciencia: Los trabajadores pueden no estar capacitados adecuadamente en el manejo del agua y la importancia de su conservación. Brindar capacitación y conciencia para fomentar prácticas adecuadas de manejo y conservación del agua es requerido.

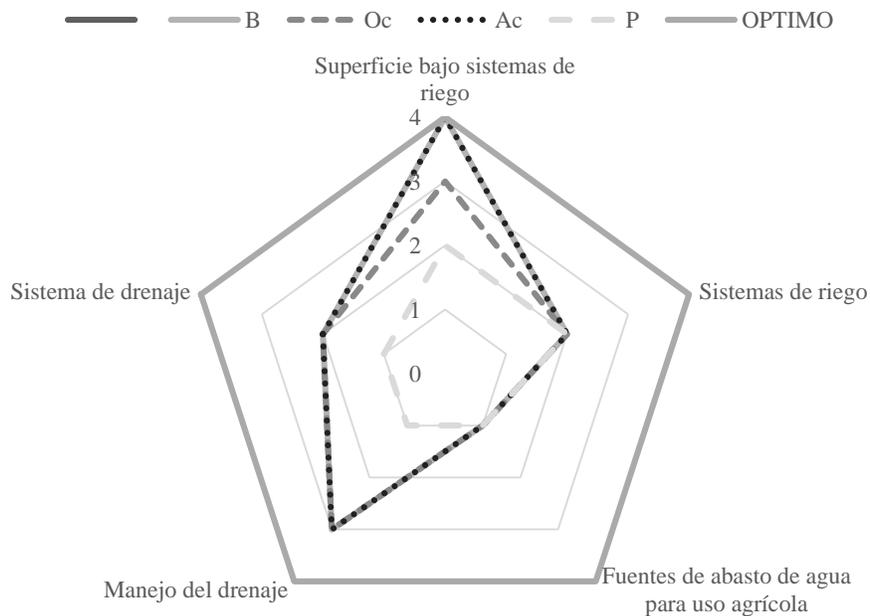


Figura 4. Diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del manejo y conservación de agua (MCA) y sus respectivos indicadores (5 indicadores), 2023.

La figura 5 muestra las intervenciones realizadas a los rubros productivos, con evaluaciones de 2.43, 1.57, 1.16 y 1.14 para Avícola - cunícola, Porcinos, Bovinos y Ovino-Caprina.

El manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos es esencial para garantizar la salud y bienestar animal, así como para prevenir y controlar enfermedades que puedan afectar la producción y calidad de los productos obtenidos. Entre las prácticas de intervención sanitaria más comunes se encuentran la vacunación, el tratamiento de enfermedades, la desparasitación, entre otras.

La vacunación es una práctica muy importante en la prevención de enfermedades en animales de producción, ya que permite desarrollar inmunidad contra patógenos que puedan afectar su salud y producción. En este sentido, se ha demostrado que la vacunación en bovinos es eficaz para prevenir enfermedades como la fiebre aftosa, la brucelosis y la tuberculosis bovina (OIE, 2017).

El tratamiento de enfermedades también es fundamental en la intervención sanitaria en rubros productivos, ya que permite curar o controlar la enfermedad en los animales afectados y evitar su propagación en el resto del rebaño. En este sentido, el uso adecuado de antibióticos y otros medicamentos es esencial para garantizar su eficacia y evitar la aparición de resistencias bacterianas.

La desparasitación es otra práctica importante en la intervención sanitaria en animales de producción, ya que permite controlar la carga parasitaria y prevenir enfermedades asociadas a la infestación parasitaria. En este sentido, se ha demostrado que la desparasitación en ovinos y bovinos mejora la producción de carne y leche, así como el bienestar animal (González et al., 2018).

Se debe mencionar que el manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos debe ser realizado por personal capacitado y bajo la supervisión de un veterinario. Además, es esencial garantizar el uso responsable de los medicamentos y vacunas, así como cumplir con las normativas sanitarias y de bienestar animal establecidas en cada país. La toma de decisiones en intervenciones sanitarias en rubros productivos animales es esencial para garantizar la salud y bienestar de los animales, así como para maximizar la producción y calidad de los productos obtenidos. La selección de las intervenciones más adecuadas debe basarse en la identificación de los problemas sanitarios y productivos más relevantes en cada situación, así como en la evaluación de la eficacia, seguridad y costo-beneficio de las diferentes opciones de intervención.

