

EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD DE UN AGROECOSISTEMA BIODINÁMICO EN LAVALLE, MENDOZA.

AUTORA: GISELA BELEN CANTALOUBE
DIRECTORA: Mgtr. Ing. Agr. Paola Mariela Studer
CODIRECTORA: Ms. Sc. Ing. RNR. Candela Mariel Arias

TESIS DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES.

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
LUGAR Y FECHA: Chacras de Coria, Luján de Cuyo, Mendoza. 16 de marzo 2026.



Evaluación de sustentabilidad de un agroecosistema biodinámico en Lavalle, Mendoza.

Autora: Gisela Belen Cantaloube

Contacto: gi.cantaloube@gmail.com

Directora: Mgtr. Ing. Agr. Paola Mariela Studer.

Contacto: pstuder@fca.uncu.edu.ar

Codirectora Ms. Sc. Ing. RNR. Candela Mariel Arias

Contacto: candeariaas@gmail.com

Jurado:

- Dr. Ing. Agr. Esteban Andres Abbona

Contacto: eabbona@agro.unlp.edu.ar

- Mgtr. Ing. RNR. Verónica Paulina Hidalgo

Contacto: vhidalgo@fca.uncu.edu.ar

- Ing. Agr. Laura Viviana Alturria

Contacto: lalturria@gmail.com

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo.

Marzo 2026.



RESUMEN

El modelo de producción agrícola convencional ha generado impactos ambientales adversos sobre los agroecosistemas y los ecosistemas naturales, entre los que se incluyen la pérdida progresiva de la capacidad productiva de los suelos y de la biodiversidad, la reducción de la variabilidad genética de los cultivos, el desplazamiento de técnicas tradicionales, el desarrollo de resistencias por parte de plagas, así también como la pobreza rural y desnutrición. Frente a esta problemática, el desarrollo agrícola ha evolucionado hacia enfoques holísticos que integran dimensiones sociales, culturales y económicas, dando lugar a la Agroecología como un paradigma científico y social que promueve la agricultura sustentable. Dentro de este marco, la producción biodinámica se destaca por concebir la finca como un organismo vivo en el que suelo, plantas, animales y seres humanos interactúan en equilibrio.

El objetivo de este estudio fue evaluar la sustentabilidad de un agroecosistema familiar capitalizado de manejo biodinámico, ubicado en el departamento de Lavalle, Mendoza utilizando el marco metodológico propuesto por Sarandón-Flores (2009), que permite desarrollar y adaptar indicadores de sustentabilidad y detectar los puntos críticos que condicionan la sustentabilidad en un agroecosistema.

La metodología incluyó una visita de campo y una entrevista a la productora para obtener información relevante para lograr la caracterización del agroecosistema y su región, la definición de dimensiones (ambiental, social, técnica y económica), la definición y ponderación de los indicadores, y la identificación de los puntos críticos de sustentabilidad.

Los resultados mostraron que, de los quince indicadores propuestos, nueve superan el valor umbral de sustentabilidad, tres se encuentran en el umbral y tres están por debajo. La dimensión social presentó los mejores niveles de sustentabilidad, mientras que la dimensión ambiental fue la de menor valor. Los puntos críticos identificados fueron la eficiencia y calidad del riego y la presencia de maquinaria agrícola e infraestructura.

Este trabajo constituye el primer antecedente de evaluación de sustentabilidad en agroecosistemas biodinámicos en el departamento de Lavalle, ofreciendo una base que puede aplicarse a otros sistemas con características similares. Se subraya la relevancia de realizar evaluaciones periódicas para monitorear la evolución de los puntos críticos y promover mejoras continuas hacia la sustentabilidad del agroecosistema.

PALABRAS CLAVES

Indicadores de sustentabilidad- Producción biodinámica- Agroecología- Lavalle



ABSTRACT

The conventional agricultural production model has generated adverse environmental impacts on agroecosystems and natural ecosystems, including the progressive loss of soil productivity and biodiversity, the reduction of crop genetic variability, the displacement of traditional practices, the development of pest resistance as well as rural poverty and malnutrition. In response to this issue, agricultural development has evolved toward holistic approaches that integrate social, cultural and economic dimensions, giving rise to Agroecology as a scientific and social paradigm that promotes sustainable agriculture. Within this framework, biodynamic production stands out for conceiving the agroecosystem as a living organism in which soil, plants, animals and human beings interact in balance.

The aim of this study was to evaluate the sustainability of a family-owned, capitalized biodynamic agroecosystem located in the department of Lavalle, Mendoza, using the methodological framework proposed by Sarandón-Flores (2009), which allows the development and adaptation of sustainability indicators and the identification of critical points that constrain sustainability in an agroecosystem.

The methodology included a field visit and an interview with the producer to gather relevant information, enabling the characterization of the agroecosystem and its region, the definition of dimensions (environmental, social, technical, and economic), the selection and weighting of indicators, and the identification of critical sustainability points.

The results showed that, of the fifteen indicators evaluated, nine exceeded the sustainability threshold, three were at the threshold, and three were below it. The social dimension presented the highest levels of sustainability, while the environmental dimension was the lowest. The critical points identified were irrigation efficiency and water quality and the presence of agricultural machinery and infrastructure.

This study constitutes the first reference for sustainability assessment in biodynamic agroecosystems in the department of Lavalle, providing a basis that can be applied to other systems with similar characteristics. The importance of conducting periodic assessments is emphasized to monitor the evolution of critical points and promote continuous improvements toward agroecosystem sustainability.

KEY WORDS

Sustainability indicators – Biodynamic production – Agroecology – Lavalle



ÍNDICE

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1. Marco teórico.....	1
1.1. Agricultura biodinámica	3
1.1.1. Certificación Demeter	3
1.2. Evaluación de sustentabilidad	4
2. Fundamentación.....	4
3. Bibliografía.....	6
CAPÍTULO 2: HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	8
1.1. Hipótesis	8
1.2. Objetivos.....	8
1.2.1. Objetivo general	8
1.2.2. Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS	9
1. Metodología.....	9
CAPÍTULO 4: CARACTERIZACIÓN REGIONAL Y DEL AGROECOSISTEMA.....	13
1. Caracterización regional	13
2. Caracterización del agroecosistema	14
2.2.1 Ecosistema.....	15
2.2.2. Sociosistema	17
2.2.3. Tecnosistema	19
2.2.3.1. Manejo de la biodiversidad.....	19
2.2.3.2. Manejo del suelo	21
2.2.3.4. Manejo del riego	25
2.2.3.5. Manejo de plagas y enfermedades	26
2.2.3.5. Calendario biodinámico.....	26
2.2.3.6. Otros manejos.....	27
3. Bibliografía.....	29
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD.....	31



1. Propuesta de indicadores de la evaluación de sustentabilidad	31
1.1. Dimensión Técnica.....	32
1.1.1. Categoría Materia orgánica.....	32
1.1.2. Categoría Riego.....	33
1.1.3. Categoría Insumos.....	34
1.1.4. Categoría Integración agrícola-ganadera	34
1.2. Dimensión Ambiental.....	35
1.2.1. Categoría Biodiversidad.....	36
1.2.2. Categoría Materia Orgánica.....	37
1.2.3. Categoría Agua	37
1.3. Dimensión Social.....	38
1.3.1. Categoría liderazgo femenino	39
1.3.2. Categoría seguridad de trabajadores.....	39
1.3.3. Categoría integración social	40
1.3.4. Categoría satisfacción del productor.....	41
1.4. Dimensión Económica.....	41
1.4.1. Categoría diversificación comercial	42
1.4.2. Categoría capitalización.....	43
1.4.3. Categoría rentabilidad	43
2. Prueba de indicadores e identificación de puntos críticos	44
2.1. Valores obtenidos para cada indicador.....	44
2.2. Índices de sustentabilidad para cada dimensión	52
2.2.1. Índice técnico general (ITG).....	52
2.2.2. Índice ambiental general (IAG)	53
2.2.3. Índice social general (ISG)	53
2.2.4. Índice económico general (IEG)	54
2.2.5. Índice de sustentabilidad total (IST).....	54
2.3. Identificación de puntos críticos.....	55
3. Bibliografía.....	57
CAPÍTULO 6: DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	61
1. Discusión	61
1.1. Hipótesis	61
1.2. Metodología	61
1.3. Indicadores.....	61
1.4. Resultados	62
2. Conclusión.....	63



3. Bibliografía.....	65
ANEXO.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de la agricultura convencional y agroecológica.....	2
Tabla 2. Preparados biodinámicos.....	22
Tabla 3. Tecnologías de la Finca Cosmos.....	28
Tabla 4. Propuesta de Indicadores para Evaluación de Sustentabilidad.....	31
Tabla 5. Indicadores propuestos para la dimensión técnica.....	32
Tabla 6. Indicadores propuestos para la dimensión ambiental.....	36
Tabla 7. Indicadores propuestos para la dimensión ambiental.....	38
Tabla 8. Indicadores propuestos para la dimensión económica.....	42
Tabla 9. Valores reales y estandarizados para cada indicador propuesto.....	45
Tabla 10. Puntos críticos identificados.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasos metodológicos para la construcción de indicadores de sustentabilidad.....	12
Figura 2. Ubicación del departamento de Lavalle.....	13
Figura 3. Agroecosistema bajo estudio.....	15
Figura 4. Flujo de materia y energía del agroecosistema.....	17
Figura 5. Mapa de actores vinculados al agroecosistema bajo estudio.....	19
Figura 6. Cuernos de vaca enterrados para elaboración del preparado 501.....	23
Figura 7. Peritoneo vacuno relleno con flores de diente de león para elaboración del preparado 506.....	23
Figura 8. Intestino vacuno relleno con flores de manzanilla para elaboración del preparado 503.....	24
Figura 9. Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias participando del proceso de dinamización en el marco del proyecto “Generando una cosmos-visión biodinámica con equidad de género en Lavalle, Mendoza” 2021.....	25
Figura 10. Preparado biodinámico dinamizado “fladen”.....	25
Figura 11. Árbol cubierto con preparado 508 aplicado manualmente.....	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico de ameba con los valores estandarizados para los indicadores propuestos.....	48
Gráfico 2. Gráfico de ameba con los valores estandarizados y promediados para las dimensiones propuestas.....	49
Gráfico 3. Gráfico de columnas de valores para cada indicador de la dimensión técnica.....	50
Gráfico 4. Gráfico de columnas de valores para cada indicador de la dimensión ambiental.....	50



Gráfico 5. Gráfico de columnas de valores para cada indicador de la dimensión social.....	51
Gráfico 6. Gráfico de columnas de valores para cada indicador de la dimensión económica	51
<i>Gráfico 7. Gráfico de columnas con los valores de índices de sustentabilidad calculados para cada dimensión.....</i>	<i>55</i>

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1. Marco teórico

A nivel mundial, los modelos agrícolas predominantes se basan en la agricultura convencional, caracterizada por sistemas de producción intensivos. Este paradigma, consolidado con la Revolución Verde entre las décadas de 1940 y 1970, promovió la adopción de paquetes tecnológicos compuestos por agroquímicos de síntesis, sistemas de riego tecnificados, semillas genéticamente mejoradas y maquinaria agrícola dependiente de combustibles fósiles. Si bien estos paquetes permitieron incrementos de rendimiento en el corto plazo, la agricultura convencional también generó impactos ambientales adversos sobre los agroecosistemas y los ecosistemas naturales (Lorenzo, 2019).

Como consecuencia, la agricultura convencional ha contribuido a la creciente dependencia de insumos externos, como combustibles fósiles, insecticidas y fertilizantes sintéticos, la pérdida progresiva de la capacidad productiva de los suelos y de la biodiversidad, junto con los riesgos de intoxicación en personas por el uso indiscriminado de sustancias químicas y derivados. A ello se suma la reducción de la variabilidad genética de los cultivos, el desplazamiento de técnicas tradicionales propias de los agricultores locales por tecnologías modernas de aplicación universal, el desarrollo de resistencias por parte de plagas y patógenos a los plaguicidas, y la marginalización de amplios sectores de la población rural (Sarandón y Sarandón, 1993; Wezel et al., 2020).

Frente a estas consecuencias, existe un consenso cada vez más amplio sobre la necesidad de adoptar nuevos modelos productivos que garanticen una producción de alimentos estable, equitativa y ambientalmente sostenible (Larrañaga y Cieza, 2014; Sarandón, 2002)

En este contexto, la **agroecología** surge como un paradigma científico, técnico y social que integra principios ecológicos y sociales para diseñar sistemas agrícolas sustentables (Larrañaga y Cieza, 2014). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)¹, la define como una ciencia, una práctica y un movimiento social que busca equilibrar las relaciones entre las personas, las plantas, los animales y el ambiente. A diferencia del enfoque productivista de la agricultura convencional, la agroecología propone una mirada holística y sistémica, en todas las dimensiones de los sistemas alimentarios, desde la producción hasta el consumo.

La Tabla 1 resume las diferencias entre la agricultura convencional y la agroecología, considerando enfoques, objetivos y técnicas.

¹ De acuerdo con la página web de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) <https://www.fao.org/about/about-fao/es/>



Tabla 1. Comparativa de la agricultura convencional y agroecológica.

Agricultura Convencional	Agroecología
ENFOQUE	
Reduccionista	Holístico
Falta de una óptica sistémica.	Empleo de una óptica sistémica
Importancia de los componentes.	Importancia de las interrelaciones
Reducción o mala definición de los límites del sistema.	Ampliación y redefinición de los límites del sistema.
OBJETIVOS	
A corto plazo.	A largo plazo
Concepto productivista	Concepto sustentable.
Énfasis en el rendimiento	Énfasis en el agroecosistema y ecosistemas relacionados
No incorporación del costo ambiental.	Incorporación del costo ambiental.
Sistemas simples, baja diversidad (alta inestabilidad)	Sistemas complejos, alta diversidad (alta estabilidad)
Biodiversidad como fuente de genes	Biodiversidad como sistema de cultivo.
TÉCNICAS	
Fertilizantes sintéticos.	Fertilizantes orgánicos. Reciclado de nutrientes.
Uso intensivo del suelo	Uso conservacionista del suelo
Agricultura permanente	Rotación cultivos-praderas
Monocultivos	Policultivos
Control químico de plagas	Manejo Integrado de Plagas
Plantas transgénicas para el control de plagas	Manejo de la biodiversidad para el control de plagas
Conservación de la biodiversidad en bancos de germoplasma	Conservación de la biodiversidad in situ
Esterilización del suelo para control de patógenos	Aumento de la biodiversidad de microorganismos del suelo para control de patógenos.

Fuente: Sarandón (2002)



Studer (2021), establece que se pueden mencionar seis corrientes que trabajan con enfoques y técnicas agroecológicas: la agricultura orgánica, la agricultura biodinámica, la agricultura natural, la permacultura, la tradicional y la agricultura regenerativa.

1.1. Agricultura biodinámica

El presente trabajo enmarca un estudio de caso de un agroecosistema biodinámico ubicado en el departamento de Lavalle en la provincia de Mendoza, Argentina.

La agricultura biodinámica surge a partir de las reflexiones del filósofo austriaco Rudolf Steiner, quien cuestionó la dirección y las prácticas de la agricultura, como una de las primeras respuestas a la creciente expansión de la agricultura convencional (Paull, 2011).

En junio de 1924, Steiner impartió una serie de ocho conferencias en Koberwitz, cerca de Breslau (actualmente Polonia), conocidas como el Curso de Agricultura donde sentó las bases de un nuevo enfoque agrícola (Colmenares, 2004). Si bien durante estas ocho conferencias no se utilizó el término agricultura biodinámica, este concepto fue desarrollado posteriormente por sus seguidores, particularmente por Ehrenfried Pfeiffer, quien sistematizó más de una década de experiencias prácticas en dos publicaciones de 1938 que consolidaron los fundamentos teóricos y metodológicos de este manejo (Paull, 2011).

Desde la biodinámica, el agroecosistema se conforma por cuatro cuerpos interrelacionados: el cuerpo físico (estructuras, suelo y minerales), el cuerpo etérico o vital (la vida vegetal y los procesos fisiológicos), el cuerpo anímico (representado por los animales y las emociones que expresan) y el Yo superior del agricultor, encargado de guiar el propósito y la conexión espiritual (Studer, 2021).

Según la Asociación Biodinámica², el manejo propone integrar los cuatro cuerpos en un sistema equilibrado y autosuficiente. En la práctica se reflejan algunas técnicas agroecológicas mencionadas en la Tabla 1 a través del fortalecimiento de la fertilidad interna mediante compostaje, rotaciones, cultivos de cobertura e integración animal, así como en la promoción de la biodiversidad y el bienestar animal. Asimismo, incorpora el uso de preparados biodinámicos destinados a estimular los procesos biológicos del suelo.

Otro aspecto distintivo de este manejo es el trabajo en armonía con los ritmos cósmicos, utilizando calendarios biodinámicos para determinar los momentos óptimos de siembra, cosecha y aplicación de preparados².

1.1.1. Certificación Demeter

Las ideas de Rudolf Steiner dieron origen, en 1928, a la creación de la Federación Biodinámica Demeter, que elaboró el primer estándar o normativa para la certificación Demeter (Biodinámico). Este estándar establece los requisitos mínimos que una finca debe cumplir para obtener el reconocimiento como establecimiento biodinámico³.

Desde entonces, el movimiento biodinámico ha continuado creciendo y, solo en la última década, las hectáreas cultivadas bajo manejo biodinámico aumentaron un 57%, alcanzando 255.000 hectáreas a nivel mundial en 2022³.

Paralelamente, existen los Sistemas Participativos de Garantías (SPG), esquemas de aseguramiento de calidad que promueven la evaluación colectiva y la corresponsabilidad entre agricultores, consumidores, asesores rurales y autoridades locales (FAO, 2018). Si bien

² De acuerdo con la página web de la Asociación Biodinámica <https://www.biodynamics.com/es/principios-y-practicas-biodinamicas>

³ De acuerdo con la página web de la Federación Biodinámica Demeter <https://demeter.net>



estos fortalecen procesos de transparencia y validación comunitaria, no sustituyen las certificaciones oficiales como Demeter en términos normativos ni habilitan el uso comercial de dichas denominaciones.

1.2. Evaluación de sustentabilidad

En la actualidad, existe un creciente interés por evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas como se ha reflejado en los trabajos de autores locales y regionales como Sarandon et al. (2006), Dellepiane et al. (2008), Aguirre y Chiape (2009), Tommasino et al. (2012), Pino Torres et al. (2013), Fontana Martini (2013), Abraham et al. (2014), Blandi et al. (2015), Frassón (2016), Fruitos (2017), Studer et al. (2019), Nebot (2020), Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025).

Studer (2021) menciona que una manera de abordar la evaluación de sustentabilidad es utilizando indicadores, que permitan la comparación de diferentes sistemas productivos, condiciones agroecosistémicas y diferentes tipos sociales. En Argentina el uso de indicadores para las evaluaciones de sustentabilidad permite medir el desempeño de un sistema productivo en sus dimensiones ambiental, social y económica, facilitando el monitoreo del progreso y la toma de decisiones informadas (Wilson et al. 2021)

Sarandón (2002) señala que los indicadores utilizados para evaluar la sustentabilidad deben ser adecuados al objetivo de evaluación, sensibles a un amplio rango de condiciones y a los cambios a lo largo del tiempo, así como presentar baja variabilidad natural durante el período de muestreo. Asimismo, deben ser confiables y de fácil medición e interpretación. Finalmente, se espera que sean robustos e integradores, permitiendo establecer valores umbrales que orienten el análisis del desempeño del agroecosistema.

Los valores umbrales se definen como niveles de referencia frente a los cuales se interpreta el desempeño de un indicador: por debajo de dicho nivel, el sistema no alcanza condiciones mínimas aceptables de sustentabilidad, mientras que por encima se aproxima o alcanza un desempeño satisfactorio (Castellani y Sala, 2013)

Studer (2021) menciona que existen diferentes marcos metodológicos para la obtención de indicadores, algunos de estos son:

- Marcos analíticos: Presión-estado-respuesta (1970), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1993) y Respuesta a la inducción y evaluación de la sustentabilidad (1999)
- Marcos sistémicos: Huella ecológica (1996) e INSURE (2004-2007)
- Marcos normativos: Metodología para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (1995) y Sarandón y Flores (2009).

De los antecedentes mencionados, la gran mayoría de los autores mencionados adopto la metodología de Sarandon y Flores (2009) expresando una gran utilidad de la metodología y facilidad en la propuesta y prueba de indicadores de sustentabilidad.

2. Fundamentación

Las actividades vitícolas, hortícolas y frutícolas son pilares de la actividad económica de la provincia de Mendoza, que cuenta con 279.703 hectáreas cultivadas distribuidas entre vid, frutas y hortalizas⁴. Según datos del Censo Nacional Agropecuario 2018, del total de 21.178 explotaciones agropecuarias en la provincia, solo el 1,98% se dedica a prácticas orgánicas,

⁴ De acuerdo con la página web del Gobierno de Mendoza en agosto 2025 [Superficie Cultivada](#)



biodinámicas o agroecológicas (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2020). Esto indica que, en su mayoría, el modelo de producción en la provincia de Mendoza es convencional. Como se mencionó anteriormente, la agricultura convencional conlleva diversas consecuencias negativas sobre los agroecosistemas, por lo que resulta necesario promover un cambio de visión en el manejo agrícola provincial, orientado hacia una producción más cercana a la sustentabilidad.

En este contexto, el presente trabajo se enfocó en evaluar la sustentabilidad de un agroecosistema biodinámico ubicado en el departamento de Lavalle, provincia de Mendoza, considerando que, pese al incremento de agricultores biodinámicos a nivel mundial, este manejo aún es incipiente en la provincia.

En el caso de la agricultura biodinámica, si bien este sistema se presenta como una alternativa orientada a la armonización de los procesos productivos con los ciclos naturales, su desempeño en términos de sustentabilidad no puede asumirse de manera automática, sino que requiere ser analizado de forma integral mediante el uso de indicadores que permitan objetivar dicho desempeño.

Sarandón (2000) menciona que la sustentabilidad debe ser económicamente viable, suficientemente productiva, ecológicamente adecuada y socialmente aceptada, mientras que Studer (2021) agrega la dimensión técnica. Estas dimensiones no siempre evolucionan de manera armónica, por lo que su análisis conjunto resulta indispensable. Es por ello por lo que resulta pertinente realizar una evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema, considerando sus distintas dimensiones, con el fin de identificar posibles puntos críticos o debilidades del sistema.

Otro punto de importancia es que, si bien a nivel regional y provincial existen antecedentes de trabajos que desarrollan indicadores para evaluar la sustentabilidad de agroecosistemas, en departamentos como Lavalle no se registran antecedentes y, según la bibliografía revisada, no se han realizado evaluaciones de sustentabilidad en agroecosistemas biodinámicos en la región.



3. Bibliografía

- Abraham, Laura; Alturria, Laura V.; Fonzar, Alfredo; Ceresa, Alejandro M.; Arnés, Esperanza (2014) Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 46(1), 161-180. <https://bdigital.uncu.edu.ar/6453>
- Asociación para la Agricultura Biológico-Dinámica en la Argentina. (AABDA). (s.f.). *Sistema Participativo de Garantía Biodinámico Demeter: cooperación y confianza como fundamento*. <https://aabda.com.ar/area-spg/>
- Castellani, V., y Sala, S. (2013). Sustainability Indicators Integrating Consumption Patterns in Strategic Environmental Assessment for Urban Planning. *Sustainability*, 5(8), 3426-3446. <https://doi.org/10.3390/su5083426>
- Colmenares, R. (2004). Fundamentos científicos y bases técnicas de la agricultura biodinámica.
- Federación Biodinámica Demeter. (2025). *Producción, Elaboración y Etiquetado. Normativa Internacional para la certificación y el uso de las marcas Demeter, Biodinámico® y marcas relacionadas*. Disponible en: <https://demeter.net/certification/standard/>
- Federación Biodinámica Demeter. (s.f.). *100 años de agricultura biodinámica*. <https://demeter.net/about/100-years/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2020). *Censo Nacional Agropecuario 2018: Resultados preliminares: Agricultura* (1.ª ed.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: INDEC.
- Larrañaga, G. F. y Cieza, R. I. (2014). *La revolución verde, el uso de la biotecnología y la agroecología como enfoque alternativo*. Introducción a las Ciencias Agrarias y Forestales, una primera aproximación a la realidad: teoría y metodología para una mirada problematizadora y crítica de los distintos. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAF). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/179960>
- Lorenzo, M.G. (2019). Suelos agrícolas: hacia un cambio de paradigma. *Experticia*, 1. <https://bdigital.uncu.edu.ar/18538>.
- Nebot, M. L. (2020). *Evaluación de sustentabilidad y propuesta de mejora técnica de un agroecosistema hortícola de Tunuyán, Mendoza* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cuyo]. <https://bdigital.uncu.edu.ar/19283>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO). (2018). *Sistemas Participativos de Garantía (PSG) para Sistemas Alimentarios Locales Sostenibles*.
- Paull, J. (2011). Biodynamic Agriculture: The Journey from Koberwitz to the World, 1924-1938. *Journal of Organic Systems*, 6(1), 27-41. https://www.academia.edu/18575685/Biodynamic_Agriculture_The_Journey_from_Koberwitz_to_the_World_1924_1938
- Sarandón, S. J., y Flores, C. C. (2009). *Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica*. *Agroecología*, 4, 19-28. Recuperado a partir de: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- Sarandón, S.J. (2002). *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. SJ Sarandón (Editor). Ediciones científicas americanas, La plata. Cap. 20:393-414.



Sarandón, S.J. y Sarandón, R. (1993) *Un enfoque ecológico para una agricultura sustentable* En: Goin F y C Goñi (Eds.) *Bases para una política ambiental de la R. Argentina*, Sección III, Cap.19:279-286.

Sese, C. (2023). *Desarrollo de indicadores y evaluación de sustentabilidad bajo un enfoque agroecológico en un agroecosistema de producción frutícola ubicado en San Carlos, provincia de Mendoza, Argentina* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cuyo]. <https://bdigital.uncu.edu.ar/20085>

Studer, P. M. (2021). *Propuesta de indicadores y evaluación de sustentabilidad para viticultores de perfil empresarial en la zona de Luján de Cuyo, Mendoza* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cuyo]. <https://bdigital.uncu.edu.ar/19285>

Wezel, A., Herren, B.G., Kerr, R.B., Barrios, E., Rodrigues Gonçalves, A.L. y Sincalir, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 40, 40. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>

Wilson, M. G.; Alderete Salas, S. I.; Milo Vaccaro, M.; Chavez Clemente, M. D.; Van Den Bosch, M. E.; Van Opstal, N. V.; Aranguren, C. I.; Sanchez, M. C.; Gimenez, G. D.; Guglielmo, P. (2021). Indicadores para evaluar la sustentabilidad de territorios y sistemas de producción. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/17190>



CAPÍTULO 2: HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La sustentabilidad de los agroecosistemas no puede ser comprobada de manera absoluta, ya que no existe un valor único de referencia contra el cual contrastar su desempeño (Sarandón, 2002). Por este motivo, la evaluación de la sustentabilidad se basa en el uso de indicadores que permiten comparar el funcionamiento de los sistemas productivos en relación con umbrales de sustentabilidad previamente definidos y probados por diversos autores.

En el caso de los sistemas de manejo agroecológico, así como la agricultura biodinámica, se espera que la aplicación de prácticas orientadas a la diversificación vegetal, el cuidado del suelo y la reducción de insumos externos contribuya a un mejor desempeño integral del agroecosistema. Sin embargo, este supuesto debe ser contrastado mediante evaluaciones que permitan verificar si dichas prácticas se traducen efectivamente en valores de los indicadores iguales o superiores a los umbrales de sustentabilidad establecidos para las distintas dimensiones analizadas.

1.1. Hipótesis

El agroecosistema en estudio presenta valores óptimos o por encima del umbral de sustentabilidad, debido a la aplicación de un manejo agroecológico.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la sustentabilidad de un agroecosistema familiar capitalizado de manejo biodinámico ubicado en el departamento de Lavalle, Mendoza.

1.2.2. Objetivos específicos

- Describir las condiciones ambientales, sociales y productivas del agroecosistema en estudio.
- Construir, adaptar y/o seleccionar indicadores para las siguientes dimensiones: ambiental, social, económica y técnica.
- Identificar los puntos críticos de la evaluación de sustentabilidad.



CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS

1. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se seleccionó como unidad de estudio un agroecosistema bajo manejo biodinámico ubicado en el departamento de Lavalle, provincia de Mendoza. El mismo ha sido categorizado como un agroecosistema de tipo familiar capitalizado. Con el fin de resguardar la privacidad de los propietarios del agroecosistema, sus nombres no serán mencionados en el presente trabajo.

Para el desarrollo de la evaluación, se empleó el Método de Evaluación de la Sustentabilidad en Agroecosistemas propuesto por Sarandón y Flores (2009). Los pasos propuestos por la metodología (Figura 1) fueron abordados por bloques (1-6) con el fin de organizar el cronograma de realización del trabajo:

1. Establecer el marco conceptual y definir los objetivos de la evaluación.

Se adoptó la definición de agricultura sustentable propuesta por Sarandón (2002), quien la define como aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan. Además, se estableció una visión de sustentabilidad fuerte, siendo aquella que considera que el capital natural no puede ser sustituido por capital manufacturado ya que no existe una sustitución perfecta.

La evaluación de la sustentabilidad se llevó a cabo a escala predial (finca) y bajo un enfoque sincrónico, considerando atributos que describieron la situación del sistema en el momento de la observación, realizada en el año 2025.

2. Caracterizar el sistema a evaluar y relevamiento de datos.

A partir de una búsqueda bibliográfica, se caracterizó el área, el departamento, donde se emplaza el agroecosistema, considerando sus dimensiones económica, social y ambiental, con el propósito de comprender la dinámica del territorio en estudio. Posteriormente, se caracterizó el agroecosistema en tres dimensiones: ecosistema, sociosistema y tecnosistema.

Para lograr una caracterización integral, se realizaron visitas a la finca que permitieron elaborar su representación espacial (Figura 3). Durante estas instancias, se efectuaron extracciones de muestras de suelo para su posterior análisis y se realizó una encuesta semiestructurada a la propietaria, con el fin de recabar la información necesaria para la caracterización en las dimensiones mencionadas y para el relevamiento de los indicadores seleccionados. Las preguntas que orientaron la encuesta se presentan en el ANEXO.

3. Definir dimensiones, categorías de análisis e indicadores.

Las dimensiones consideradas para la evaluación de sustentabilidad fueron las siguientes:

- Dimensión ambiental: introduce el entendimiento de la relación con la naturaleza y el ambiente construido y/o modificado por la intervención humana (Achkar, 2005). En este marco, se analiza el grado de naturalidad y artificialidad presente en el sistema, así como el estado de los recursos naturales (Studer, 2021). Esta dimensión contempla los aspectos vinculados con la conservación y el fortalecimiento de la complejidad de los ecosistemas, su productividad, los ciclos naturales y la biodiversidad (Achkar, 2005).



- Dimensión económica: comprende el conjunto de actividades vinculadas a la producción, distribución y consumo de bienes y servicios, así como a los procesos de intercambio, ahorro e inversión (Achkar, 2005). Esta dimensión analiza la viabilidad económica del sistema productivo, su capacidad de generar ingresos estables y sostenerse en el tiempo.
- Dimensión social: comprende el acceso equitativo a los bienes de la naturaleza en términos intergeneracionales e intrageneracionales, entre géneros, culturas, grupos y clases sociales, así como a escala individual (Achkar, 2005). Asimismo, considera las condiciones laborales, la vinculación entre actores y las oportunidades de inclusión, satisfacción y desarrollo, en la búsqueda de bienestar y equidad social (Studer, 2021).
- Dimensión técnica: en evaluaciones como las de Nebot (2020), Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025) se incorpora esta dimensión, la cual comprende el conjunto de instrumentos, prácticas, métodos y conocimientos utilizados para intervenir sobre la naturaleza con el fin de obtener bienes y servicios (Studer, 2021). Asimismo, analiza el impacto de las prácticas de manejo sobre los recursos del agroecosistema, considerando la tecnología aplicada y el diseño técnico adoptado.

Para cada dimensión se definieron diferentes niveles de evaluación organizados jerárquicamente. En primer lugar, se definieron las categorías de análisis para cada dimensión, entendidas como aspectos significativos para la sustentabilidad dentro del agroecosistema. En segundo lugar, se establecieron indicadores para cada categoría, los cuales representan características específicas de los elementos del sistema, en relación con los principales atributos de sustentabilidad (de Camino y Müller 1993).

Para el desarrollo y elección de indicadores, se consideró la caracterización del agroecosistema y se consultó bibliografía relacionada con la aplicación de indicadores, como trabajos de investigación, informes científicos y casos de estudio.

4. Ponderación y estandarización.

Debido a las múltiples dimensiones de la sustentabilidad, las unidades de medida de los indicadores son diferentes en función de las variables seleccionadas (kilos, metros, porcentajes, entre otros) (Sarandón, 2002). Por lo que se realizó un proceso de estandarización con la finalidad de independizar los indicadores de su unidad original y lograr compararlos.

La estandarización de los indicadores se realizó mediante una escala de cero (0) a cuatro (4), donde el valor 0 representa la condición de menor sustentabilidad y el valor 4 la de máxima sustentabilidad. Algunas escalas fueron extraídas y adaptadas de los autores mencionados en la bibliografía consultada, mientras que otras fueron diseñadas específicamente para el presente trabajo.

Por otro lado, la ponderación de los indicadores se realizó debido a que no todos los indicadores asumen el mismo valor o peso para la sustentabilidad, ni poseen la misma importancia en el funcionamiento del sistema en estudio (Sarandón, 2002). Es por esto, que se realizó una ponderación para dar a cada indicador un peso relativo de acuerdo con su importancia o influencia para el análisis.

5. Análisis y presentación de resultados

Una vez obtenidos los resultados de cada indicador, se procedió a su análisis mediante representaciones gráficas, específicamente el diagrama de telaraña o ameba, que ha sido utilizado por diversos autores en contextos similares. Sarandón (2002), Sarandón et al. (2006), Abraham et al. (2014), Nebot (2020), Studer (2021) y Sese (2023) emplearon este diagrama



que facilita la visualización de los resultados de manera clara y sintética, permitiendo integrar gran cantidad de información relevante y ofreciendo una perspectiva holística del problema.

En este diagrama se representaron los valores reales obtenidos para cada indicador y se los contrastó con los valores umbrales, con el objetivo de identificar aquellos casos en los que los resultados se ubicaron por debajo del umbral de sustentabilidad. Dichos umbrales fueron establecidos a partir de la bibliografía consultada.

6. Determinación de los puntos críticos a la sustentabilidad.

Sarandón (2002) define un punto crítico como aquel valor dentro de la escala de evaluación de un indicador que se sitúa por debajo del umbral establecido. La identificación de estos puntos permitió señalar los aspectos más débiles de la sustentabilidad del agroecosistema, destacando las áreas con mayor potencial de mejora mediante la implementación de estrategias sostenibles.

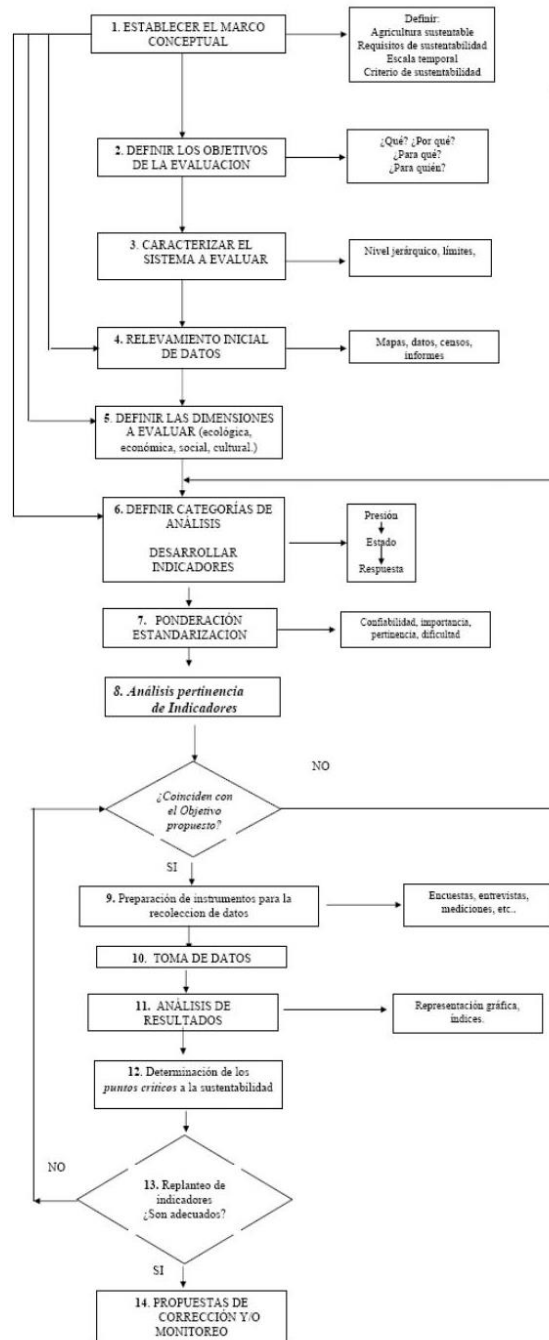


Figura 1. Pasos metodológicos para la construcción de indicadores de sustentabilidad

Fuente: Sarandón y Flores 2010



CAPÍTULO 4: CARACTERIZACIÓN REGIONAL Y DEL AGROECOSISTEMA

1. Caracterización regional

El departamento de Lavalle es una de las dieciocho divisiones político-administrativas (departamentos) de la provincia de Mendoza. Como muestra la Figura 2, está ubicado al norte de la provincia y limita al norte con la provincia de San Juan, al este con San Luis, al oeste con el departamento de Las Heras y al sur con los departamentos de Santa Rosa, La Paz, San Martín, Maipú y Guaymallén. Su extensión territorial es de aproximadamente 10.242 km², lo que equivale al 6,8 % del total de la superficie provincial (Carabaca Videla, 2017).

En cuanto a su división política, Lavalle se encuentra dividida en 21 distritos, 4 parajes y un distrito cabecero: Villa Tulumaya, donde se encuentra el agroecosistema bajo estudio. Villa Tulumaya debe su nombre a la voz quichua *Tule Mayu*: “*tule*” significa cortadera o junquillo, mientras que “*mayu*” se traduce como río. Esta denominación puede estar vinculada al arroyo Tulumaya, que atraviesa la zona y en cuyas orillas aún crecen numerosas plantas de cortadera. Además de su potencial productivo, el distrito posee un gran valor cultural y turístico (Municipalidad de Lavalle⁵).

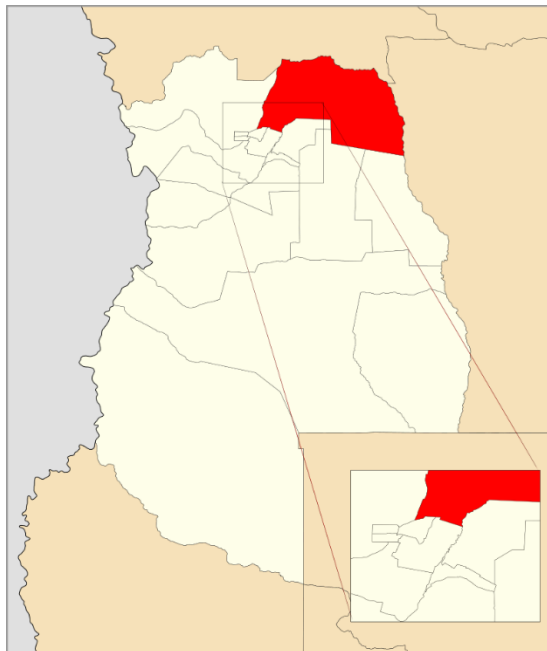


Figura 2. Ubicación del departamento de Lavalle.

Fuente: Wikipedia, Departamento Lavalle (Mendoza):

El desarrollo económico de Lavalle se sustenta principalmente en la producción agropecuaria (Carabaca Videla, 2017):

- **Vitivinicultura:** constituye la actividad agrícola más relevante del departamento. Una parte significativa de la producción de uvas se destina a la elaboración de vinos,

⁵ De acuerdo con la página web de la Municipalidad de Lavalle <https://lavallemendoza.gob.ar/public/>



mientras que el resto se orienta a la obtención de mostos, pasas y al consumo en fresco.