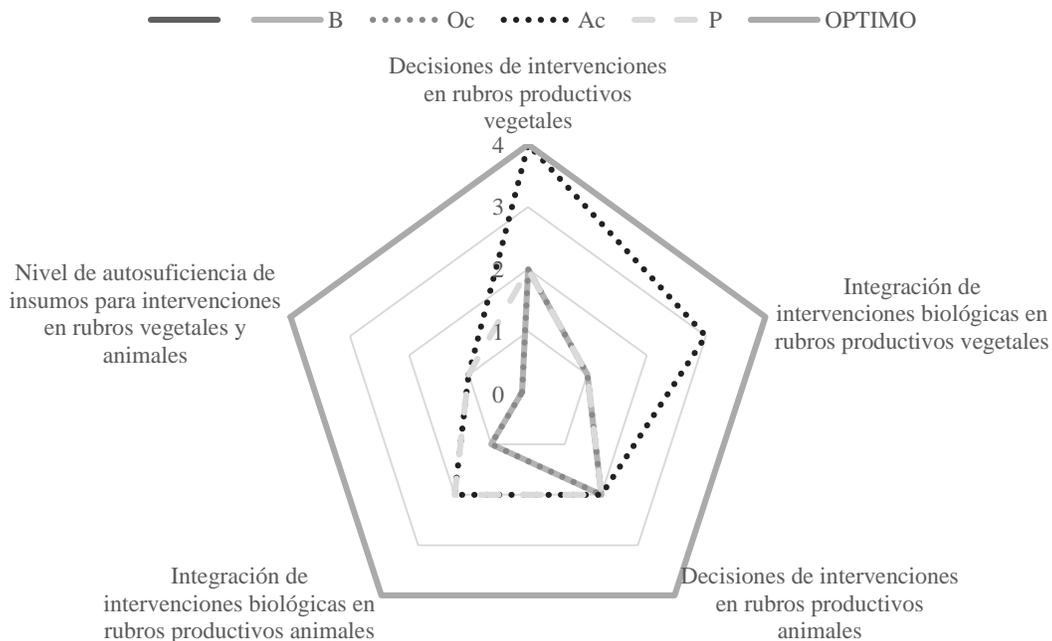


Figura 5. Diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr) y sus respectivos indicadores (5 indicadores), 2023.

La Figura 6 muestra que los indicadores que más se destacaron en todos los sistemas de producción fueron Au2, Au6, y Au14. Con bovinos con la mejor puntuación de 2.05, seguido de cabras con 1.96 eso es debido a que comparten el mismo fragmento de pastizales ambos con sistemas establecidos de barreras vivas, corredores ecológicos, y sistemas de alimentación estratégicos para el verano con especies resistentes. Avícola - cunícola, y Porcinos presentaron los valores más bajos con 1.78, y 1.55 ya que las participaciones de los elementos antes mencionado son escasas a nula.

El manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar es fundamental para mejorar la producción y la calidad de los productos agrícolas y ganaderos, así como para reducir el impacto negativo en el medio ambiente. Los elementos de la biodiversidad auxiliar se refieren a aquellos organismos y procesos que contribuyen a la regulación de plagas y enfermedades, la

polinización, la descomposición de materia orgánica y la fertilización del suelo, entre otros (Altieri y Nicholls, 2020; Kremen, *et.al.* 2007).

Para manejar adecuadamente los elementos de la biodiversidad auxiliar, es importante comprender los ecosistemas y los procesos biológicos que los regulan. Esto implica conocer la diversidad de especies presentes en el entorno, así como las interacciones ecológicas que se producen entre ellas. Asimismo, se deben identificar las prácticas agrícolas y ganaderas que afectan la biodiversidad, como el uso de pesticidas y fertilizantes químicos, la labranza intensiva y la deforestación (Altieri y Nicholls, 2020; Kremen, *et.al.* 2007).

Para preservar y fomentar la biodiversidad auxiliar, es necesario adoptar prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles que promuevan la diversidad de especies y hábitats en el entorno. Estas prácticas pueden incluir la rotación de cultivos, la siembra de plantas nativas y el uso de abonos orgánicos, entre otras (Altieri y Nicholls, 2020; Kremen, *et.al.* 2007).

Es importante fomentar la investigación y la difusión de conocimientos sobre la biodiversidad auxiliar y su manejo. Esto implica el desarrollo de programas de capacitación para productores y técnicos, la promoción de prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles, y la creación de incentivos para la adopción de estas prácticas (Altieri y Nicholls, 2020; Kremen, *et.al.* 2007).