- **Horticultura:** el departamento cuenta con alrededor de 3.300 hectáreas cultivadas con diferentes especies hortícolas.
- **Otras actividades:** también tienen relevancia la actividad forestal, ganadería y la apicultura.

En aspectos sociales, de acuerdo con el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022, el departamento de Lavalle cuenta con 47.167 habitantes y presenta una edad mediana de 28 años, lo que lo convierte en uno de los más jóvenes de Mendoza, ya que la edad mediana provincial es de 31 años. La gran mayoría de la población (99,83 %) reside en viviendas particulares, mientras que solo el 0,17 % lo hace en viviendas colectivas (INDEC, 2022).

En términos laborales, la población ocupada de 14 años y más alcanza las 19.788 personas. De este total, alrededor del 20 % se desempeña en actividades vinculadas con la agricultura y la ganadería, principalmente en calidad de empleadas/os u obreras/os. Entre quienes se declararon empleadores o patrones (646 personas), se observa una marcada desigualdad de género: el 76 % corresponde a varones (492) y apenas el 24 % a mujeres (INDEC, 2022).

Respecto a la situación socioeconómica, el 62 % de la población en viviendas particulares de 14 años y más se considera económicamente activa. Dentro de este grupo, el rango etario de 25 a 29 años concentra el 14 %, lo que refuerza el carácter joven de la población económicamente activa (INDEC, 2022).

Desde el punto de vista ambiental, el departamento de Lavalle se caracteriza por un clima árido, con precipitaciones escasas que varían entre 60 y 150 mm anuales y un déficit hídrico de entre 1.100 y 1.200 mm, según el Boletín de Estudios Geográficos (2001). La temperatura media anual alcanza los 17,1 °C, siendo Lavalle el departamento con mayor sensación térmica de toda Mendoza. (Anastasi y Cozzani de Palmada, 2001)

La escasez de agua se ve acentuada por las altas temperaturas y la incidencia de los vientos cálidos conocidos como el Zonda. Esta condición de aridez solo se modifica en un pequeño sector del suroeste del departamento, gracias al drenaje superficial del río Mendoza. Fuera de este sector, el agua es un recurso escaso. Las precipitaciones limitadas y el aprovechamiento previo de los cauces superficiales dificultan su disponibilidad, y los recursos subterráneos enfrentan serios problemas de salinización, lo que condiciona fuertemente la actividad agrícola y el desarrollo humano en la región. (Anastasi y Cozzani de Palmada, 2001)

Con respecto a los suelos del área corresponden a llanuras con pendientes casi nulas, hacia el norte y noreste (0,2 % y 0,1 %, respectivamente). Su naturaleza es aluvial, fluvio-lacustre y, en parte, eólica, predominando texturas franco a franco-limosas con alternancia de capas arcillosas. Según la clasificación del United States Bureau of Reclamation (USBR) ⁽⁶⁾, los suelos son de clase 3 y 4, lo que indica la presencia de freática y las limitaciones correspondientes para la agricultura, evidenciadas en problemas de asfixia radicular y salinización (Ortiz Maldonado y Carmona, 2008).

2. Caracterización del agroecosistema

Altieri (2002) define los agroecosistemas como sistemas que contienen comunidades de animales y plantas que han sido modificados y artificializados con la finalidad de producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo humano. Los mismos según Ferrer y Barrientos (2007) pueden ser abordados desde tres dimensiones: ambiental, social y

⁽⁶⁾ Esta clasificación es un sistema muy utilizado que se basa en la existencia de correlaciones entre los diferentes factores que afectan la productividad bajo riego. Así, propone seis clases para evaluar la idoneidad de los suelos para soportar regadío.

técnica, cada una llamada: ecosistema, sociosistema y tecnosistema. En este caso se tomó el planteo de Studer (2021) para definir estas dimensiones:

- Ecosistema: abarca los límites espaciales y temporales, los componentes (o subsistemas) y las interacciones entre ellos, así como los flujos de entrada y salida, destacando especialmente los recursos naturales y los procesos que ocurren en ellos.
- Sociosistema: incluye la dinámica social y territorial (como las relaciones en el territorio, la calidad de vida, la equidad de género, entre otros), las condiciones de vida de empresarios y trabajadores, además de las dinámicas económicas relacionadas con mercados, rentabilidad, canales de comercialización, tipos de productos e inversiones.
- Tecnosistema: se refiere al conjunto de herramientas, métodos y saberes que las personas emplean para intervenir en la naturaleza y obtener bienes y servicios agropecuarios dentro de un contexto ambiental y social determinado. Está condicionado por el entorno ambiental y socioeconómico, al mismo tiempo que ejerce influencia sobre él. Sus principales áreas de acción son el suelo, la biodiversidad, el clima, el agua y la mano de obra.

2.2.1 Ecosistema

El agroecosistema abarca una superficie de 4,5 hectáreas y se localiza en la Villa Tulumaya, departamento de Lavalle. La Figura 3 muestra la distribución espacial de los componentes del agroecosistema.

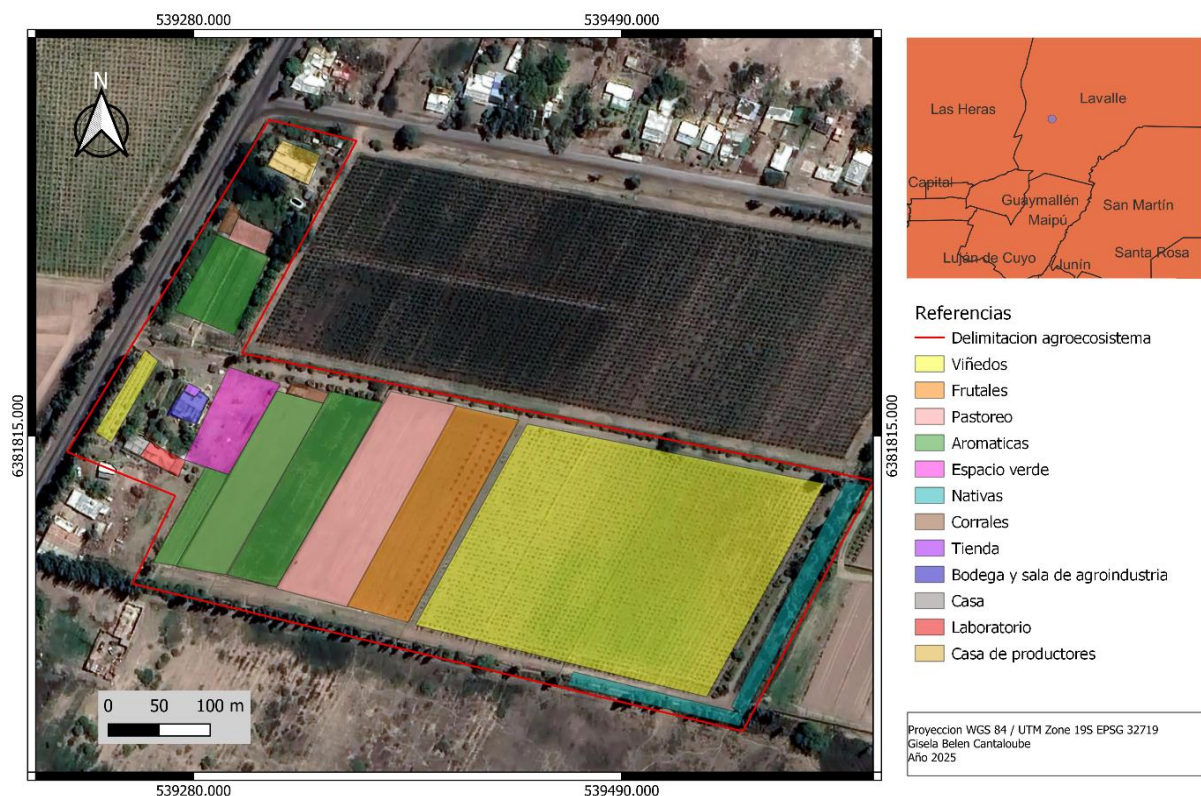


Figura 3. Agroecosistema bajo estudio

Fuente: Elaboración propia

La biodiversidad vegetal productiva está conformada por:

- 2 hectáreas a cultivo de vid (*Vitis vinífera*)



- 1 hectárea a cultivo de aromáticas: caléndula (*Calendula officinalis*), orégano (*Origanum vulgare*), romero (*Rosmarinus officinalis*), burro (*Aloysia polystachya*), cedrón (*Aloysia citrodora*), salvia (*Salvia officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*), hinojo (*Foeniculum vulgare*), perejil (*Petroselinum crispum*), albahaca (*Ocimum basilicum*), menta (*Mentha piperita*), lavanda (*Lavandula officinalis*), valeriana (*Valeriana officinalis*), milenrama (*Achillea millefolium*) y manzanilla (*Matricaria chamomilla*).
- 0,25 hectáreas a cultivo de frutales como membrillos (*Cydonia oblonga*), duraznos (*Prunus persica*) y ciruelos (*Prunus domestica*).
- Pequeña superficie a cultivo de hortalizas: según la temporada varía la superficie y sus cultivos, a veces se cultivan berenjenas (*Solanum melongena*), chauchas (*Phaseolus vulgaris*), habas (*Vicia faba*) o tomate (*Solanum lycopersicum*).

La superficie restante, alrededor de 1 hectárea corresponde a demás espacios verdes y construcciones como caminos, un laboratorio para la producción de productos de cosmética, una bodega, una sala de producción de alimentos (sala agroindustrial), una pequeña casa donde se realizan cursos de biodinámica, reuniones grupales y eventual hospedaje de visitantes y otra pequeña construcción llamada "la casa de las flores" donde se realiza el secado de las flores que serán destinadas a cosmética.

El agroecosistema también cuenta con dos corrales, uno para aves de corral como gallinas (*Gallus gallus domesticus*), patos (*Anas sp.*) y gansos (*Anser sp.*) y otro para ganado que abarca cuatro ovejas y un corderito (*Ovis orientalis aries*).

Asimismo, se observa la presencia de una diversa comunidad de insectos. Entre los himenópteros se destacan abejas (*Apis sp.*), hormigas (*Vespula sp.*) y avispas (*Vespula sp.*). También se observan dípteros como la mosca tigre (*Eristalinus sp.*), hemípteros como pulgones (*Aphididae sp.*), lepidópteros y coleópteros como el "bicho moro" (*Epicauta sp.*). Además, hay presencia de variedad de arácnidos como la arañuela (*Tetranychus*).

Con respecto a especies vegetales no productivas, la finca presenta en su perímetro vegetación nativa como totora (*Typha sp.*), pichana (*Senna aphylla*), chilca (*Baccharis salicifolia*) y aguaribay (*Schinus areira*). Estas se desarrollan principalmente a lo largo de un desagüe ubicado en todo el límite este y en aproximadamente 30 metros del límite sur de la finca. A través de un acuerdo con el propietario vecino, se ha decidido conservar esta franja de vegetación nativa para mantener su valor ecológico. Asimismo, hay presencia de vegetación espontánea que incluye chipica (*Paspalum vaginatum*), cañota (*Sorghum halepense*), mostacilla (*Rapistrum rugosum*), trébol blanco (*Trifolium repens*), vicia (*Vicia sp.*), cerraja (*Sonchus oleraceus*) y diente de león (*Taraxacum officinale*).

Dentro del flujo de materia y energía del agroecosistema (Figura 4), los animales de corral actúan como consumidores primarios junto con la diversidad de insectos previamente mencionada. A su vez, los animales de corral contribuyen al flujo mediante la excreción de heces, las cuales constituyen una fuente de materia orgánica para los organismos descomponedores.

No obstante, dado que estos animales permanecen la mayor parte del tiempo en corrales, excepto durante los períodos de pastoreo, su interacción con los consumidores secundarios mayores resulta limitada. En consecuencia, la presión ejercida por los consumidores secundarios sobre estos es prácticamente nula, con excepción de situaciones puntuales, como el ingreso eventual de zorros (*Lycalopex culpaeus*), chimangos (*Daptrius chimango*) o aguiluchos (*Geranoaetus polyosoma*).

Asimismo, se registra la presencia de insectos y otros artrópodos depredadores que actúan como consumidores secundarios dentro del agroecosistema tales como la vaquita de San Antonio (*Coccinella septempunctata*) y diversos arácnidos.

Por último, los descomponedores adquieren una relevancia particular en agroecosistemas de tipo biodinámico. Esto se debe, como se desarrollará más adelante, a la aplicación de preparados biodinámicos al suelo, que junto con los residuos animales y los restos vegetales aportan una entrada significativa de nutrientes, promoviendo la actividad biológica del suelo y potenciando los beneficios ecológicos asociados.

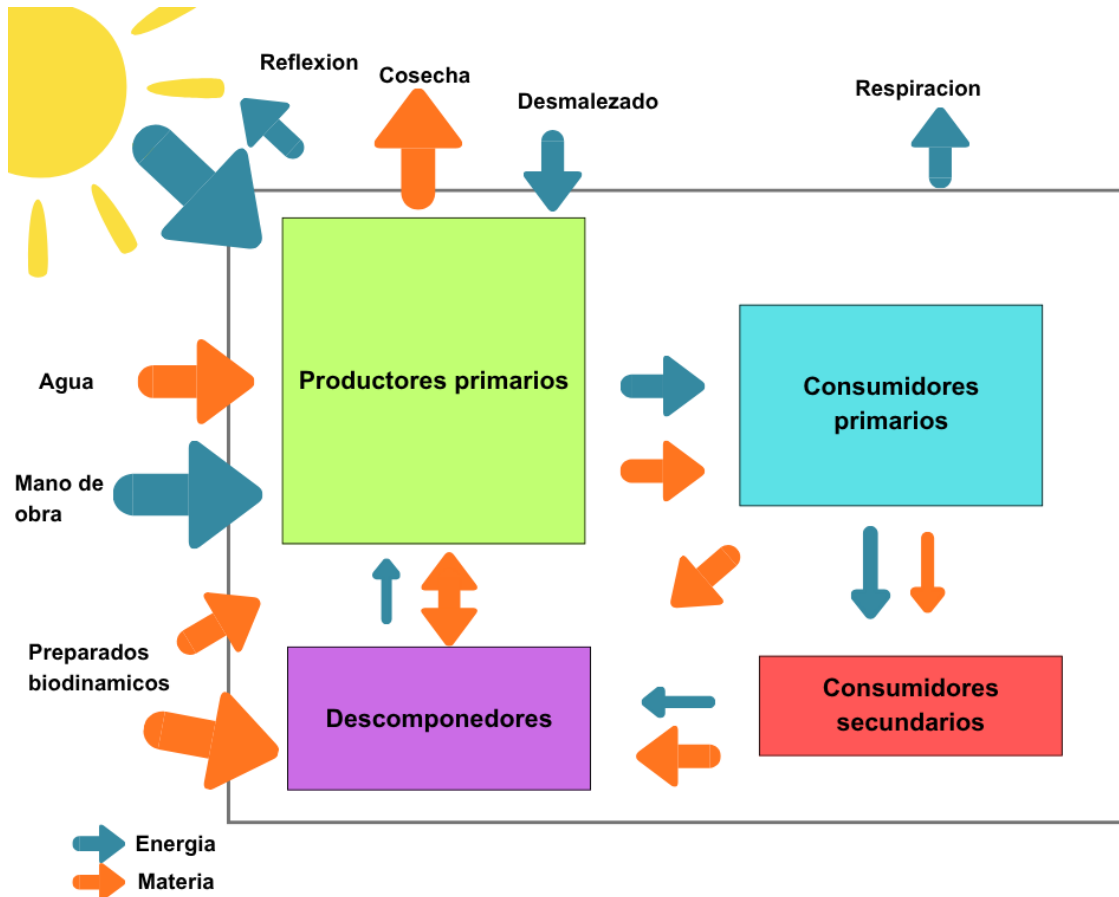


Figura 4. Flujo de materia y energía del agroecosistema

Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Sociosistema

El agroecosistema en estudio corresponde a un emprendimiento familiar cuyo objetivo principal es agregar valor a su producción primaria. En términos del tipo social agrario, se clasifica como un **productor familiar capitalizado**, caracterizado por disponer de una dotación de recursos que permite obtener beneficios inferiores a la rentabilidad media empresarial, la participación directa del productor y su familia en las labores productivas para reducir costos salariales, sin excluir la posibilidad de contratar mano de obra externa, y una racionalidad económica orientada a asegurar la subsistencia del grupo familiar (Margiotta y Benencia, 1995).

En Mendoza, este tipo de productor representa aproximadamente el 20% del total de productores (Martín, 2009).

El agroecosistema bajo estudio es una Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL) constituida en 2023 por los dos encargados. La tierra es propiedad de la sociedad y la mano de obra combina personal propio y contratado: cuenta con cuatro empleados fijos, incluidos los encargados, y puede alcanzar un máximo de 11 personas durante la temporada de



cosecha. La producción se destina principalmente a la elaboración de productos con valor agregado para el mercado interno.

En el agroecosistema, los miembros trabajan de manera horizontal, desempeñándose como colaboradores. No obstante, la dueña de la finca asume la responsabilidad de tomar las decisiones de mayor relevancia. Los puestos de liderazgo abarcan a la encargada de la finca con su rol administrativo y comercial, así como jefa de laboratorio, al encargado de bodega, el encargado del cultivo de aromáticas y la encargada de redes sociales y marketing.

Con respecto a la vinculación con demás actores sociales (Figura 5), el agroecosistema mantiene múltiples interacciones. El principal vínculo es a nivel local, donde se relaciona con clientes y productores vecinos de la zona, con quienes comparten problemáticas similares. Algunos de estos productores también integran la Asociación para la Agricultura Biológico-Dinámica en la Argentina (AABDA). Además, mantiene un vínculo cercano con la Municipalidad de Lavalle y pertenece a la Red de Turismo Rural de Lavalle. A su vez, presenta convenios con dos escuelas locales donde alumnos de últimos años realizan sus pasantías en el agroecosistema.

A nivel regional, interactúa con organismos como el Departamento General de Irrigación (DGI), que regula y provee el recurso hídrico. El emprendimiento mantiene vínculos con otros productores regionales, con quienes se comparten experiencias y se participa en ferias; varios de ellos forman parte de la AABDA. Asimismo, se mantiene un vínculo con el equipo de INTA La Consulta que brindó asesoramiento durante el inicio de la producción de aromáticas y actualmente continúa a disposición del equipo del agroecosistema para dar soporte.

En el ámbito nacional, la finca se vincula con diversos actores clave. La AABDA brinda apoyo técnico, capacitaciones en prácticas biodinámicas y otorga la certificación DEMETER, que acredita la condición biodinámica de los productos. Dentro de la AABDA, el agroecosistema es parte de uno de los Sistema Participativo de Garantía Biodinámico Demeter (SPG). El agroecosistema también presenta un convenio con la empresa cordobesa que se llama Vita Biosa cuyo producto es un probiótico, y el agroecosistema cultiva 11 plantas aromáticas de las 19 que se utilizan para elaborar ese producto. La productora es socia fundadora de "Constelación", un proyecto de producción de semillas biodinámicas a pequeña escala con su base de coordinación, almacenamiento, análisis y comercialización en Merlo, San Luis, pero la red incluye a productores biodinámicos de Córdoba, Mendoza, Buenos Aires, Salta, Tucumán, Río Negro y Neuquén. Así el agroecosistema produce algunas semillas para su conservación.

En adición, el agroecosistema recibe turistas de distintas provincias y comercializa sus productos en distintas provincias. También se recibe clientes internacionales, principalmente de Brasil, que acceden a la finca con fines turísticos y reciben recorridos guiados

Finalmente, en el ámbito internacional, el agroecosistema presenta un convenio con la Universidad Autónoma de Chapingo de México, donde visitan para realizar sus prácticas profesionales por un periodo de tres a cuatro meses, aportando sus conocimientos para el manejo del agroecosistema.



Figura 5. Mapa de actores vinculados al agroecosistema bajo estudio.

Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Tecnosistema

La finca implementa un manejo agroecológico, el método biodinámico, el cual busca promover una producción diversificada utilizando los recursos y elaboraciones propios del lugar. Este enfoque considera la influencia de la energía radiante, así como las fases de la luna y los astros, con el objetivo de favorecer un desarrollo armónico de plantas, animales y humanos⁷.

A continuación, se detallan las prácticas y técnicas de manejo según cada elemento del sistema:

2.2.3.1. Manejo de la biodiversidad

En el agroecosistema se busca incentivar el aumento de la biodiversidad. Para lograrlo, se planifica de manera estratégica la incorporación tanto de especies con fines productivos como de especies con fines no productivos, procurando que cada una cumpla diversas funciones dentro del sistema. Asimismo, se integran animales dentro del manejo los cuales cumplen un rol fundamental en el aporte y reciclaje de nutrientes al suelo y al compost a partir de su guano y en el desmalezado a través del pastoreo.

2.2.3.1.1. Especies vegetales productivas

Las especies productivas son aquellas que se cultivan con la finalidad de poder vender una parte de la planta obteniendo a cambio un beneficio económico. A continuación, se menciona el manejo de estas especies:

- Vid (*Vitis vinífera*)

La superficie cultivada con vid abarca aproximadamente 2 hectáreas, en las cuales se establecen variedades Pedro Giménez, Bonarda, Criolla (Torrónés Sanjuanino) y Syrah. El

⁷ De acuerdo con la página web de la Asociación Biodinámica
<https://www.biodynamics.com/es/principios-y-practicas-biodinamicas>



viñedo se organiza en 7 hileras de 40 metros de longitud, conducidas en espaldera (predominantemente Syrah), y 60 hileras de 100 metros, conducidas en parral.

La producción anual de uva se estima entre 8.000 y 10.000 kg correspondientes a las variedades Pedro Giménez, Criolla y Bonarda, además de aproximadamente 500 kg de Syrah.

La poda se orienta principalmente a un manejo formativo, priorizando el desarrollo de brazos nuevos y la renovación de pitones y cargadores, más que al ajuste de la carga productiva. Los restos de poda fina se incorporan al suelo como abono verde, mientras que los residuos leñosos de mayor diámetro se destinan a calefacción.

La cosecha se realiza de manera totalmente manual, a cargo del personal propio de la empresa.

- Aromáticas: caléndula (*Calendula officinalis*), orégano (*Origanum vulgare*), romero (*Rosmarinus officinalis*), burro (*Aloysia polystachya*), cedrón (*Aloysia citrodora*), salvia (*Salvia officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*), hinojo (*Foeniculum vulgare*), perejil (*Petroselinum crispum*), albahaca (*Ocimum basilicum*), menta (*Mentha piperita*), lavanda (*Lavandula officinalis*), valeriana (*Valeriana officinalis*), milenrama (*Achillea millefolium*) y manzanilla (*Matricaria chamomilla*).

El sistema de cosecha de plantas y recolección de flores se realiza de forma totalmente manual, a cargo del personal propio de la empresa. Una vez recolectadas, las flores son sometidas a un proceso de secado controlado en la denominada “casita de las flores”.

Finalizado el secado, las flores se almacenan en el laboratorio para su posterior utilización en la elaboración de productos cosméticos. En los casos en que la producción se destina a Vitabiosa, el procedimiento de secado es el mismo; sin embargo, las flores se embalan y envían conforme a los requerimientos específicos de dicha empresa.

- Frutales membrillos (*Cydonia oblonga*), duraznos (*Prunus persica*) y ciruelos (*Prunus domestica*).

Los frutales se manejan con una poda mínima, enfocada principalmente en el despeje del centro de los árboles y en la eliminación de ramas envejecidas o improductivas.

La cosecha se lleva a cabo de manera totalmente manual, por el personal propio de la empresa.

- Hortalizas: berenjenas (*Solanum melongena*), chauchas (*Phaseolus vulgaris*), habas (Vicia faba) o tomate (*Solanum lycopersicum*).

En el caso de la producción de hortalizas, se fomenta la diversificación de plantas buscando asociaciones beneficiosas entre algunas especies como como albahaca con tomate o berenjena con chauchas, combinaciones que han demostrado aportar múltiples beneficios al desarrollo de los cultivos y reducir la incidencia de plagas. Asimismo, estas asociaciones permiten un mejor aprovechamiento de la luz, el agua y los nutrientes en comparación con los monocultivos (Muñoz, 2023).

El sistema de cosecha es completamente manual llevado a cabo por el mismo personal de la empresa.

2.2.3.1.2. Especies vegetales no productivas

Se fomenta el crecimiento espontáneo de especies no productivas que cumplen la función de abonos verdes dentro de la denominada “cosecha de sol” como la chipica (*Paspalum vaginatum*), cañota (*Sorghum halepense*), mostacilla (*Rapistrum rugosum*), trébol blanco (*Trifolium repens*), vicia (*Vicia sp.*), cerraja (*Sonchus oleraceus*) y diente de león (*Taraxacum officinale*).



La “cosecha de sol” se lleva a cabo cuando las plantas mencionadas alcanzan una altura determinada, momento en el cual se podan mediante motoguadaña, dejando los restos vegetales in situ. De esta forma, el material vegetal actúa como aporte orgánico al suelo, mejorando su fertilidad y estructura en preparación para futuros cultivos productivos, al tiempo que favorece el rebrote natural de nuevas especies que continuarán desempeñando el rol de abono verde.

Esta vegetación espontánea en ocasiones puede competir con las aromáticas productivas. Aun así, no se realizan tareas específicas de control, ya que se consideran parte de la biodiversidad.

2.2.3.1.3. Especies animales

El agroecosistema presenta dos corrales, uno que alberga gallinas (*Gallus gallus domesticus*), patos (*Anas sp.*) y gansos (*Anser sp.*) y otro con cuatro ovinos mayores y un corderito (*Ovis orientalis aries*). La alimentación de las gallinas proviene de fuentes externas, lo que implica un ingreso de nutrientes al sistema. En cambio, el resto de los animales se alimenta principalmente de la vegetación espontánea presente entre los cultivos, contribuyendo a reducir la incidencia de esta en la productividad de los cultivos. De este modo, el pastoreo cumple una función de desmalezado, disminuyendo la necesidad de trabajo manual por parte de los productores.

De estos animales, se obtienen 2000 kg de guano que se utiliza para la preparación de compost y otros preparados.

Con respecto a insectos, el agroecosistema cuenta con tres colmenas las cuales se trabajan de forma natural, es decir, sin alambres y sin aporte de alimentación para las abejas. Se deja que las abejas trabajen naturalmente y se realiza una pequeña extracción de miel de estas colmenas para uso propio de los productores.

2.2.3.2. Manejo del suelo

En cuanto a las prácticas de manejo del suelo, el agroecosistema dispone de un tractor para la preparación y labranza; sin embargo, durante los últimos ciclos productivos no ha sido posible utilizarlo debido a la necesidad de reparaciones y ajustes técnicos. Por lo tanto, el manejo del suelo se realiza de manera manual, utilizando herramientas de mano como palas y rastrillos. Adicionalmente, se implementa la rotación de cultivos, particularmente en la superficie destinada al cultivo de especies aromáticas.

La aplicación de compost directa en el suelo se realiza después de segar las especies espontáneas entre las filas de cultivo. El momento óptimo para el segado es antes del 5% de floración (Nazar García y Studer, 2021).

2.2.3.2.1. Manejo de nutrientes

Toda la fertilización en la finca es de origen orgánico. Para ello se utiliza compost elaborado en la propia finca, así como biofertilizantes como guano de cabra y té de compost. Los ingredientes utilizados para la elaboración del compost incluyen cenizas, guano, y residuos de orujo y escobajos del viñedo. Este compost se destina a su uso en la vid, frutales, cultivo de aromáticas y huertas.

2.2.3.2.2. Preparados biodinámicos

Además del compost, se elaboran y aplican preparados biodinámicos (Tabla 2). Estos se encuentran numerados del 500 al 507, y se integran al manejo siguiendo el calendario lunar o calendario biodinámico.

Tabla 2. Preparados biodinámicos

Numero	Nombre	Material	Órgano animal	Cantidad/año
500	Estiércol en cuerno	Estiércol de vaca	Cuerno de vaca	4 cuernos por 1 ha
501	Sílice en cuerno	Cuarzo molido	Cuerno de vaca	1 cuerno por 25 ha
502	Milenrama	Flores	Vejiga de ciervo macho	1 vejiga/ 250 ha
503	Manzanilla	Flores	Intestino de Vaca	30 cm./100 ha
504	Ortiga	Planta entera	Ninguno	
505	Corteza de Roble	Corteza	Cráneo de vaca	1 cráneo/300 ha
506	Diente de León	Flores	Peritoneo vacuno	30x30 cm./100 ha
507	Valeriana	Extracto de flores	Ninguno	

Fuente: Colmenares, 2004.

Como muestra la tabla anterior, los preparados biodinámicos son a base de plantas y flores como milenrama, manzanilla, ortiga, corteza de roble, diente de león y valeriana. Estas plantas se complementan con cinco órganos animales que funcionan como recipientes, mientras que la ortiga se utiliza de forma independiente. La interacción entre las plantas y los órganos animales permite que la fuerza de las plantas se transforme en un conductor de energía conectado con el reino animal, la tierra y el cosmos, potenciando sus propiedades beneficiosas (Asociación Biodinámica⁸). Las Figura 6, Figura 7 y Figura 8, muestran algunos de los preparados obtenidos tras la integración de los restos vegetales con los animales. Una vez integrados, estos preparados se entierran para permitir su descomposición conjunta.

El preparado de campo 500 mejora la vida del suelo y la relación suelo-planta, se aplica sobre la cama de siembra, alrededor del momento de la siembra y en los primeros estadios de crecimiento de los cultivos, para estimular sus funciones y mejorar el desarrollo radicular y el suministro ascendente de la savia bruta rica en nutrientes (Colmenares, 2004).

El preparado de campo 501 fortalece la fotosíntesis y la maduración de los cultivos, se utiliza cuando la planta ya ha desarrollado su parte aérea, favoreciendo la fotosíntesis y la savia elaborada, lo que mejora el sabor, aroma, color, capacidad reproductiva y vigor de las semillas (Colmenares, 2004).

Luego, están los preparados de compost. Estos se aplican sobre los restos orgánicos de la finca para favorecer su fermentación aeróbica y transformarlos en un abono de alta calidad, rico en nutrientes estables y en humus. (Colmenares, 2004).

Combinando los preparados de campo con los de compost, se permite que las plantas se desarrollen de manera saludable y equilibrada, accedan a todos los nutrientes necesarios y sean más resistentes a plagas, enfermedades y condiciones climáticas extremas. (Asociación Biodinámica⁸)

Existe además un noveno preparado, el 508, té de cola de caballo, utilizado para prevenir enfermedades fúngicas y regular el equilibrio hídrico en el suelo y las plantas.

⁸ De acuerdo con la página web de la Asociación Biodinámica <https://www.biodynamics.com/es/que-son-los-preparados-biodinamicos>



Figura 6. Cuernos de vaca enterrados para elaboración del preparado 501

Fuente: Productora del agroecosistema



Figura 7. Peritoneo vacuno relleno con flores de diente de león para elaboración del preparado 506.

Fuente: Productora del agroecosistema



Figura 8. Intestino vacuno relleno con flores de manzanilla para elaboración del preparado 503.

Fuente: Productora del agroecosistema

Tras el período de enterramiento necesario, que varía según cada preparado, estos se extraen del suelo y deben ser dinamizados antes de su aplicación (Figura 9 y Figura 10). En el dinamizador se mezcla el preparado 500 junto con otro preparado (del 501 al 507) en agua a aproximadamente 30–40 °C, agitando hasta generar lo que se denomina “caos” o “fladen”. El preparado 500 se aplica a razón de 100 g/ha, idealmente por la tarde. Su función es canalizar fuerzas hacia el suelo, formando un super-compost a nivel energético más que material, promoviendo la formación de microorganismos, la descomposición de la materia orgánica y el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Así, una pequeña cantidad de cada preparado se agrega al compost al inicio y después de cada volteo, fortaleciendo su calidad al estabilizar nutrientes como el nitrógeno, aumentar la diversidad microbiana y hacer más sensible el proceso de compostaje.

En el agroecosistema, la aplicación de preparados se realiza cada 1 a 2 meses, y el tipo de preparado depende tanto de la época del año como del calendario biodinámico. A diferencia de un fertilizante químico, cuya aplicación suele estar guiada y responde a una necesidad puntual, los preparados biodinámicos buscan sostener un equilibrio constante entre los elementos, sin necesidad de intervenciones específicas o aisladas.



Figura 9. Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias participando del proceso de dinamización en el marco del proyecto “Generando una cosmos-visión biodinámica con equidad de género en Lavalle, Mendoza” 2021.

Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Preparado biodinámico dinamizado “fladen”.

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.4. Manejo del riego

El agroecosistema cuenta con derecho de riego para toda su superficie, y la distribución del agua se realiza por turnos. La mayor superficie, siendo las hectáreas cultivadas con vid y



frutales, se riegan mediante un sistema de riego por manto. Por otra parte, una menor superficie, correspondiente a algunas aromáticas y un pequeño sector de vid se riega por un sistema de goteo alimentado a través de un pozo de 2 pulgadas de ancho y 120 metros de profundidad.

2.2.3.5. Manejo de plagas y enfermedades

En los últimos años, el agroecosistema presentó problemas con hormigas, principalmente en las aromáticas. El manejo principal es mecánico, destruyendo los hormigueros. A la vez, se suelen utilizar compuestos como hidrolatos de romero producidos en el laboratorio, plantación de tanaceto (*Tanacetum vulgare*) por sus propiedades de repelente natural de insectos y tierra de diatomeas. Adicionalmente, se aplica el preparado 508 de cola de caballo en toda la superficie de las plantas que requieran cuidados preventivos de enfermedades fúngicas (Figura 11)



Figura 11. Árbol cubierto con preparado 508 aplicado manualmente

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.5. Calendario biodinámico

En la finca, todas las actividades se planifican siguiendo un calendario biodinámico. Este es una herramienta que guía cuándo trabajar el suelo, aplicar preparados, sembrar y cosechar aprovechando las influencias de la Luna, el Sol y los planetas sobre las plantas sin afectar el equilibrio ambiental (Parés Baltà, 2022).

Su fundamento radica en el ciclo sideral de la Luna, que cada mes atraviesa las doce constelaciones del zodiaco. Según la constelación por la que transita, se favorece el desarrollo de una parte específica de la planta: fruto/fuego (Aries, Leo, Sagitario), raíz/tierra (Tauro, Virgo, Capricornio), hoja/agua (Cáncer, Escorpio, Piscis) y flor/aire (Géminis, Libra, Acuario) (Parés Baltà, 2022).

Además, se consideran los períodos de Luna ascendente, cuando la energía vital se concentra en las partes aéreas de las plantas, como óptimos para la siembra y cosecha de

hortalizas de hoja y la recolección de frutos. Por el contrario, durante los períodos de Luna descendente, la energía vital se dirige hacia las raíces y bulbos, siendo estos momentos

2.2.3.6. Otros manejos

2.2.3.5.1. Manejo de la bodega

La bodega, clasificada como artesanal, cuenta con la capacidad de producción de hasta 10.000 litros de vino, produciendo actualmente 6.000 litros al año. Dentro del manejo de esta instalación se destaca la reutilización del agua utilizada en la limpieza de la bodega para el riego. Además, el escobajo se destina a la elaboración de compost, reduciendo así los residuos.

Los insumos utilizados en el proceso de vinificación incluyen ácido tartárico, sin la inoculación de levaduras, ya que la fermentación se lleva a cabo de manera natural con levaduras autóctonas. La maquinaria empleada en la bodega incluye una prensa y una embotelladora mecánica, con un consumo eléctrico mínimo limitado a la iluminación, ya que la mayoría de las operaciones son manuales o mecánicas. No se realiza filtrado para preservar los aromas primarios, y la estabilización del vino se logra mediante bajas temperaturas y un pH ácido siendo 3,6 para el vino tinto y 3,3 para el vino blanco (Nazar García y Studer, 2021).

2.2.3.5.2. Manejo del laboratorio

Con el fin de optimizar el flujo de materiales, mejorar la productividad y favorecer la comunicación entre las distintas áreas, la distribución del laboratorio se diseñó siguiendo un modelo tipo *layout*. De esta manera, las áreas con funciones complementarias se disponen en proximidad, se maximiza el aprovechamiento del espacio disponible, y se define una ruta eficiente para el desplazamiento de insumos y productos, garantizando además la seguridad y comodidad del personal.

El proceso operativo inicia con la recepción de la materia prima, la cual puede seguir dos trayectorias principales:

- Si se trata de flores o plantas destinadas a Vitabiosa, los materiales se dirigen a la sala de envases, donde son acondicionados y envasados según los requerimientos de la empresa.
- Si corresponde a materia prima para la producción interna del agroecosistema, esta se traslada a la sala de insumos.

Desde la sala de insumos, los materiales se conducen al laboratorio, donde se realiza la extracción de principios activos mediante destilación, así como la elaboración de tinturas madres, oleatos y otros productos intermedios.

Posteriormente, los productos obtenidos se almacenan en la salita de depósito o sala de guarda, bajo condiciones controladas de luz y temperatura que aseguran su conservación óptima.

A continuación, el flujo continúa hacia las salas de elaboración, diferenciadas según el tipo de producto:

- Sala de elaboración de productos sólidos, y
- Sala de elaboración de productos líquidos.

Una vez finalizada la producción, los productos se trasladan a la sala de envasado y etiquetado, y finalmente a la sala de productos terminados, donde permanecen hasta su distribución o venta.

De manera complementaria, la instalación cuenta con salas destinadas a funciones específicas, tales como:

- Sala de secado y curado de jabones,
- Sala “museo de muestras”, donde se exhiben productos representativos de distintos lotes de producción para visitantes y clientes,
- Oficina administrativa, donde se gestiona la operación integral del agroecosistema, y
- Cocina de servicio, baño y antebañ, destinados a garantizar las condiciones de higiene y bienestar del personal.

Finalmente, la Tabla 3 presenta un resumen de las distintas tecnologías tangibles e intangibles utilizadas en el agroecosistema.

Tabla 3. Tecnologías de la Finca Cosmos

Clasificación de tecnologías			
Tangibles	Tecnologías de insumo	Bióticos	Semillas
			Plantas (productivas y no productivas)
			Animales
			Guano
			Preparados biodinámicos
		Abióticos	Insumos de bodega, laboratorio y sala industrial
	Combustible para tractor		
	Tecnologías de bienes de capital	Construcciones: laboratorio, bodega, sala agroindustrial, corrales y casita	
		Tractor	
		Herramientas para el sostén del cultivo (postes, cintas, alambre)	
Motoguadaña, desmalezadora y tijeras de podar			
Bombas y sistema de riego por goteo			
Intangibles	Destilador		
	Conocimientos para el manejo del suelo		
	Conocimientos adquiridos por principios de Rudolf Steiner (principios biodinámicos)		
	Conocimientos para manejo de la biodiversidad		
	Conocimientos para gestión y proceso de compost		
	Conocimientos para comercialización		
Conocimientos de gestión y administración			

Fuente: Elaboración propia



3. Bibliografía

Achkar, M. (2005). *Indicadores de sustentabilidad*. En M. Achkar et al. Ordenamiento ambiental del territorio. Montevideo: Comisión Sectorial de Educación Permanente, Facultad de Ciencias. Universidad de la República Uruguay, 55-70. Montevideo. 104pp

Altieri M. (2002). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables*. En: Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. SJ Sarandón. (Editor). Ediciones científicas americanas. Capítulo 2:49-56.