El manejo adecuado de los elementos de la biodiversidad auxiliar es fundamental para mejorar la producción y la calidad de los productos agrícolas y ganaderos, así como para reducir el impacto negativo en el medio ambiente. Para lograr esto, es necesario comprender los ecosistemas y los procesos biológicos que los regulan, adoptar prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles y fomentar la investigación y la difusión de conocimientos sobre la biodiversidad auxiliar y su manejo.

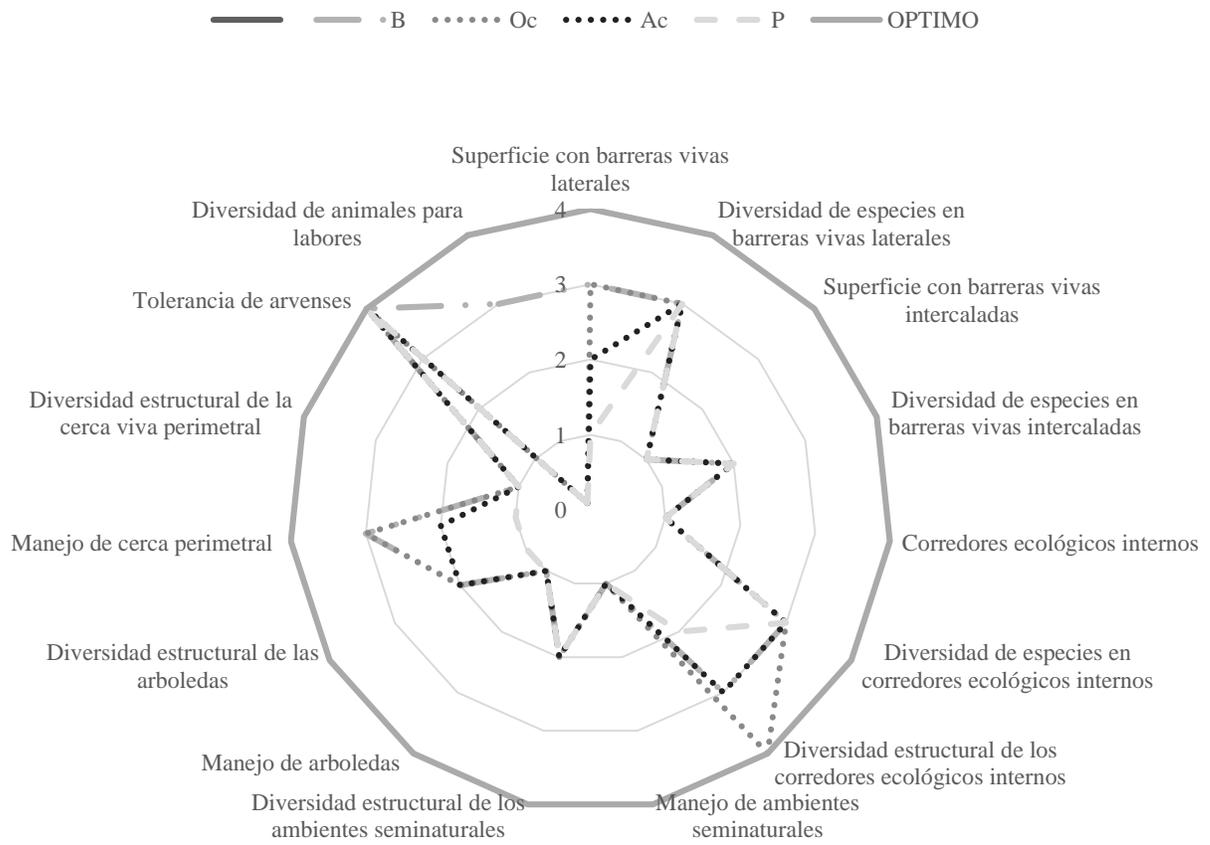


Figura 6 Diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del manejo de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu) y sus respectivos indicadores (15 indicadores), 2023.

Con respecto al estado de los elementos de la biodiversidad asociada muestra en la gráfica 7 con valores de 2.56, 2.38, 2.19, 1.81, y 1.50 para Avícola - cunícola, Bovinos, Ovino-Caprino, y Porcinos respectivamente. Los índices que más influyeron de forma positiva y general en todos de los componentes de producción fueron As4, As9, As10, con respecto a As13 solamente de los componentes Bovinos y Avícola - cunícola tuvieron presencia en el momento de la evaluación. As3 no se presentó en ninguna unidad.