Anastasi, Atilio; Cozzani de Palmada, María Rosa (2001). Áreas diferenciables en las tierras áridas de Lavalle, Mendoza. *Boletín de Estudios Geográficos*, (97), 49-71. <https://bdigital.uncu.edu.ar/10518>

Biodynamic Association. (s.f.). *Biodynamic preparations*. <https://www.biodynamics.com/preparations>

Carabaca Videla, Carla. (2017). *Aproximación al estudio de la estructura económico social del departamento de Lavalle*. Ponencia Mendoza. <https://bdigital.uncu.edu.ar/10578>

Colmenares, R. (2004). Fundamentos científicos y bases técnicas de la agricultura biodinámica. <https://www.biodinamica.es/wp-content/uploads/documentos/FundamentosBiodinamicaR.Colmenares.pdf>

De Camino, R y Müller, S. (1993). *Sustentabilidad de la Agricultura y los Recursos Naturales. Bases para establecer indicadores*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Serie de Documentos de Programas. Pg. 133. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11324/8137>

Ferez Arroyo, Gonzalo Andrés. (2025). *Evaluación y comparación de sustentabilidad entre dos agroecosistemas vitícolas, uno de manejo orgánico y otro convencional, de una empresa, en Zona Este de la Provincia de Mendoza: (Tesina de grado)*. Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. <https://bdigital.uncu.edu.ar/21040>

Ferrer, G.; Barrientos, M., y Saal, G. (2007). Construcción del territorio como contexto de las experiencias de extensión rural. <https://fcvinta.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/08/pmv-contextos-en-extension-rural.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2022). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022*. https://censo.gob.ar/index.php/datos_definitivos_mendoza/

Martín, F. (2009). *Las transformaciones recientes en la agricultura de oasis en Mendoza, Argentina. Una aproximación al caso de la reestructuración vitivinícola desde la economía política de la agricultura* [Tesis de maestría, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede Académica Argentina]. <http://hdl.handle.net/10469/1805>

Muñoz, L. (6 de marzo de 2023). *Asociación de Cultivos en el Huerto: Las asociaciones beneficiosas*. Agrohuerto. <https://www.agrohuerto.com/asociacion-de-cultivos-compatibilidad-entre-plantas/>

Nazar García, I. y Studer, P.M. (2021). *Informe sobre el Proyecto de Extensión: Generando una cosmos-visión biodinámica con equidad de género en Lavalle, Mendoza*. Universidad Nacional de Cuyo. Programa Universidad, Cultura y Territorio. Convocatoria 2021.

Ortiz Maldonado, Gonzalo; Carmona, Víctor. (2008). Comportamiento y clasificación de riesgo freático: Lavalle, Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 40(2), 25-40. <https://bdigital.uncu.edu.ar/2715>



Pares Baltà. (26 de enero de 2022). *What is a biodynamic calendar and how does it work?* <https://paresbalta.com/en/what-is-biodynamic-calendar-how-does-it-work/?v=c582dec943ff>

Sarandón, S. J., y Flores, C. C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Revista Agroecología*, 4, 19–28. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>

Sarandón, S.J. (2002). *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. SJ Sarandón (Editor). Ediciones científicas americanas, La plata. Cap. 20:393-414.

Studer, Paola Mariela. (2021). *Propuesta de indicadores y evaluación de sustentabilidad para viticultores de perfil empresarial en la zona de Luján de Cuyo, Mendoza* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cuyo]. <https://bdigital.uncu.edu.ar/19285>



CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD

1. Propuesta de indicadores de la evaluación de sustentabilidad

A partir de las cuatro dimensiones, técnica, sociocultural, ambiental y económica, se definieron categorías de análisis, de las cuales se derivaron indicadores y métodos de medición. En la Tabla 4 se presenta la propuesta de indicadores.

Tabla 4. Propuesta de Indicadores para Evaluación de Sustentabilidad.

Dimensión	Categoría	Indicadores
Técnica	Materia Orgánica	Prácticas que promueven la materia orgánica en el suelo.
	Riego	Eficiencia de riego
	Insumos	Dependencia de insumos externos
	Integración agrícola-ganadera	Integración de animales de corral
Ambiental	Biodiversidad	Diversidad Vegetal
	Materia Orgánica	Presencia de materia orgánica en el suelo
	Agua	Conocimiento de la calidad del agua
Social	Liderazgo femenino	Presencia de mujeres en puestos de liderazgo
	Seguridad	Protección para los trabajadores
	Integración Social	Vinculación con actores externos
	Satisfacción del productor	Aceptabilidad del sistema de producción
Económica	Diversificación comercial	Diversidad de productos y servicios para la venta
		Diversidad de canales para la venta
	Capitalización	Maquinaria agrícola e infraestructura
	Rentabilidad	Beneficio Económico

1.1. Dimensión Técnica

Como se mencionó anteriormente, el paradigma tecnológico dominante se basa en la adopción de paquetes tecnológicos que generan dependencia de insumos externos y producen efectos negativos sobre los territorios y los recursos naturales. Frente a este escenario, diversos autores plantean la necesidad de un nuevo modelo productivo asociado a un cambio tecnológico orientado hacia la sustentabilidad, promoviendo el desarrollo de indicadores que permitan detectar tempranamente los efectos de las prácticas de manejo sobre los ecosistemas (Studer, 2021).

En este marco, se considera que un manejo técnico será sustentable en la medida en que el conjunto de instrumentos, prácticas, métodos y conocimientos utilizados para intervenir sobre la naturaleza contribuyan a conservar o mejorar, en el tiempo, la calidad de los recursos presentes como el suelo, agua, biodiversidad y energía.

La Tabla 5 muestra las propuestas de medición para cada indicador de esta dimensión.

Tabla 5. Indicadores propuestos para la dimensión técnica

Indicadores	Propuesta de medición
Prácticas que promueven la materia orgánica en el suelo.	Cantidad de prácticas que promueven la materia orgánica en el suelo.
Eficiencia de riego	Grado de eficiencia según el tipo de riego utilizado.
Dependencia de insumos externos	Porcentaje de insumos externos utilizados.
Integración de animales de corral	Grado de integración de los animales de corral en el manejo.

Fuente: Elaboración propia

1.1.1. Categoría Materia orgánica

El suelo está compuesto por elementos sólidos, líquidos y gaseosos. La fracción sólida se encuentra mayormente constituida por minerales derivados de la descomposición de la roca madre, pero siempre incluye una proporción de materia orgánica fundamental para su fertilidad (Docampo, 2018).

Esta materia orgánica abarca restos de plantas y animales, tanto vivos como muertos, así como sus productos, y juega un rol principal en el mantenimiento y la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Docampo, 2018). Esta provee la energía y nutrientes necesarios para los microorganismos del suelo, quienes se encargarán de mineralizar los compuestos orgánicos y liberar los nutrientes dejándolos disponibles para las plantas (Studer, 2021).

Debido a su importancia, y considerando que los principios biodinámicos conciben al suelo como una parte esencial del organismo "finca", es necesario implementar prácticas que favorezcan la materia orgánica, ya sea incorporándose directamente o reduciendo su pérdida. A su vez, este manejo de la materia orgánica contribuye al aumento de la



biodiversidad, otro principio fundamental de la biodinámica, al promover una mayor actividad y diversidad microbiana en el suelo, fortaleciendo así la vitalidad y resiliencia del agroecosistema en su conjunto. (Asociación Biodinámica⁹)

Según FUNDESYRAM (2023), diversas prácticas agroecológicas contribuyen a conservar el contenido de materia orgánica del suelo. Entre ellas se incluyen evitar labores de remoción excesiva del suelo, conservar la humedad mediante arado y nivelado, establecer cultivos con alta producción de biomasa para favorecer la cobertura del suelo, y utilizar hojas secas de árboles o restos de poda como cobertura vegetal. Asimismo, se recomienda incorporar materia orgánica mediante compost y otros preparados, aplicar estiércol de ganado, caballos y cabras, sembrar abonos verdes y realizar rotación de cultivos.

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras se implementen más prácticas agroecológicas que promuevan la materia orgánica en el suelo.**

Para esto, el indicador es la cantidad de **“Prácticas que promueven la materia orgánica en el suelo”**. Este indicador, el umbral y la siguiente escala fueron propuestos por Nebot (2020) y posteriormente utilizado por Sese (2023), y tienen como objetivo medir cuántas prácticas utiliza el productor de la finca para incorporar materia orgánica:

- 0: No utiliza ninguna práctica para promover la materia orgánica.
- 1: Utiliza una sola práctica para promover la materia orgánica.
- **2: Utiliza al menos dos prácticas para promover la materia orgánica.**
- 3: Utiliza entre tres o cuatro prácticas para promover la materia orgánica.
- 4: Utiliza cinco o más prácticas para promover la materia orgánica.

1.1.2. Categoría Riego

La provincia de Mendoza presenta rasgos de marcada aridez que han ejercido importantes efectos sobre la vida y economía de sus tierras (Grosso Cepparo et al., 2015). Aun así, según el Gobierno de Mendoza (2019), el 81% del agua disponible en la provincia se destina al sector agrícola y, de ese porcentaje, el 50% se pierde por el sistema de riego a manto, enfatizando una baja eficiencia dentro de la gestión del agua provincial.

En el contexto provincial en general, y específicamente en el departamento de Lavalle, el uso eficiente del agua es un desafío estratégico. Sobre todo, si busca promover un desarrollo sustentable.

Según Prieto et al. (2017), la eficiencia de riego depende de la uniformidad y control en la aplicación, de la minimización de pérdidas en la conducción y distribución del agua y de hacer un buen control del tiempo de aplicación a través de operadores bien capacitados y automatización de los sistemas de riego.

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras mayor sea el grado de eficiencia de su riego.**

Consecuentemente, el indicador es la **“Eficiencia de riego”**. Este indicador fue utilizado por diversos autores como Abraham et al. (2014), Pino Torres et al. (2013), Studer et al. (2019), Nebot (2020), Studer (2021) y Sese (2023). La siguiente escala y el valor umbral utilizados fueron extraídos del trabajo de Studer (2021), quien, a partir de datos de eficiencia de riego

⁹ De acuerdo con la página web de la Asociación Biodinámica
<https://www.biodynamics.com/es/principios-y-practicas-biodinamicas>



locales, establece una escala considerando que el riego por surco es menos eficiente que el riego por goteo:

- 0: 50% o menos.
- 1: 51-61%.
- **2: 61-75% (por lo menos entre el 60 y el 70% del riego es por goteo).**
- 3: 76-89%.
- 4: 90% o más.

1.1.3. Categoría Insumos

Frente a la alta dependencia de insumos externos característica del modelo productivo dominante, la agroecología propone alternativas orientadas a reducir dicha dependencia y fortalecer los mecanismos de autorregulación propios de los agroecosistemas (Sarandón y Flores, 2014). En este sentido, la sustentabilidad técnica se asocia a la capacidad del sistema de cerrar ciclos de nutrientes, energía y materia dentro de sus propios límites, disminuyendo la necesidad de aportes externos.

Desde la perspectiva biodinámica, el agroecosistema es concebido como un “organismo vivo”, en el que los distintos componentes se encuentran interrelacionados y tienden a la autosuficiencia. Por ejemplo, la fertilización de los cultivos se realiza mediante preparados biodinámicos, elaborados a partir de restos vegetales y animales del propio agroecosistema, cerrando un ciclo de nutrientes. De igual forma, los plaguicidas se producen preferentemente utilizando materiales internos del sistema, asegurando que los ciclos de descomposición y producción se completen dentro del agroecosistema y contribuyan a su autonomía y sustentabilidad.

En consecuencia, el análisis de la categoría “insumos” se centra en la proporción de insumos provenientes de fuentes externas, como indicador del grado de dependencia del sistema productivo.

Entonces, la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras más independiente sea de insumos externos.

Para esto, el indicador es la “**Dependencia de insumos externos.**”. Este indicador fue desarrollado por Sarandón et al. (2006) y adaptado en trabajos de Nebot (2020), Studer (2021) y Sese (2023). Para la escala Nebot (2020) propone como umbral un rango de 41-50% para el porcentaje de insumos externos, coincidiendo con lo planteado por Santamaría y Hernández (2017). Por otra parte, Sarandón y Sarandon et al. (2006, 2008) sugieren un límite máximo más amplio, fijado en 60%. Así, siguiendo el criterio de Studer (2021) se adapta la siguiente escala estableciendo el umbral mínimo en 41%, y el máximo en 60%:

- 0: 85% o más de insumos externos.
- 1: 61-84% de insumos externos.
- **2: 60-41% de insumos externos.**
- 3: 40-31% de insumos externos.
- 4: 30% o menos de insumos externos.

1.1.4. Categoría Integración agrícola-ganadera

Para una gestión efectiva de los sistemas productivos, es fundamental encontrar un equilibrio entre la producción de alimentos, los servicios ecosistémicos y la biodiversidad, lo que implica promover la multifuncionalidad a nivel de paisaje. En este contexto, la agroecología busca reincorporar la biodiversidad mediante prácticas como los policultivos, la agroforestería y la integración de animales dentro de los agroecosistemas. (Ramírez-Suárez et al.; 2024)



En los sistemas agrícolas convencionales, el énfasis excesivo en maximizar el rendimiento de los cultivos tiende a alterar el equilibrio funcional de los ecosistemas naturales. En consecuencia, la productividad solo puede sostenerse mediante una intervención externa continua, que implica la aplicación de insumos sintéticos y la importación de energía y nutrientes (Gliessman et al., 2007).

En contraste, la integración de animales en los agroecosistemas, bajo principios agroecológicos, fortalece las interacciones entre los componentes biofísicos y aumenta la multifuncionalidad del sistema. De este modo, los sistemas integrados se caracterizan por su baja o nula dependencia de agroquímicos, combustibles fósiles y subsidios energéticos, debido a su capacidad de autosubsidiar la fertilidad del suelo y la productividad (Bover-Felices y Suárez-Hernández, 2020).

Según Mikkelson (2020), citando a París (1992), la integración animal dentro del manejo de agroecosistemas contempla diversas formas de interacción entre los animales y los cultivos, dentro de estas se destacan:

- Empleo de la fuerza animal en las labores de producción, transporte y procesamiento de cultivos
- Aprovechamiento de subproductos agrícolas (rastros, salvado y residuos) como fuente alimenticia para los animales.
- Utilización del estiércol como fertilizante orgánico, contribuyendo a mejorar la productividad del suelo y a reducir los costos asociados a insumos externos.
- Comercialización de ganado, aves de corral y sus productos derivados, con el propósito de diversificar y estabilizar los ingresos de la finca, facilitando la compensación de gastos operativos y personales del productor.

Así, la integración de animales dentro de las estrategias de manejo agroecológico contribuye a cerrar los ciclos de nutrientes, incrementar la biodiversidad funcional y favorecer las interacciones interespecíficas (Fruitos, 2017).

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras existan más integrados en el manejo estén los animales de corral.**

Para esto, el indicador fue **“Integración de animales de corral”**. Este indicador fue desarrollado por Fruitos (2017), mientras que la siguiente escala y el valor umbral fueron desarrollados para el presente trabajo con el fin de evaluar el grado de integración de los animales dentro del manejo del agroecosistema:

- 0: No hay presencia de animales de corral en el agroecosistema.
- 1: Hay presencia de animales de corral, pero sin integración en el manejo del agroecosistema (sin relación funcional con los cultivos).
- **2: Los animales de corral están parcialmente integrados, participando únicamente en el aporte de abono al suelo a través del estiércol.**
- 3: Los animales de corral están integrados, aportando abono y manejo de pasturas, aunque sin un manejo planificado.
- 4: Los animales de corral están plenamente integrados al agroecosistema, aportando abono, manejo de pasturas y reciclaje de nutrientes dentro de un manejo planificado y complementario con los cultivos.

1.2. Dimensión Ambiental

Studer (2021) señala que, para que la agricultura, en tanto actividad transformadora del ambiente, pueda sostenerse en el tiempo, es imprescindible que conserve o mejore la base de recursos que utiliza (suelo, agua, biodiversidad, entre otros).

Los agroecosistemas que incorporan una mayor diversidad de especies tienden a ser más estables y resilientes, lo cual resulta fundamental en un contexto de cambio climático acelerado. Sin embargo, la expansión de los monocultivos ha simplificado progresivamente los agroecosistemas, a menudo con una sola variedad cultivada en grandes superficies. Esta uniformidad reduce significativamente el espacio para la biodiversidad agrícola y altera las interacciones naturales entre organismos, provocando una pérdida silenciosa de variedades vegetales y razas animales que, en muchos casos, resulta difícil de recuperar a corto plazo. (Ecosostenible, 2024).

La Tabla 6 muestra las propuestas de medición para cada indicador de esta dimensión.

Tabla 6. Indicadores propuestos para la dimensión ambiental

Indicadores	Propuesta de medición
Diversidad Vegetal	Número de especies vegetales observables.
Presencia de materia orgánica en el suelo	Porcentaje de materia orgánica en el suelo.
Conocimiento de la calidad del agua	Cantidad de analíticas realizadas sobre la calidad del agua

Fuente: Elaboración propia

1.2.1. Categoría Biodiversidad

Según Studer (2021), en el modelo agrícola actual predominan los monocultivos, los cuales interrumpen los procesos naturales de sucesión debido a la aplicación de determinadas prácticas agrícolas y al uso de un paquete tecnológico. Por ello, conservar, recuperar o incrementar la biodiversidad en los agroecosistemas se vuelve un aspecto fundamental para avanzar hacia la sustentabilidad.

La diversidad vegetal en los agroecosistemas incluye tanto especies nativas, adaptadas a las condiciones locales y fundamentales para el equilibrio ecológico, como especies introducidas. Dentro de los agroecosistemas, la diversidad puede ayudar a eliminar el uso de agroquímicos y puede gestionarse mediante prácticas agroecológicas, como el policultivo, el mantenimiento de la vegetación natural que rodea los cultivos, la rotación de cultivos y el abono verde (Arias et al., 2022)

La combinación de especies vegetales tiene el potencial de atraer una mayor diversidad de insectos polinizadores (Arias, et al 2022), prevenir la erosión del suelo, ayudar a controlar la abundancia de organismos indeseables, regular el equilibrio hídrico y el ciclo de nutrientes (Altieri y Letourneau, 1982). Estos servicios ecosistémicos no sólo contribuyen a incrementar el rendimiento de los cultivos, sino que también permiten reducir el uso de insumos agrícolas, con beneficios tanto para el ambiente como para la economía del productor (Contenidos CREA, 2024)

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras existan mayor diversidad de especies vegetales.**

Para esto, el indicador fue **“Diversidad Vegetal”**. Este indicador fue utilizado en trabajos como el de Martini (2013), Nebot (2020), Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025). La siguiente escala y el valor umbral fueron extraídos del trabajo de Studer (2021) que busca cuantificar el número de especies vegetales con predominancia visual en la totalidad de la finca:

- 0: 1 o menos especies vegetales observables.



- 1: 2-3 especies vegetales observables.
- **2: 4-5 especies vegetales observables.**
- 3: 6-7 especies vegetales observables.
- 4: 8 o más especies vegetales observables.

1.2.2. Categoría Materia Orgánica

En la categoría materia orgánica dimensión técnica se destacó la importancia de aplicar prácticas que promuevan la materia orgánica del suelo. Asimismo, se resalta su papel fundamental dentro de los procesos internos del suelo, ya que influye en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, y desempeña un rol clave para los organismos edáficos al proporcionarles energía y nutrientes (Altieri, 1999).

Con el objetivo de integrar dimensiones, en la dimensión ambiental se pretende que las prácticas mencionadas se reflejen efectivamente en los niveles de materia orgánica presentes en el suelo.

La Federación biodinámica internacional Deméter (2023) expresa que en el ensayo DOK⁽¹⁰⁾ se observaron niveles más elevados de materia orgánica en los suelos de agroecosistemas biodinámicos que en aquellos no biodinámicos.

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras mayor sea el porcentaje de materia prima presente en el suelo.**

Para esto, el indicador fue el "**Presencia de materia orgánica en el suelo**". Este indicador fue utilizado por autores como Pino Torres et al. (2013), Aguirre y Chiape (2009), Studer (2021), y Sese (2023).

La siguiente escala fue propuesta por Studer (2021) y se encuentra adaptada a los suelos de Mendoza. La autora estableció el valor umbral mínimo (1%) teniendo en cuenta que en Mendoza la fracción de materia orgánica del suelo varía entre 0,5 a 1,5% (Martínez, 2004). Para el valor máximo de sustentabilidad (2,8%) consideró el valor establecido por Videla y Picone (2017):

- 0: menos de 0,50%
- 1: 0,51-1%
- **2: 1-1,50% (Para Mendoza).**
- 3: 1,51- 2,7%
- 4: más de 2,8%

1.2.3. Categoría Agua

En la categoría Riego de la dimensión técnica se destaca la relevancia del recurso agua en la provincia de Mendoza y los aspectos que afectan la eficiencia en su uso.