El estado de los elementos de la biodiversidad asociada es de gran importancia para garantizar la producción sostenible y la conservación de los recursos naturales en las unidades de producción agropecuaria. Los elementos de la biodiversidad asociada son aquellos organismos que interactúan con los cultivos y animales de una unidad de producción, incluyendo los polinizadores, los enemigos naturales de plagas, los microorganismos del suelo y otros (Bianchi *et.al* 2006).

Sin embargo, la pérdida y degradación de hábitats naturales, la contaminación, la introducción de especies exóticas y el cambio climático son algunos de los factores que afectan negativamente al estado de la biodiversidad asociada en las unidades de producción agropecuaria. Para garantizar el estado adecuado de la biodiversidad asociada, es necesario adoptar prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles que promuevan la diversidad de especies y hábitats en el entorno. Esto implica la adopción de prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades, la rotación de cultivos, la siembra de plantas nativas, el uso de abonos orgánicos y la reducción del uso de pesticidas y fertilizantes químicos (Bianchi *et.al* 2006).

La investigación y la difusión de conocimientos sobre la biodiversidad asociada y su manejo de los componentes de producción agropecuaria se debe fomentar, esto implica el desarrollo de programas de capacitación para productores y técnicos, la promoción de prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles, y la creación de incentivos para la adopción de estas prácticas (Kremen *et.al.* 2007).

El estado adecuado de los elementos de la biodiversidad asociada es fundamental para garantizar la producción sostenible y la conservación de los recursos naturales de los componentes de producción agropecuaria. Para lograr esto, es necesario adoptar prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles que promuevan la diversidad de especies y hábitats en el entorno, fomentar la investigación y la difusión de conocimientos sobre la biodiversidad asociada y su manejo, y reducir los factores que afectan negativamente a la biodiversidad asociada.

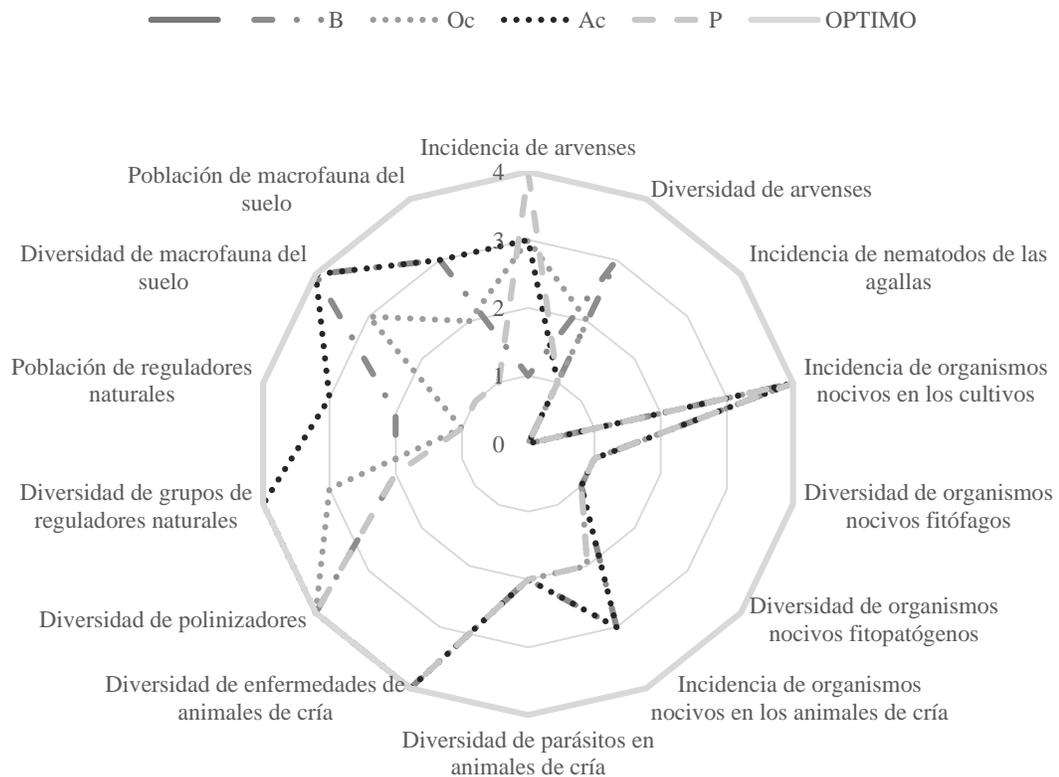


Figura 7. Diagnóstico de los indicadores para evaluar el índice del estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs) y sus respectivos indicadores (14 indicadores), 2023.

El diagnóstico de la complejidad de los diseños y el manejo de la biodiversidad agropecuaria implica evaluar la interacción entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema agrícola o pecuario.

Como resultado del diagnóstico de los componentes de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad de los componentes en la figura 8 muestra que los diferentes de los componentes presentaron diferentes grados de complejidad, los componentes Avícola - cunícola se categorizo como medianamente compleja, y las restantes componentes fueron categorizados como poco complejas con 2.44, 1.92, 1.86, y 1.54 para Avícola - cunícola, Ovino-Caprina, Bovinos, Porcinos respectivamente.

Como la identificación de los componentes bióticos: esto incluye plantas, animales, microorganismos y otros organismos que interactúan en el ecosistema agropecuario; componentes abióticos: esto incluye el suelo, el clima, el agua y otros factores no vivos que influyen en el ecosistema agropecuario. Las interacciones entre los componentes: esto implica examinar cómo los componentes bióticos y abióticos interactúan entre sí y cómo estas interacciones afectan la biodiversidad del ecosistema. Y la evaluación de la complejidad del diseño agrícola o pecuario: esto implica analizar cómo se han diseñado y organizado los componentes del ecosistema agropecuario y cómo esto afecta la biodiversidad.

Basado en el análisis anterior, se deben identificar oportunidades para mejorar el manejo de la biodiversidad, como la implementación de prácticas agrícolas y pecuarias que fomenten la biodiversidad y la reducción de prácticas antagónicas.

Un diagnóstico completo de la complejidad de los diseños y el manejo de la biodiversidad agropecuaria requiere de una evaluación cuidadosa y detallada de los componentes bióticos y abióticos del ecosistema agropecuario, así como de las interacciones entre ellos. Además, es importante considerar el impacto que tienen las prácticas agrícolas y pecuarias en la biodiversidad y buscar oportunidades para mejorar el manejo de esta.

La gestión adecuada de los recursos naturales en los componentes de producción agropecuaria es fundamental para garantizar la producción sostenible y la conservación de la biodiversidad. Para lograr esto, es necesario prestar atención a diferentes aspectos, como el manejo del suelo, el agua, las intervenciones sanitarias, la biodiversidad auxiliar y la biodiversidad asociada.

Con respecto al manejo del suelo, se requiere la adopción de prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles que promuevan la conservación del suelo y reduzcan la erosión y la degradación de este. También es importante fomentar la investigación y la difusión de conocimientos sobre el manejo del suelo y su relación con la producción agropecuaria y la biodiversidad.

El manejo del agua, se deben implementar prácticas de conservación del agua y reducción del desperdicio de los componentes; adoptando de técnicas de riego eficientes, la conservación de la calidad del agua y la implementación de sistemas de recolección y almacenamiento de agua de lluvia.

En cambio, para las intervenciones sanitarias, es fundamental adoptar prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades, que reduzcan la necesidad de pesticidas químicos y promuevan la salud animal y la seguridad alimentaria. También es importante fomentar la investigación y la difusión de conocimientos sobre las intervenciones sanitarias y su relación con la producción agropecuaria y la biodiversidad.

La biodiversidad auxiliar requiere la promoción de la diversidad de especies y hábitats en de los componentes, para que los organismos que interactúan con los cultivos y animales de una unidad de producción, como los polinizadores y los enemigos naturales de plagas, puedan desarrollar su función. Optando por prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades, la rotación de cultivos, la siembra de plantas nativas, el uso de abonos orgánicos y la reducción del uso de pesticidas y fertilizantes químicos.

Por último, en cuanto a la biodiversidad asociada, es necesario adoptar prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles que promuevan la diversidad de especies y hábitats en el entorno, para que los organismos que interactúan con los cultivos y animales de una unidad de producción puedan desarrollar su función en programas de capacitación para productores y técnicos, la promoción de prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles, y la creación de incentivos para la adopción de estas prácticas.

Tomando a consideración las premisas anteriores, para lograr una gestión adecuada de los recursos naturales en los componentes es necesario adoptar prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles que promuevan la conservación de los recursos naturales y reduzcan los impactos negativos en la biodiversidad. Además, es importante fomentar la investigación y la difusión de conocimientos sobre la relación entre la producción agropecuaria y la biodiversidad.