Así, nuevamente con el objetivo de integrar dimensiones, en la dimensión ambiental se pretende caracterizar la calidad del agua utilizada para riego.

La agricultura de riego depende de contar con una fuente de agua suficiente y de calidad adecuada, ya que sus características influyen tanto en el suelo como en los cultivos. En términos generales, la calidad del agua se entiende como el conjunto de propiedades físicas,

⁽¹⁰⁾ El ensayo DOK es un ensayo de campo a largo plazo. Se desarrolla desde 1978 investigando las diferencias entre los cultivos herbáceos ecológicos (orgánicos, biodinámicos, etc) y los convencionales (Dosier, 2024).

químicas y biológicas que determinan su aptitud para un uso específico (Ayers y Westcot, 1985)

El análisis de agua es una práctica científica destinada para evaluar su calidad mediante la identificación y medición de sus componentes físicos, químicos y microbiológicos. En este análisis se miden diferentes parámetros como concentración de calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, y otras variables como el pH y la conducción eléctrica a través de cantidad de sales totales disueltas (Escuela postgrado de ingeniería y arquitectura, 2023).

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras más conocimiento se tenga sobre la calidad de su agua de riego.**

Para esto, el indicador fue “**conocimiento de la calidad del agua**”. Este indicador fue utilizado por Studer (2021), quien definió una escala basada en los niveles de salinidad. En el presente trabajo, la siguiente escala y el umbral se definen con el objetivo de evaluar el grado de conocimiento del productor respecto al recurso hídrico empleado en el riego:

- 0: No se conoce la calidad del agua de riego la finca.
- 1: Se estima a partir de información general o indirecta (percepción propia o referencias externas), sin análisis técnico.
- **2: Se estima a partir de un análisis puntual, sin periodicidad establecida.**
- 3: Se conoce mediante análisis periódicos (cada dos a cinco años).
- 4: Se conoce a partir de análisis periódicos (anuales o más frecuentes).

1.3. Dimensión Social

En el marco de las transformaciones impulsadas por los impactos del modelo de agricultura convencional sobre el ambiente, los bienes comunes, la salud y el bienestar animal, la agroecología propone reconfigurar las relaciones sociales en la producción agropecuaria. Entre sus principios se incluyen la equidad de género, orientada a visibilizar y valorar el trabajo de las mujeres rurales, reconocer sus capacidades productivas y garantizar su participación en la toma de decisiones, así como la promoción del pleno ejercicio de los derechos humanos (Dirección Nacional de Agroecología, 2022)

Asimismo, la agroecología fomenta la autonomía, la capacidad de adaptación y la resiliencia de las personas y comunidades rurales, brindando herramientas para fortalecer su bienestar y su soberanía productiva (Dirección Nacional de Agroecología, 2022).

En este contexto, las redes agroecológicas se consolidan como formas de organización social y productiva que se caracterizan por generar vínculos flexibles y dinámicos en contextos de complejidad (Rovere, 1999) y por promover el intercambio y la co-construcción de saberes, prácticas y circuitos de comercialización de alimentos de base agroecológica (Cendón et al., 2021).

La Tabla 7Tabla 6Tabla 5 muestra las propuestas de medición para cada indicador de esta dimensión.

Tabla 7. Indicadores propuestos para la dimensión ambiental

Indicadores	Propuesta de medición
Presencia de mujeres en puestos de liderazgo	Cantidad de mujeres en puestos de liderazgo
Protección para los trabajadores	Cantidad de técnicas de protección brindada a los trabajadores



Vinculación con actores externos	Número de actores externos con los que se vincula la finca.
Aceptabilidad del sistema de producción	Grado de satisfacción

Fuente: Elaboración propia

1.3.1. Categoría liderazgo femenino

La ONU Mujeres (2025) señala que la participación y el liderazgo equitativo de las mujeres en la política y la vida pública son fundamentales para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) antes de 2030. En particular, el ODS 5, “Igualdad de género”, establece en su meta 5.5 la necesidad de “Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública” (ONU, 2015). Por ello, resulta relevante analizar la presencia de mujeres en puestos de liderazgo.

Herrera (2024), citando a Hoffmann y Musch (2019), indica que la presencia de mujeres en puestos de liderazgo se ve agravada por múltiples factores, como la dificultad de conciliar las responsabilidades domésticas y laborales, las culturas organizacionales dominadas por hombres, los estereotipos de género y los prejuicios hacia las mujeres líderes. Los estereotipos de género, entendidos como creencias sobre los rasgos y roles socialmente asignados a cada sexo, junto con los prejuicios de género, que incluyen actitudes afectivas como la antipatía y la propensión a comportamientos discriminatorios, constituyen importantes obstáculos para el desarrollo profesional femenino.

Los beneficios de la igualdad de género en las empresas se hacen visibles cuando existe una cultura inclusiva, lo cual requiere alcanzar una masa crítica de al menos 30 % de mujeres en puestos de liderazgo. Este umbral permite que la diversidad de género influya realmente en la gobernanza y en la toma de decisiones, garantizando que las voces femeninas sean escuchadas. Aunque el número exacto puede variar, a nivel internacional el 30 % se ha consolidado como referencia, impulsado por iniciativas como el Club del 30 %, formada en Reino Unido en 2010, que promueve esa proporción mínima de presencia femenina en la alta dirección. (OIT, 2019).

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras más mujeres estén presentes en puestos de liderazgo.**

Para esto, el indicador fue “**presencia de mujeres en puestos de liderazgo**”. Este indicador, la siguiente escala y el valor umbral se desarrollaron a partir de la bibliografía mencionada:

- 0: 0% de mujeres en puestos de liderazgo.
- 1: 1-29% de mujeres en puestos de liderazgo
- **2: 30-39% de mujeres en puestos de liderazgo**
- 3: 40-49% de mujeres en puestos de liderazgo
- 4: ≥50% de mujeres en puestos de liderazgo

1.3.2. Categoría seguridad de trabajadores

La implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) tiene como objetivo la producción de alimentos sanos, inocuos y de calidad, mediante el cuidado de los procesos y las condiciones de producción, y el cuidado, principalmente, de la salud del trabajador rural y su



familia y de la sociedad en su conjunto, como así también la preservación de los recursos naturales. (Red de Buenas Prácticas Agrícolas, 2015)

Algunas recomendaciones de BPA con respecto a la gestión de la seguridad y salud ocupacional se mencionan a continuación:

- El ámbito de trabajo debe ser un lugar limpio y ordenado y que brinde las condiciones de seguridad necesarias para que los operarios puedan utilizar las máquinas, equipos y herramientas.
- Realizar una evaluación de riesgo, y mantenerla actualizada.
- Mantener un registro de todas las personas presentes en el establecimiento (nombre completo, horario de trabajo, período de contratación y fecha de ingreso)
- El personal debe contar con elementos que permitan su higiene personal y espacios designados especialmente para alimentarse, cambiarse y descansar con depósitos de agua potable para su consumo.
- Los sanitarios deben cumplir con características mínimas de higiene y seguridad, poseer agua potable para su consumo
- Todo personal del establecimiento que manipule alimentos debe contar con libreta sanitaria actualizada, expedida por la autoridad competente y de acuerdo con las normas locales.
- El personal debe mantener su indumentaria de trabajo en condiciones adecuadas de higiene y mantenimiento.
- El establecimiento debe contar con señalización adecuada y de fácil comprensión, en forma escrita y en ilustraciones, sobre salud, seguridad e higiene tanto para la seguridad personal, manipulación y aplicación de los fitosanitarios, como para los peligros potenciales.
- La producción agrícola debe contar con botiquines de primeros auxilios equipados según la legislación vigente.

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras más técnicas de protección hacia los trabajadores se apliquen.**

Para esto, el indicador utilizado para medir esta categoría será la “**Cantidad de técnicas de protección aplicadas a los trabajadores**”. El indicador, junto con su valor umbral y la siguiente escala, fueron extraídos y adaptado del trabajo de Sese (2023), con el fin de evaluar la cantidad de técnicas implementadas en el agroecosistema para garantizar la seguridad de los trabajadores:

- 0: No lleva a cabo ninguna técnica
- 1: Cumple al menos una técnica de protección.
- **2: Cumple al menos dos técnicas de protección.**
- 3: Cumple entre tres y cinco técnicas de protección.
- 4: Cumple seis o más técnicas de protección anteriormente nombradas.

1.3.3. Categoría integración social

La relación de las empresas con su entorno tiene una doble dirección: el entorno influye en las empresas y a su vez las empresas influyen en él. Así, surge el concepto de responsabilidad social empresarial (RSE), la cual se define como el compromiso de las empresas que hace que se preocupen no sólo por sus intereses económicos, sino también por la repercusión de sus actividades en el conjunto de la sociedad (La empresa y su entorno. s. f.). La RSE va más allá de las obligaciones legales, mediante la adopción voluntaria de prácticas empresariales éticas, sostenibles y responsables, las empresas buscan ofrecer beneficios a actores externos, como consumidores, accionistas, empleados y a la sociedad (McGrath y Jonker, 2023).

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras se**



vincule con una mayor cantidad de actores externos.

Entonces, el indicador utilizado para medir esta categoría será la **“Vinculación con actores externos”**. Este indicador fue utilizado por autores como Aguirre y Chiape (2009), Tommasino et al. (2012), Abraham et al. (2014), Blandi et al. (2015), Nebot (2020), Sarandón et al. (2006), Studer (2021) y Sese (2023). La siguiente escala y su valor umbral fueron desarrollados y utilizados por los autores mencionados y proponen evaluar el número de actores con los que la finca se vincula como uniones vecinales, escuelas, centros de investigación, universidades, organizaciones gremiales del sector, entre otras:

- 0: No se vincula con actores externos.
- 1: Se vincula con 1 o 2 actores externos.
- 2: **Se vincula con 3 actores externos.**
- 3: Se vincula con 4 actores externos.
- 4: Se vincula con 5 o más actores externos.

1.3.4. Categoría satisfacción del productor

Sarandón et al. (2006) menciona que la satisfacción del productor está directamente relacionada con el grado de aceptación del sistema productivo.

El grado de satisfacción del productor refleja la percepción de este sobre su calidad de vida, su bienestar y su relación con el entorno productivo. Una alta satisfacción indica una mayor probabilidad de continuidad en la actividad productiva y una mejor adaptación a prácticas sostenibles.

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar cuando el productor presente aceptación e interés de continuar con el sistema productivo.**

Para esto, el indicador utilizado para medir esta categoría será la **“Aceptabilidad del sistema de producción”**. Este indicador fue utilizado por Sarandón et al. (2006), Blandi et al. (2015), Abraham (2014), Nebot (2020). La siguiente escala y su valor umbral fueron desarrollados y utilizados por los autores mencionados y proponen evaluar el grado de satisfacción del productor respecto a la actividad que realiza y la forma en que la lleva a cabo:

- 0: Está insatisfecho con la actividad que realiza y está decidido a cambiar de actividad.
- 1: Está insatisfecho con la actividad que realiza, continúa produciendo porque no sabe qué otra cosa puede hacer.
- 2: **Está medianamente satisfecho y acepta la actividad que realiza.**
- 3: Está satisfecho, acepta la actividad que realiza y desea seguir formándose en ella.
- 4: Está muy satisfecho, acepta la actividad que realiza y desea seguir formándose en ella, además de expandirse hacia actividades relacionadas.

1.4. Dimensión Económica

Sarandón (2002) indica que para alcanzar la sustentabilidad el sistema productivo debería ser debe ser económicamente viable. Luego, Studer (2021) menciona la importancia de que también sea económicamente estable, lo que significa una mayor posibilidad de mantenerse en el tiempo ante fluctuaciones del mercado.

Para este estudio se considera un agroecosistema sustentable cuando proporcione los medios económicos necesarios para que el productor siga manteniendo el sistema y no cambie de actividad. (Abraham et al., 2014).



Por otro lado, un elemento que influye en la sustentabilidad del sistema es el hecho de que el empresario-productor tenga posibilidades de capitalizarse, generando así inversiones y/o ahorro futuro que le permita mejorar sus condiciones sociales y tecnológicas (Studer, 2021).

La Tabla 8 muestra las propuestas de medición para cada indicador de esta dimensión.

Tabla 8. Indicadores propuestos para la dimensión económica

Indicadores	Propuesta de medición
Diversidad de productos y servicios para la venta	Número de productos para la venta.
Diversidad de canales para la venta	Número de canales para la venta.
Maquinaria agrícola e infraestructura	Presencia de maquinaria agrícola e infraestructura.
Beneficio económico	Cobertura de necesidades

Fuente: Elaboración propia

1.4.1. Categoría diversificación comercial

Sarandón et al. (2006) denominan a esta categoría como “Riesgo económico”, destacando que la sustentabilidad de un sistema depende de su capacidad para reducir este riesgo, garantizando la estabilidad productiva a largo plazo. Según el autor, un sistema es sustentable cuando el productor ofrece varios productos, de modo que cualquier pérdida o daño en uno pueda ser compensado por los demás productos comercializados.

Así también lo expresa Studer (2021), mencionando que el beneficio económico proviene principalmente de la comercialización de productos en el mercado. Sin embargo, también puede considerarse un factor de riesgo económico, ya que afecta la estabilidad y la rentabilidad del sistema. En este contexto, tanto la diversidad de productos ofertados como el número de canales de comercialización disponibles influyen directamente en este proceso.

Entonces, la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras mayor sea la diversidad de productos ofrecidos al mercado.

El primer indicador utilizado para medir esta categoría será la “**Diversidad de productos y servicios para la venta**”. Este indicador fue utilizado por autores como Sarandón et al. (2006), Dellepiane et al. (2008), Fontana Martini (2013), Abraham (2014), Blandi et al. (2015), Frassón (2016), Nebot (2020), Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025). La siguiente escala y su valor umbral fueron desarrollados y utilizados por los autores mencionados y proponen contabilizar el número de productos y servicios diferentes generados en el agroecosistema y mediante los cuales se obtienen ingresos:

- 0: Ofrece 1 producto a la venta.
- 1: Ofrece 2 productos a la venta.
- **2: Ofrece entre 3 y 5 productos a la venta.**
- 3: Ofrece entre 6 y 7 productos a la venta.
- 4: Ofrece 8 o más productos a la venta.

Así también, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar mientras mayor sea la diversidad de canales de venta donde ofrece sus productos.**



David Torres (2023), en su artículo “*Canales de venta: qué son, sus tipos, cómo gestionarlos y ejemplos*”, define a los canales de venta como las distintas alternativas que tiene una empresa para llegar a sus clientes finales y comercializar sus productos. El autor distingue entre:

- Canales directos: cuando la empresa ofrece sus productos o servicios directamente al consumidor, ya sea a través de una tienda física o un sitio web, encargándose por completo el proceso de venta.
- Canales indirectos: cuando la empresa recurre a intermediarios o socios afiliados que participan en la distribución. En este caso, los socios reciben una comisión por cada venta, y el proceso involucra a distribuidores u otras entidades externas.

Entonces, el segundo indicador utilizado para medir esta categoría es la “**diversidad de canales de venta**”. Este indicador fue utilizado por autores como Sarandon et al. (2006), Dellepiane et al. (2008), Pino Torres et al. (2013), Fontana Martini (2013), Abraham (2014), Blandi et al. (2015), Frassón (2016), Nebot (2020), Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025). La siguiente escala y su valor umbral fueron desarrollados y utilizados por los autores mencionados y proponen contabilizar las alternativas a través de las cuales se comercializan los productos generados en el agroecosistema, se directa o indirectamente:

- 0: Posee 1 canal de venta.
- 1: Posee 2 canales de venta.
- **2: Posee entre 3-5 canales de venta.**
- 3: Posee entre 6-7 canales de venta.
- 4: Posee 8 o más canales de venta.

1.4.2. Categoría capitalización

En el ámbito agrícola, la capitalización se entiende como el proceso de acumulación de recursos, ya sean financieros, tierras, maquinaria, equipos, activos biológicos (como cultivos) o humanos (como la especialización). Es deseable que, con el tiempo, las empresas o individuos aumenten su capital, ya que esto mejora su capacidad operativa, facilita la inversión y permite acceder a financiamiento adecuado (Manero, 2010).

La actividad agrícola requiere capital para llevar a cabo todas sus operaciones. La tecnología, representada en tractores, invernaderos, asistencia técnica e insumos, también puede considerarse parte del capital. Un uso eficiente de estos recursos contribuye a aumentar la rentabilidad y a garantizar la viabilidad financiera de la explotación, que debe cubrir al menos los costos de producción, cumplir con sus obligaciones y generar utilidades suficientes para reinvertir (Hernández, s.f.).

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar en la medida que pueda invertir en infraestructura y maquinarias.**

El indicador utilizado para medir esta categoría será la “**Presencia de maquinaria agrícola e infraestructura**”. Este indicador fue utilizado por autoras como Nebot (2020), Studer (2021) y Sese (2023). La siguiente escala y su valor umbral fueron desarrollados por Sese (2023) con el objetivo de identificar la cantidad y modernización de la infraestructura y maquinaria presente en el agroecosistema:

- 0: No cuenta con ningún tipo de infraestructura, ni maquinaria agrícola propia.
- 1: Cuenta con un galpón, un tractor propio de más de 15 años e implementos.
- **2: Cuenta con un galpón, un tractor de menos de 15 años e implementos.**
- 3: Cuenta con un galpón, un reservorio de agua, malla antigranizo e implementos.



- 4: Cuenta con un galpón de almacenamiento, un reservorio de agua, un tractor de menos de 15 años, malla antigranizo, implementos y otras inversiones edilicias.

1.4.3. Categoría rentabilidad

Los pequeños productores suelen trabajar bajo una lógica de subsistencia, dado que los ingresos generados con frecuencia no alcanzan para cubrir las necesidades básicas del sector rural. Esto los obliga a centrarse en actividades de supervivencia, lo que limita la optimización de recursos como el tiempo, el suelo y las condiciones climáticas, los cuales podrían incrementar sus ingresos. Como consecuencia, enfrentan altos costos de producción, ya que mejorar la eficiencia y reducir gastos requiere tanto tecnología avanzada como prácticas de gestión adecuadas (Ayala Herrería, 2024).

Recordando la definición de agricultura sustentable propuesta por Sarandón “aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales que lo soportan”. En este sentido, se buscará que el agroecosistema sea capaz de generar beneficios o ingresos económicos suficientes para que el productor pueda cubrir sus necesidades, sin causar impactos negativos en el ambiente.

Entonces, **la sustentabilidad de un agroecosistema tenderá a aumentar cuando la mayor cantidad de necesidad del productor estén cubiertas con el ingreso económico.**

El indicador utilizado para medir esta categoría será el “**Beneficio Económico**”. Este indicador fue utilizado por Sarandón et al. (2006), Blandi et al. (2015), Abraham (2014). La siguiente escala y su valor umbral fueron desarrollados y utilizados por los autores mencionados y proponen identificar el grado de cobertura de necesidades por parte del productor a partir de los ingresos generados en el agroecosistema:

- 0: Los ingresos no alcanzan para cubrir las necesidades básicas del productor.
- 1: Los ingresos solo alcanzan para cubrir las necesidades básicas del productor.
- **2: Los ingresos alcanzan para cubrir las necesidades básicas del productor y sueldos.**
- 3: Los ingresos alcanzan para cubrir las necesidades básicas del productor, sueldos y amortizar gastos.
- 4: Los ingresos alcanzan para cubrir las necesidades básicas del productor, sueldos, amortizar gastos, reinvertir y/o darse gustos.

2. Prueba de indicadores e identificación de puntos críticos

2.1. Valores obtenidos para cada indicador

Luego de definir las categorías de análisis y sus respectivos indicadores, se procedió a recopilar los datos en campo y a realizar una entrevista con la productora para poner a prueba y evaluar los indicadores propuestos. Los resultados de esta etapa se presentan en la Tabla 9, donde se muestran los valores reales y estandarizados obtenidos para cada indicador, en comparación con los valores umbral establecidos.

Además, los datos de la tabla se representan en el gráfico de ameba (Gráfico 1; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), lo que permite una visualización más clara y rápida de los resultados.