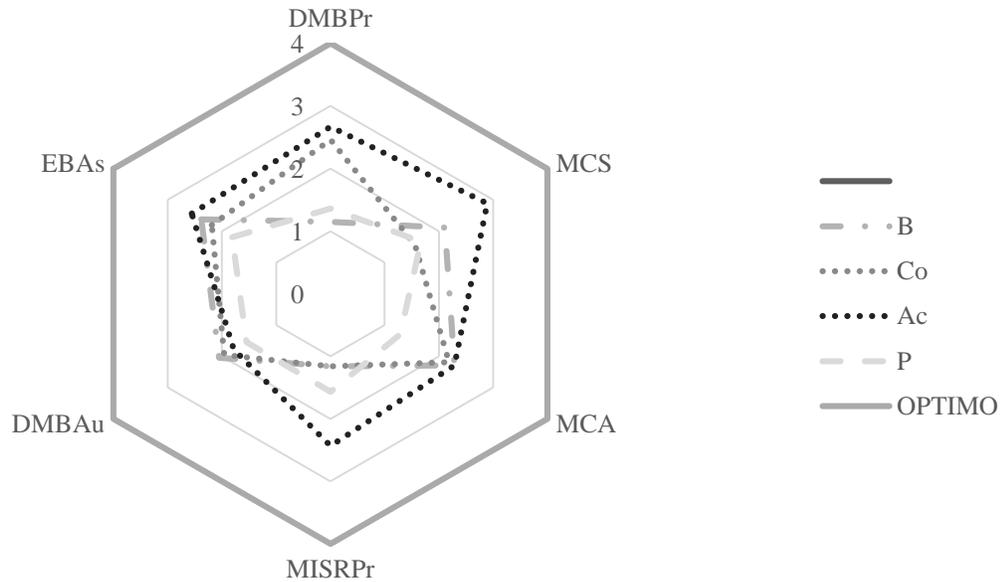


Figura 8 Resultados del diagnóstico de los componentes de diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad en los componentes y sus respectivos coeficientes.

Todos los componentes contemplan aspectos diversos de la biodiversidad (productiva, asociada, auxiliar e introducida) en menor a mayor escala de acuerdo con el diseño de agroecosistema existente. Dentro de las acciones antropogénicas que tienen mayor incidencia en las unidades de producción es el uso intensivo de agroquímicos (herbicidas, insecticidas, fertilizantes) en todos los componentes ya que no existe un plan de aplicación de estos mismos en los componentes y esto puede ocasionar un impacto negativo sobre la biodiversidad asociada y auxiliar provocando la reducción de hábitats, los recursos alimenticios, control biológico de plagas y fertilidad del suelo tomando en cuenta que la poca biodiversidad presente no está integrada de forma consciente entre los componentes.

Para mitigar los impactos negativos de las acciones antropogénicas sobre los componentes funcionales de la biodiversidad en los componentes se propone las siguientes acciones:

1. Prácticas agrícolas sostenibles: Implementar técnicas de agricultura que reduzcan la erosión del suelo, promuevan la conservación del agua y disminuyan el uso de agroquímicos para minimizar la contaminación.
2. Uso eficiente del agua: Adoptar sistemas de riego más eficientes, como el riego por goteo o el riego por aspersión, para reducir el consumo de agua en los componentes.

3. Conservación de la biodiversidad: Mantener áreas de vegetación nativa o establecer zonas de conservación en la finca para proteger la flora y fauna local.
4. Agricultura de conservación: Utilizar prácticas que eviten la labranza intensiva, mantengan la cobertura del suelo y reduzcan la compactación, lo que beneficia la calidad del suelo y la biodiversidad.
5. Reciclaje y reutilización: Implementar sistemas de reciclaje y reutilización de materiales y recursos en los componentes del sistema para reducir los residuos y el consumo excesivo.
6. Energías renovables: Incorporar fuentes de energía renovable, como paneles solares o energía eólica, para disminuir la huella de carbono de la finca.
7. Reforestación y restauración: Plantar árboles y restaurar áreas degradadas en la finca para mejorar la captura de carbono y conservar la biodiversidad.
8. Capacitación y educación: Brindar formación a los trabajadores de los diferentes componentes de la finca sobre prácticas sostenibles y técnicas para reducir el impacto ambiental.
9. Monitoreo ambiental: Implementar sistemas de seguimiento y monitoreo para evaluar el impacto ambiental de las actividades de cada componente de la finca y tomar decisiones informadas para la mejora continua.

Estas acciones combinadas pueden ayudar a reducir los impactos negativos de las actividades humanas en las fincas y contribuir a la conservación del medio ambiente.

VI. CONCLUSIONES

- La Finca Santa Rosa cuenta con los componentes de la biodiversidad, que están asociados al diseño de los agroecosistemas, teniendo como resultado en los indicadores del componente de agua obtuvieron una mayor relevancia, media relevancia por los indicadores del componente biodiversidad productiva, suelo y biodiversidad asociada y de menor relevancia lo obtuvieron los componentes de biodiversidad auxiliar e intervenciones sanitarias.
- Dentro de los componentes, las acciones antropogénicas que tuvieron mayor relevancia estuvieron dentro de los componentes de intervención sanitaria y biodiversidad auxiliar debido a que ambos elementos tienen como objetivo de reducción de incidencia de organismos nocivos en plantas, animales y la integración de los diferentes elementos para aumentar la complejidad de los diseños y manejo de los elementos de la biodiversidad.
- Para mitigar los impactos negativos de las acciones antropogénicas sobre los elementos funcionales de la biodiversidad de los componentes del sistema se proponen las prácticas de manejo que promueven la conservación de la biodiversidad, la conservación de hábitats naturales y el uso de prácticas agroecológicas ya que estos proporcionan recursos alimenticios en el agroecosistema y hábitats para la biodiversidad asociada y auxiliar.

VII. LITERATURA CITADA

- 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., & Nicholls, C. I. (2007). Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas (Vol. 2). Icaria editorial.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7–20.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for sustainable development*, 35(3), 869-890.
- Altieri, M., & Toledo, V. (2011). La revolución agroecológica en América Latina. Recuperado de: <http://biblioteca.clacso.edu.ar>, 163.
- Apollin, F., & Eberhart, C. (1999). Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural, guía metodológica.
- Berra, G., & Finster, L. (2002). Influencia de la ganadería argentina. Emisión de gases de efecto invernadero. *Revista Idia XXI*, 2(2), 212-216.
- Bianchi, F. J., Booij, C. J., and Tschardtke, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1595), 1715-1727.
- Biodiversity in Agroecosystems. (Eds, Collins, W. W. and Qualset, C. O.) CRC Press, BocaRaton, pp. 69-84.
- Weih, M., Mínguez, M. I., & Tavoletti, S. (2022). Intercropping systems for sustainable agriculture. *Agriculture*, 12(2), 291. <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/2/291/htm>

- Dilly, O., Schaller, M., Brentrup, F., & Kühling, I. (2014). Effects of manure management on soil quality and crop yield in a grassland-based dairy farming system in Germany. *Agriculture*
- Dixon, J. (2001). "Introducción". En *Sistemas de producción agropecuaria y pobreza*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO) (2015). FAO. Obtenido de *Sistemas pecuarios*. Recuperado de: <https://www.fao.org/livestock-systems/es/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO) (2018). Sustainable agriculture and water management in the livestock sector. <http://www.fao.org/3/ca0174en/ca0174en.pdf>
- Qi, S., Zheng, H., Lin, Q., Li, G., Xi, Z., & Zhao, X. (2011). Effects of livestock grazing intensity on soil biota in a semiarid steppe of Inner Mongolia. *Plant and Soil*, 340, 117-126.
- García-Ruiz, R., Oyonarte, C., & Giráldez, J. V. (2014). Soil quality indicators in Mediterranean rainfed agroecosystems under different management practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 186, 9-17.
- Gliessman, S. R., Engles, E., & Krieger, R. (1998). *Agroecología: procesos ecológicos en la agricultura sostenible*. CRC press.
- González, F., Hernández, J., y Castillo, R. (2018). Efecto de la desparasitación sobre la producción de carne y leche en ovinos y bovinos. *Revista de Investigación Agrícola y Ambiental*, 9(2), 47-55.
- Gutiérrez, J., Aguilera, L., y González, C. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, 15(46), 51-87.
- Guzmán, G.I.; Alonso, A.M. (2007). La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas*. (España). 16(1):24-36.
- Hernández, J; López, F. (2003). Producción de Biomasa de *Crathylia argentea* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencia de cortes en el trópico seco de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Managua, - Nicaragua. Tesis. Ing. Agrónomo Zootecnista. Managua, NI.