Tabla 9. Valores reales y estandarizados para cada indicador propuesto

Dimensión	Categoría	Indicadores	Propuesta de medición	Valor real	Valor umbral	Valores estandarizados	
						Real	Umbral
Técnica	Materia Orgánica	Prácticas que promueven la materia orgánica en el suelo.	Cantidad de prácticas que promueven la materia orgánica en el suelo.	Utiliza cinco o más prácticas para promover la materia orgánica	Utiliza al menos dos prácticas para promover la materia orgánica.	4	2
	Riego	Eficiencia de riego	Grado de eficiencia según el tipo de riego utilizado.	50% o menos de superficie regada por goteo	61-75% de superficie regada por goteo	0	2
	Insumos	Dependencia de insumos externos	Porcentaje de insumos externos utilizados.	40-31% de insumos externos.	60-41% de insumos externos.	3	2
	Integración agrícola-ganadera	Integración de animales de corral	Grado de integración de los animales de corral en el manejo.	Los animales de corral están plenamente integrados al agroecosistema, aportando abono, manejo de pasturas y reciclaje de nutrientes dentro de un manejo planificado y complementario con los cultivos.	Los animales de corral están parcialmente integrados, participando únicamente en el aporte de abono al suelo a través del estiércol.	4	2
Ambiental	Biodiversidad	Diversidad Vegetal	Cantidad de especies de plantas observables	8 o más especies vegetales observables.	4-5 especies vegetales observables.	4	2
	Materia Orgánica	Presencia de materia	Porcentaje de materia orgánica	1,4% de materia orgánica en el suelo	1-1,50% de materia orgánica en el suelo	2	2



Dimensión	Categoría	Indicadores	Propuesta de medición	Valor real	Valor umbral	Valores estandarizados	
						Real	Umbral
		orgánica en el suelo	en el suelo.				
	Agua	Conocimiento de la calidad del agua	Cantidad de analíticas realizadas sobre la calidad del agua.	No se conoce la calidad del agua de riego.	Se estima la calidad del agua de riego basándose en análisis realizados en algún momento.	0	2
Social	Liderazgo femenino	Presencia de mujeres en puestos de liderazgo	Cantidad de mujeres en puestos de liderazgo.	≥50% de mujeres en puestos de liderazgo	11-30% de mujeres en puestos de liderazgo	4	2
	Seguridad	Protección para los trabajadores	Cantidad de técnicas de protección brindada a los trabajadores.	Cumple seis o más técnicas de protección anteriormente nombradas	Cumple al menos dos técnicas de protección.	4	2
	Integración Social	Vinculación con actores externos	Número de actores externos con los que se vincula la finca.	Se vincula con 5 o más actores externos	Se vincula con 3 actores externos.	4	2
	Satisfacción del productor	Aceptabilidad del sistema de producción	Grado de satisfacción	Está satisfecho, acepta la actividad que realiza y desea seguir formándose en ella	Está medianamente satisfecho y acepta la actividad que realiza.	3	2
Económica	Diversificación comercial	Diversidad de productos y servicios para la venta	Número de productos para la venta.	Ofrece 8 o más productos a la venta.	Ofrece entre 3 y 5 productos a la venta.	4	2



Dimensión	Categoría	Indicadores	Propuesta de medición	Valor real	Valor umbral	Valores estandarizados	
						Real	Umbral
		Diversidad de canales para la venta	Número de canales para la venta.	Posee entre 3-5 canales de venta.	Posee entre 3-5 canales de venta.	2	2
	Capitalización	Maquinaria agrícola e infraestructura	Presencia de maquinaria agrícola e infraestructura.	Cuenta con un galpón, un tractor propio de más de 15 años e implementos.	Cuenta con un galpón, un tractor de menos de 15 años e implementos	1	2
	Rentabilidad	Beneficio económico	Cobertura de necesidades	Los ingresos alcanzan para cubrir las necesidades básicas del productor y sueldos	Los ingresos alcanzan para cubrir las necesidades básicas del productor y sueldos	2	2

Fuente: Elaboración propia

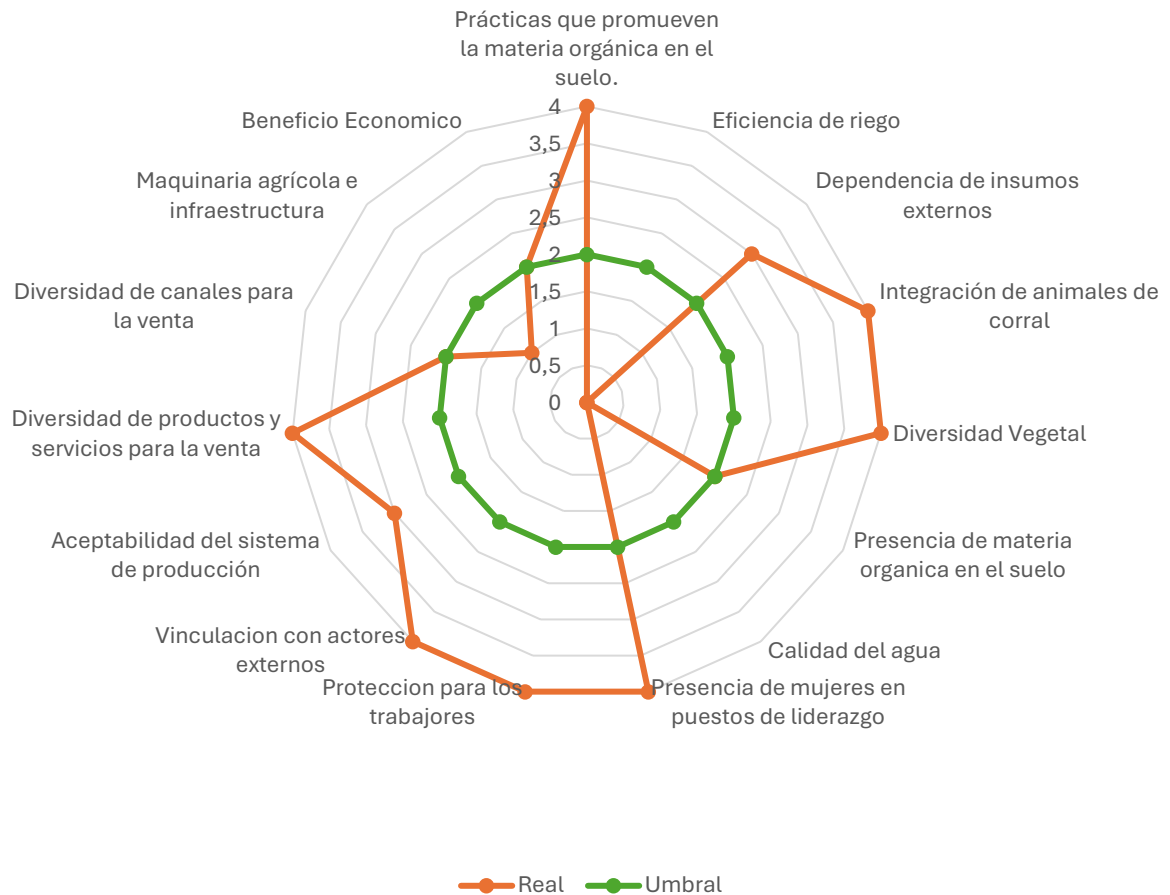


Gráfico 1. Gráfico de ameba con los valores estandarizados para los indicadores propuestos

Fuente: Elaboración propia

El Grafico 2; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta un diagrama de ameba que muestra el promedio no ponderado de los valores obtenidos para los indicadores correspondientes a cada dimensión evaluada. En la sección del trabajo siguiente se procederá al análisis considerando la ponderación asignada a dichos indicadores.

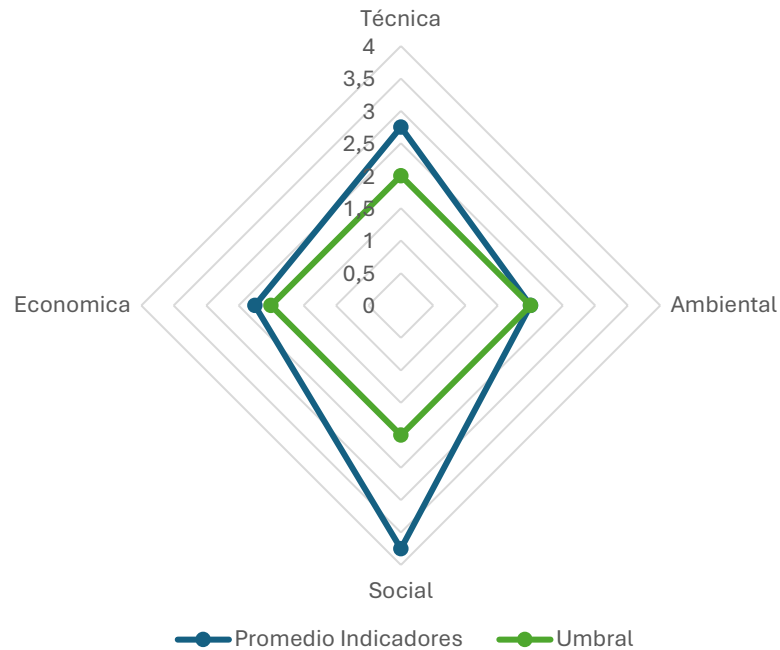


Grafico 2. Gráfico de araña con los valores estandarizados y promediados para las dimensiones propuestas

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican un promedio de 2,75 para la dimensión técnica, 2,00 para la dimensión ambiental, 3,75 para la dimensión social y 2,25 para la dimensión económica. En conjunto, el valor promedio global de sustentabilidad del agroecosistema es de 2,69.

A continuación, para comparar los indicadores dentro de una misma dimensión, se presentan los siguientes gráficos de columnas donde, al igual que en los gráficos anteriores, la línea verde representa el valor umbral.

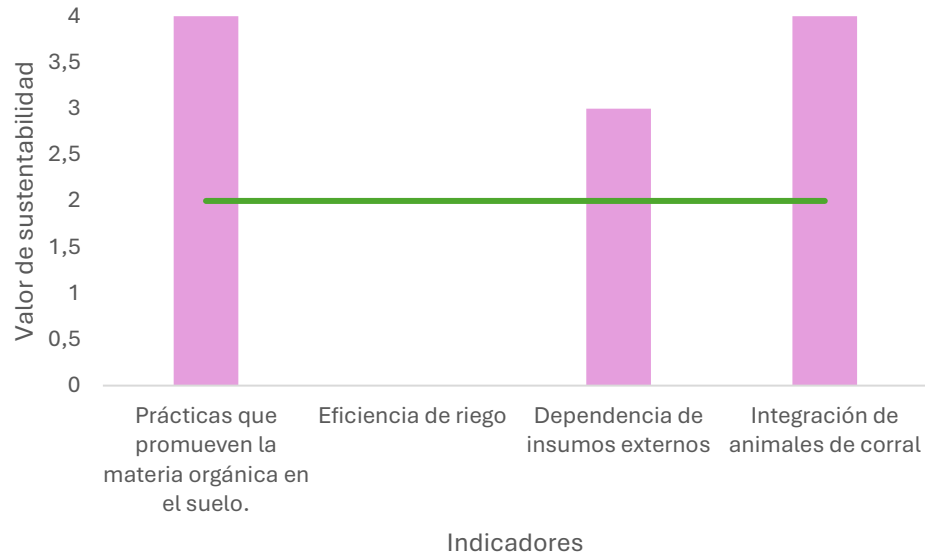


Gráfico 3. Gráfico de columnas de valores para cada indicador de la dimensión técnica

Fuente: Elaboración propia

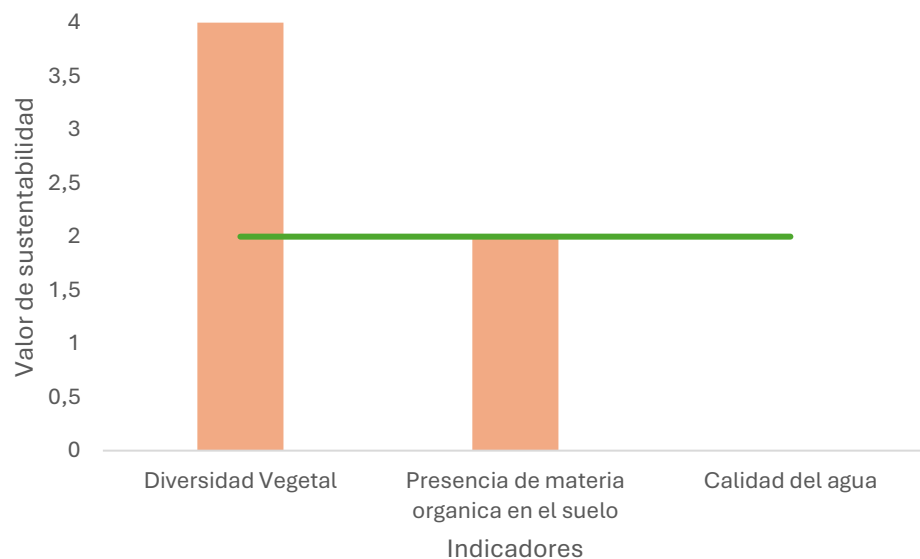


Gráfico 4. Gráfico de columnas de valores para cada indicador de la dimensión ambiental

Fuente: Elaboración propia

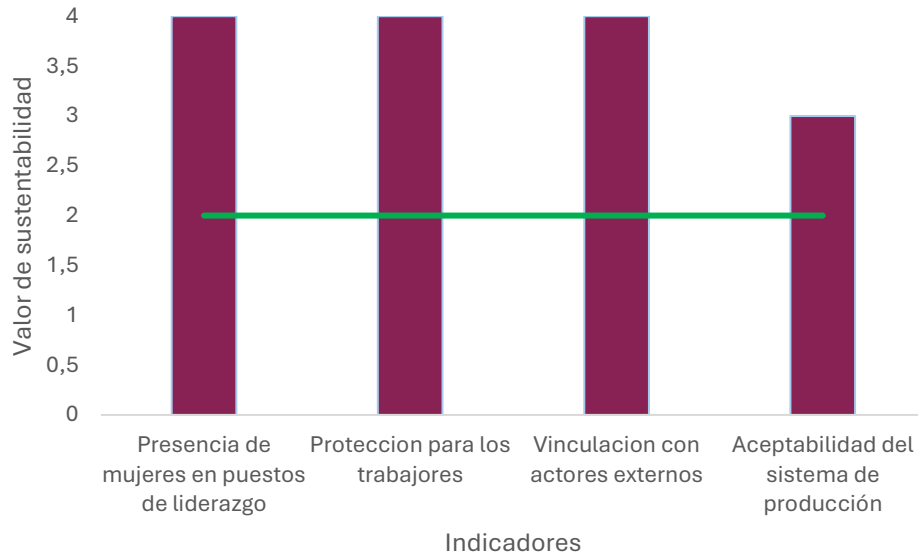


Gráfico 5. Gráfico de columnas de valores para cada indicador de la dimensión social

Fuente: Elaboración propia

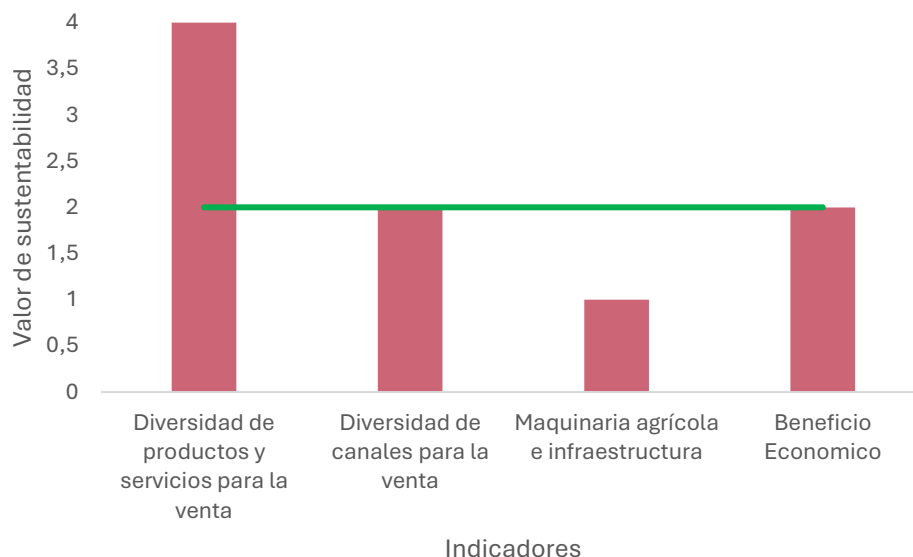


Gráfico 6. Gráfico de columnas de valores para cada indicador de la dimensión económica

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 1 se puede observar que, de los 15 indicadores propuestos, nueve se encuentran por encima del valor umbral, tres tienen el mismo valor que el umbral y tres presentan valores por debajo del umbral. Estos últimos corresponden a “Eficiencia de riego”, “Calidad del agua” y “Maquinaria agrícola e infraestructura”, los cuales pertenecen a distintas dimensiones de análisis.

Asimismo, observando el Gráfico 2, si se consideran los valores promedio de los indicadores por dimensión, se aprecia que las cuatro dimensiones se encuentran por encima del umbral de sustentabilidad. La dimensión social muestra el valor más alto de sustentabilidad (3,75), evidenciando un fuerte desempeño en el aspecto social.

Analizando los gráficos de columnas, para la dimensión técnica (Gráfico 3) **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) tres de cuatro indicadores se ubican por encima del umbral, pero el indicador restante se encuentra lo más alejado posible del umbral (valor 0).

Para la dimensión ambiental (Gráfico 4), un indicador se encuentra sobre el umbral, uno se ubica exactamente en el umbral y otro indicador se encuentra lo más alejado posible de este (valor 0).

En la dimensión social (Gráfico 5) los cuatro indicadores se encuentran por encima del umbral, lo que confirma que esta es la dimensión más sustentable, demostrando un desempeño sólido en aspectos relacionados con el bienestar de los trabajadores y de la productora.

Finalmente, en la dimensión económica (Gráfico 6), un solo indicador se encuentra por encima del umbral, dos están en el umbral y uno por debajo.

En términos generales, aunque algunas dimensiones presentan indicadores con valores bajos, al considerar el promedio se reconoce que, en términos generales, la variación de sustentabilidad entre las dimensiones no es significativa, salvo en la dimensión social que presenta una predominancia. Esto demuestra la importancia que la productora y su equipo otorgan a todas las dimensiones del análisis, desde la producción y diversificación de productos hasta el bienestar integral de los trabajadores y de la propia productora.

2.2. Índices de sustentabilidad para cada dimensión

A continuación, se presentan los índices generados para cada una de las cuatro dimensiones analizadas y finalmente un índice de sustentabilidad total del agroecosistema.

Para el cálculo de estos índices se aplicó una ponderación a los valores de los indicadores mencionados anteriormente, dado que no todos poseen la misma incidencia en la determinación de la sustentabilidad. En consecuencia, se asignó un mayor peso relativo a aquellos indicadores que, en función de las características del agroecosistema, ejercen una influencia más significativa sobre su desempeño sustentable.

2.2.1. Índice técnico general (ITG)

Se ponderó el indicador “Eficiencia de riego” dándole un mayor peso. Esto es, debido a que la provincia de Mendoza atraviesa una de las crisis hídricas más severas de su historia reciente. En un artículo del Ciudadano News (2025), el glaciólogo Lucas Ernesto Ruiz menciona que actualmente la provincia enfrenta su periodo más extenso de baja acumulación de nieve en los últimos 50 años, un factor crítico ya que la región depende casi exclusivamente del deshielo de alta montaña para sostener su sistema hídrico. A medida que la mega sequía avanza sin señales de reversión, se profundizan los desafíos ambientales, productivos y sociales en esta zona naturalmente árida. que el uso eficiente de este recurso se vuelve importante.

Asimismo, el indicador “Dependencia de insumos externos” también presenta un mayor peso, ya que, como se explicó en el Marco teórico, la agricultura convencional depende fuertemente de estos insumos. Por lo tanto, una producción agroecológica con enfoque sustentable debe minimizar esta dependencia, favoreciendo el uso de insumos autoproducidos.

La fórmula de cálculo para el ITG es la siguiente:

$$ITG = \frac{MO \times fMO + R \times fR + I \times fI + A \times fA}{fMO + fR + fI + fA}$$



Correspondiendo:

f: valor de ponderación

MO: Prácticas que promueven la materia orgánica en el suelo.

R: Eficiencia de riego

I: Dependencia de insumos externos

A: Integración de animales de corral.