- Holling C, Gunderson L. (2001). *Panarchy: Understanding Transformations in Systems of Humans and Nature*. EUA.
- INETER (2015) Dirección general de meteorología, datos de parámetros climatológicos, evaporación y temperaturas de la estación del aeropuerto internacional de Managua, Nicaragua.
- Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., ... and Ricketts, T. H. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10(4), 299-314.
- Leyva, A. y Pohlan, A. J. (2005). *Agroecología en el trópico: ejemplos de Cuba. La biodiversidad vegetal, cómo conservarla y multiplicarla*. Aachen: Ediciones Shaker Verlag. 198 pp.
- Luffiego, M.; Rabadán J.M. (2000). La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. (España). 18(3):473-486.27
- Mairena, C. & Guillen, C. (2002). *Curso de ganadería bovina*. Escuela Internacional de agricultura y Ganadería. Rivas, Nicaragua: Edisa (Ediciones educativas, Diseños e Impresiones S.A.).
- Mairena, C., & Guillén, B. (2002). *Curso de ganadería bovina*. Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería Rivas. Nicaragua.
- Martin, E. A., Reineking, B., & Seo, B. (2012). Spatially explicit modeling of agroecosystem biodiversity: effects of alternative management regimes on birds and insects. *Science of the Total Environment*, 416, 164-173.
- Martin, K.; Saueborn, J. (2013). *Agroecology*. Springer Science/Business Media B.V. (Dordrecht). 330p.
- Martínez, F. (1991). *Análisis de los sistemas de producción agropecuarios de Masaya*. Tesis para optar al título de Ing. en Agronomía. Facultad de Ciencia Animal. Managua, Ni. 7p.
- Mazoyer, M. (1985). *Algunos apuntes sobre sistemas agrarios*. Paris, Francia. 5p.

- Morugán-Coronado, A., Gómez, J. A., & Giráldez, J. V. (2015). Soil conservation and tillage intensity effects on soil properties and crop yield in a wheat–maize rotation in central Spain. *Soil and Tillage Research*, 152, 58-66.
- Núñez, I., González-Gaudiano, É., & Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387-393.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). (2017). Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres. Tomo 1. Paris, Francia: OIE.
- OVACEN. (6 de marzo de 2018). Obtenido de <https://ecosistemas.ovacen.com/>
- Pérez, A. M., Sotelo, M., Ramírez, F., Ramírez, I., López, A., & Siria, I. (2006). Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Rio Blanco (Matagalpa, Nicaragua). *Ecosistemas*, 15(3).
- Saiz, A. L. (2010). Ganadería y cambio climático: una influencia recíproca. *GeoGraphos: Revista Digital Para Estudiantes de Geografía y Ciencias Sociales*, 1(3), 1-22.
- Velázquez, E. E. (2021). Actividad ganadera y contaminación ambiental. In *Anales de la Real Academia de Doctores* (Vol. 6, No. 2, pp. 245-260). Real Academia de Doctores de España.
- Singh, R. P., & Chauhan, S. K. (2019). Water management in animal husbandry. In *Sustainable Animal Agriculture* (pp. 129-142). Springer, Singapore.
- Sirias, I., Ramírez, F., Ramírez, I., Pérez, M., & Sotelo, M. (2005). La Biodiversidad en fincas ganaderas. Managua, Nicaragua: CATIE.
- Solbrig, O. T. (1991). The origin and function of biodiversity. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 33(5), 16-38.
- Solbrig, O. T. (1994). Plant traits and adaptive strategies: their role in ecosystem function. In *Biodiversity and ecosystem function* (pp. 97-116). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Spedding, C. R. (1979). *Ecología de los sistemas agrícolas* (No. 574 Sp319e Ej. 1).

- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M., & Siemann, E. (1997). The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277(5330), 1300-1302.
- Vandermeer J (1995) The ecological basis of alternative agriculture. *Annual Review of Ecological Systems*,26: 201-224
- Vásquez, 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, 33-42.
- Vázquez LL, Matienzo 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.
- Vázquez LL, Matienzo Y. (2006). Caracterización rápida de la diversidad biológica en los sistemas de producción agrícola, como base para el manejo agroecológico de plagas. En: IV curso-taller nacional del programa para la adopción de la lucha biológica y otras prácticas agroecológicas por el agricultor. Trinidad, Sancti Spiritus.
- Wadsworth, J. (1997). Análisis de sistemas de producción animal Tomo 2: Las Herramientas. *FAO animal production and health paper*. Roma. IT. 56-87p.
- Mena, M., Hoek, R. V. D., & Díaz, M. F. (2020). Estudio de los esquemas de extensión para la ganadería en Centroamérica: Casos de Honduras, Nicaragua y Costa Rica.
- United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service (USDA) (1999). A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. *Agriculture handbook*, 436, 96-105. <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-06/Soil%20Taxonomy.pdf>