Así, el valor del ITG luego de ponderar los indicadores es:

$$ITG = \frac{4 \times 1 + 0 \times 2 + 3 \times 2 + 4 \times 1}{1 + 2 + 2 + 1} = \frac{13}{6} = 2,33$$

2.2.2. Índice ambiental general (IAG)

Se asignó un mayor peso a dos indicadores: “Calidad del agua”, siguiendo la justificación presentada en el índice anterior, y “Diversidad Vegetal”. Este último recibió un peso adicional debido a los servicios ecosistémicos que aporta, los cuales favorecen el rendimiento de los cultivos y la disminución el uso de insumos externos. Asimismo, este indicador permite evidenciar el contraste con los agroecosistemas convencionales, caracterizados por la predominancia de monocultivos.

La fórmula de cálculo para el IAG es la siguiente:

$$IAG = \frac{DV \times fDV + MO \times fMO + C \times fC}{fDV + fMO + fC}$$

Correspondiendo:

f: valor de ponderación

DV: Diversidad Vegetal

MO: Presencia de materia orgánica en el suelo.

C: Calidad del agua.

Así, el valor del IAG luego de ponderar los indicadores es:

$$IAG = \frac{4 \times 2 + 2 \times 1 + 0 \times 2}{2 + 1 + 2} = \frac{10}{5} = 2,00$$

2.2.3. Índice social general (ISG)

Se asignó un mayor peso al indicador “Vinculación con actores externos”, ya que la existencia de estas vinculaciones dinamiza la interacción entre actores, favorece la retroalimentación y permite desarrollar proyectos en equipo, contribuyendo así a ampliar la red de conocimientos sobre prácticas agroecológicas.

La fórmula de cálculo para el ISG es la siguiente:

$$ISG = \frac{M \times fM + P \times fP + V \times fV + A \times fA}{fM + fP + fV + fA}$$



Correspondiendo:

f: valor de ponderación

M: Presencia de mujeres en puestos de liderazgo.

P: Protección para los trabajadores.

V: Vinculación con actores externos.

A: Aceptabilidad del sistema de producción.

Así, el valor del ISG luego de ponderar al indicador es:

$$ISG = \frac{4 \times 1 + 4 \times 1 + 4 \times 2 + 3 \times 1}{1 + 1 + 2 + 1} = \frac{19}{5} = 3,80$$

2.2.4. Índice económico general (IEG)

Se asignó un mayor peso al indicador "Beneficio económico", ya que un mayor ingreso del productor permite cubrir más necesidades básicas, mejorar la remuneración de los trabajadores e invertir en mejoras aplicadas al agroecosistema. Esto, a su vez, impacta positivamente en distintos aspectos, como la eficiencia de producción, la calidad del trabajo y la satisfacción de la productora.

La fórmula de cálculo para el IEG es la siguiente:

$$IEG = \frac{DP \times fDP + DC \times fDC + MA \times fMA + BE \times fBE}{fDP + fDC + fMA + fBE}$$

Correspondiendo:

f: valor de ponderación

DP: Diversidad de productos y servicios para la venta.

DC: Diversidad de canales para la venta.

MA: Maquinaria agrícola e infraestructura.

BE: Beneficio económico.

Así, el valor del IEG luego de ponderar al indicador es:

$$IEG = \frac{4 \times 1 + 2 \times 1 + 1 \times 1 + 2 \times 2}{1 + 1 + 1 + 2} = \frac{11}{5} = 2,20$$

2.2.5. Índice de sustentabilidad total (IST)

Finalmente, la fórmula de cálculo para el IST es la siguiente:

$$IST = \frac{ITG + IAG + ISG + IEG}{4}$$

Correspondiendo:

ITG: Índice técnico general

IAG: Índice ambiental general



ISG: Índice social general

IEG: Índice económico general

Así, el valor del IST luego de ponderar al indicador es:

$$IST = \frac{2,33 + 2,00 + 3,80 + 2,20}{4} = \frac{10,33}{4} = 2,58$$

A modo de resumen, a continuación, se presenta el gráfico de barras (Gráfico 7) que muestra los valores de cada índice en contraste con el valor umbral en verde.

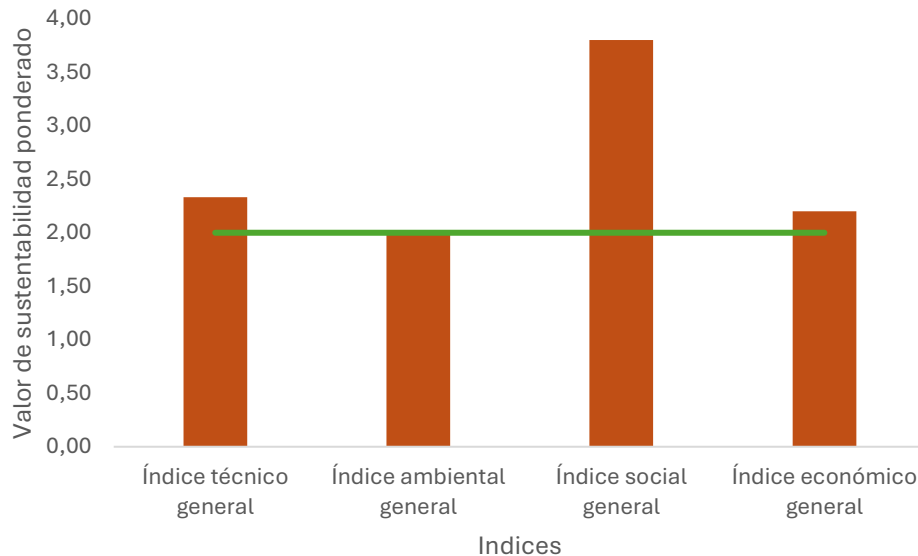


Gráfico 7. Gráfico de columnas con los valores de índices de sustentabilidad calculados para cada dimensión

Fuente: Elaboración propia

Se observa que, al comparar los valores de sustentabilidad obtenidos mediante la aplicación de ponderaciones con aquellos calculados a partir del promedio simple de los indicadores en la sección anterior, los índices por dimensión resultan mayores cuando no se aplica ponderación.

Sin embargo, dado que la sustentabilidad está condicionada por las particulares condiciones climáticas, sociales y económicas de cada agroecosistema, así como por la disponibilidad y calidad de los recursos naturales presentes en cada área, es necesario aplicar esta ponderación. Esto permite identificar los puntos críticos y realizar una evaluación más precisa, ajustada a las características específicas de nuestro caso de estudio.

2.3. Identificación de puntos críticos

Como se mencionó anteriormente, Sarandón (2002) define un punto crítico como aquel valor dentro de la escala de evaluación de un indicador que se sitúa por debajo del umbral establecido. Tal como se muestra en las tablas y gráficos anteriores, el valor de umbral considerado en este trabajo es 2 (dos), por lo que cualquier indicador cuyo valor estandarizado sea inferior a este se considera un punto crítico.



Según Studer (2021), la identificación de estos principales puntos críticos permite prestar especial atención, en el futuro, al manejo de tales aspectos con el fin de promover el avance hacia la sustentabilidad y elaborar propuestas que puedan mejorar estos niveles.

La Tabla 10 muestra los puntos críticos identificados:

Tabla 10. Puntos críticos identificados

Dimensión	Categoría	Indicador	Valor estandarizado
Técnica	Riego	Eficiencia de riego	0
Ambiental	Agua	Calidad del agua	0
Económica	Capitalización	Maquinaria agrícola e infraestructura	1

Fuente: Elaboración propia

Los dos indicadores propuestos para evaluar el recurso hídrico dentro del agroecosistema, los cuales a su vez fueron ponderados con mayor peso, presentan los valores de sustentabilidad más alejados del umbral. Esto señala un área de mejora significativa, ya que estos indicadores impactan fuertemente en los índices de sustentabilidad, representando un punto de partida clave para incrementar la sustentabilidad del agroecosistema.

Por otro lado, el indicador relacionado con la capitalización del productor evidencia que la mayoría de las tareas dentro del agroecosistema se realizan manualmente y que las maquinarias presentes son antiguas, adquiridas hace varios años. Esta situación se vincula con el indicador de Beneficio Económico, que refleja que los ingresos del productor alcanzan únicamente para cubrir las necesidades básicas y los sueldos, sin margen para amortizaciones ni para invertir en maquinaria moderna.



3. Bibliografía

- Abraham, Laura; Alturria, Laura V.; Fonzar, Alfredo; Ceresa, Alejandro M.; Arnés, Esperanza (2014) Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 46(1), 161-180. <https://bdigital.uncu.edu.ar/6453>
- Aguirre, S., y Chiappe, M. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en predios hortícolas salteños. *Revista Agrociencia (Uruguay)*, 13(1), 38-47. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482009000100006&lng=es&tlng=es.
- Altieri, M. A., y Letourneau, D. K. (1982). Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*, 1(4), 405-430. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(82\)90023-0](https://doi.org/10.1016/0261-2194(82)90023-0)
- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 19-31. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6)
- Arias, C.M., Yee Cheung, N.K., Vieira Silva, M.M.; Barroca Xavier, M.G.; Forti, V.A. (2022). Benefícios da diversificação vegetal em agroecossistemas. *Caderno Comunica*, 1(1), 102-115. <https://doi.org/10.37885/220508937>
- Ayala Herrería, J. A. (2024). *Prácticas agrícolas sostenibles y la rentabilidad. caso de estudio Apaec, Cotacachi* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/16131>
- Ayers, R. S. y Westcot, D. W. (1985). *Water quality for agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponible en: <https://www.fao.org/4/t0234e/T0234E00.htm#pre>
- Biodynamic Association. (s.f.). *Principios y prácticas biodinámicas*. <https://www.biodynamics.com/biodynamic-principles-and-practices>
- Blandi, M.; Sarandón, S.J.; Flores; C.C.; Veiga; I. (2015). Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense. *Revista Facultad Agrónoma*, 114(2), 251-264.
- Bover-Felices, K. y Suárez-Hernández, J. (2020). *Contribución del enfoque de la agroecología en el funcionamiento y estructura de los agroecosistemas integrados*. Pastos y Forrajes, 43(2), 102-111. Recuperado en 17 de octubre de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942020000200102&lng=es&tlng=es.
- Cendón, M.L., Molpeceres, C., Zulaica, L. y Rouvier, M. (2021a). Agroecología y Canales Cortos en el contexto de COVID-19: el caso de la horticultura Marplatense. *Cuyonomics. Investigaciones en Economía Regional*, 5(8), 90-108. <https://doi.org/10.48162/rev.42.036>
- Ciudadano News. (23 de julio de 2025). *Crisis del agua en Mendoza 2025 y el avance silencioso de la megasequía*. En ciudadano News. <https://ciudadano.news/sociedad/mendoza-crisis-hidrica-2025-megasequia-desigualdad-retroceso-glaciares-n104971>
- Contenidos CREA. (4 de octubre de 2024). *Biodiversidad: ¿cuál es su aporte a los sistemas productivos agrícolas?*. Contenidos Crea. [Biodiversidad: ¿cuál es su aporte a los sistemas productivos agrícolas?](https://www.contenidoscrea.com.ar/biodiversidad-que-es-su-aporte-a-los-sistemas-productivos-agricolas/)
- Dellepiane, A.; Sarandón, S.J. (2008). Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*, 3(3), 67-78.



Dirección Nacional de Agroecología en Argentina (DNAe) (2022). Marco conceptual de la Agroecología. Dirección Nacional de Agroecología, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Economía de la Nación. https://magyp.gob.ar/sitio/areas/agroecologia/pdf/230909_marco_conceptual_de_la_agroecologia_dnae.pdf?103523

Docampo, R. (2018). *La importancia de la materia orgánica del suelo y su manejo en producción frutícola*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Estación Experimental "Wilson Ferreira Aldunate". Disponible en: <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11480/1/sad-687-p.81-88.pdf>

Ecosostenible. (2024, 23 de febrero). Aumento de la biodiversidad y estabilidad de los agroecosistemas. <https://antropocene.it/es/2024/02/23/aumento-de-la-biodiversidad-y-estabilidad-de-los-agroecosistemas/>

Escuela postgrado de ingeniería y arquitectura. (28 de febrero de 2023). *Análisis de aguas: en qué consiste y tipos de pruebas*. Disponible en: <https://postgradoingenieria.com/analisis-aguas/>

Frassón, P.M. (2016). *Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas en la región pampeana argentina* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Rosario]. <http://hdl.handle.net/2133/12192>

Fontana M. M. G. (2013). *Aportes para la evaluación de la sustentabilidad: a partir de la comparación de dos sistemas agrícolas de San Carlos, Mendoza* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cuyo]. <https://bdigital.uncu.edu.ar/5438>

Fruitos, A. B. (2017). *Transición Agroecológica en la Producción Vitícola Certificada de Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cuyo]. <https://bdigital.uncu.edu.ar/19779>

Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental (FUNDESYRAM). (2023). *Estrategias, técnicas o prácticas agroecológicas para mejorar el suelo*. Boletín 147. Disponible en: <https://fundesyram.info/wp-content/uploads/2023/01/ESTRATEGIAS-T%C3%89CNICAS-O-PRACTICAS-AGROECOL%C3%93GICAS-JULIO-2023.pdf>

Gliessman, S. R., Rosado-May, F. J., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Méndez, V. E. y Jaffe, R. (2007). *Agroecología: promoviendo una transición hacia la sustentabilidad*. Revista Ecosistemas, 16(1).

Gobierno de Mendoza. (2019, 22 de diciembre). *El 50 % del agua de los mendocinos se pierde por riego a manto*. <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/el-50-agua-de-los-mendocinos-se-pierde-por-riego-a-manto/>

Grosso Cepparo, M.V. y Torres, L. M. R. (2015). Between water policies and efforts to calm thirst: The «aqueduct of the desert» in the unirrigated drylands of Lavelle, Mendoza; Universidad de Salamanca; *Revista América Latina Hoy*, 69(1), 17-33. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/39237>

Hernández Herrera, C.A. (2024). Las mujeres y el acceso al liderazgo. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 15(29), e. 749. <https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2120>

Hernández, F. (s.f.). *El Factor Capital Como Clave de Éxito en la Producción Agrícola*. En Asistencia Técnica Agrícola. Disponible en: https://www.agro-tecnologia-tropical.com/el_capital.html

La empresa y su entorno. Empresa y cultura emprendedora (Unidad 1). (s. f.). UTEL. Recuperado de: https://apps.utel.edu.mx/recursos/files/r161r/w24792w/TV/EDEBE_Empresa.pdf



Landini, F., y Beramendi, M. (2020). ¿Agroecología o agricultura convencional moderna? Posicionamientos de extensionistas rurales argentinos. *Revista de investigaciones agropecuarias*, 46(3), 352-361. Recuperado en 19 de septiembre de 2025, de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142020000300352&lng=es&tlng=es.

Manero, A. (2 de agosto de 2020). *El proceso de capitalización en el agro*. Agencia Agraria de Noticias. Disponible en: <https://agraria.pe/columna/el-proceso-de-capitalizacion-en-el-agro-411>

Margiotta, E. y Benencia, R. (1995). Introducción al estudio de la estructura agraria. La perspectiva de la sociología rural.

Martínez, L. (2004). *Efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre las características físicoquímicas y microbiológicas de suelos bajo cultivo de vid de la provincia de Mendoza*. [Tesis de maestría, Universidad de Buenos Aires, Área Ciencia del Suelo].

McGrath; A. y Jonker; A. (2023, 22 de diciembre). ¿Qué es la responsabilidad social corporativa (RSC)? IBM. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/topics/corporate-social-responsibility>

Mikkelson, K.O. (2020). *Integración animal y estrategias de alimentación en pequeñas fincas del trópico. Enfoques y métodos para la sustentabilidad y la rentabilidad*. Centro de Impacto ECHO Asia.

Nebot, M. L. (2020). *Evaluación de sustentabilidad y propuesta de mejora técnica de un agroecosistema hortícola de Tunuyán, Mendoza* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cuyo]. <https://bdigital.uncu.edu.ar/19283>

Organización de las Naciones Unidas Mujeres (ONU). (15 de septiembre de 2025). *Datos y cifras: Liderazgo y participación política de las mujeres*. Disponible en: <https://www.unwomen.org/es/articulos/datos-y-cifras/datos-y-cifras-liderazgo-y-participacion-politica-de-las-mujeres>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Igualdad de género*. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/gender-equality/>

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2019). *Las mujeres en la gestión empresarial: argumentos para un cambio*. Disponible en: https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_700977.pdf

Pino Torres, C., Salazar, A., Gamboa, G. and Espina, R. (2013). Autoevaluación De Indicadores Agroecológicos En Sistemas vitícolas orgánicos Del Centro Sur De Chile. Paper at: IV Congreso Latinoamericano de Agroecología SOCLA2013, Universidad Nacional Agraria La Molina, 10-11 Setiembre 2013. Prieto, D. (2017). Disponible en: <https://orgprints.org/id/eprint/28268/>

Prieto, A.S.; Prieto, G.D.R.; Angella, G.A. (2017). Evaluación de diferentes estrategias de riego deficitario controlado en el cultivo de soja [Glycine max (L.) Merrill], Inst. INTA EEA Santiago del Estero. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Informe científico, Santiago del Estero, Argentina.

Ramírez-Suárez, W. M., López-Chouza, J. C., Flores-Acosta, M.A. , Sánchez-Cárdenas, S., y Rodríguez-Morejón, P. L. (2024). La biodiversidad y los servicios ecosistémicos en sistemas agroecológicos. Una revisión. *Revista Pastos y Forrajes*, 47. Epub 05 de marzo de 2024. Recuperado en 19 de septiembre de 2025, de



[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942024000100002&lng=es&tlng=es.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942024000100002&lng=es&tlng=es)

Red de Buenas Prácticas Agrícolas. (26 de marzo de 2015). *Buenas Prácticas Agrícolas: Lineamientos de Base*. Disponible en: <https://www.casafe.org/pdf/2015/BUENAS-PRACTICAS-AGRICOLAS/BuenasPracticasAgricolas-LineamientosdeBase.pdf>

Romero, F. (2014). Los agroquímicos: concentración y dependencia en la Argentina (1976-2014). *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, 41. Disponible en: <https://www.ciea.com.ar/web/wp-content/uploads/2016/11/RIEA-41-03.pdf>

Studer, P.M.; Sarandón, S.J.; Greco S.; Zabala C.; Aguilar, M.; Nebot, M.; Viani, M.; Luconi, R.; Díaz Bitar F. (2019). Una propuesta de indicadores para la medición de sustentabilidad bajo un enfoque integral, en agroecosistemas vitivinícolas de Mendoza. Congreso Argentino de Agroecología, (2020). Primer Congreso Argentino de Agroecología. 1a. ed. adaptada. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado. 1423 p.; Dirección URL del libro: <https://bdigital.uncu.edu.ar/14315>.

Sarandón, S.; Flores, C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Disponible en: <https://doi.org/10.35537/10915/37280>

Sarandón, S. J., y Flores, C. C. (2009). *Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica*. *Agroecología*, 4, 19–28. Recuperado a partir de: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>

Sarandón, S.J.; Zuluaga, M.; Cieza, R.; Gómez, C.; Janjetic, L. y Negrete, E. (2006). *Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores*. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/118582>

Sarandón, S.J. (2002). *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. SJ Sarandón (Editor). Ediciones científicas americanas, La plata. Cap. 20:393-414.

Santamaría, L. y Hernández, O. (2017). *Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sustentabilidad en San José de las Lajas, provincia de Mayabeque, Cuba*. *Revista Luna Azul*, no. 44, p. 120-152. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.17151/luaz.2017.44.8>

Sese, Candela. (2023). *Desarrollo de indicadores y evaluación de sustentabilidad bajo un enfoque agroecológico en un agroecosistema de producción frutícola ubicado en San Carlos, provincia de Mendoza, Argentina* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cuyo]. <https://bdigital.uncu.edu.ar/20085>

Studer, Paola Mariela. (2021). *Propuesta de indicadores y evaluación de sustentabilidad para viticultores de perfil empresarial en la zona de Luján de Cuyo, Mendoza* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cuyo]. <https://bdigital.uncu.edu.ar/19285>

Tommasino, H., García Ferreira, R., Marzaroli, J., y Gutiérrez, R. (2012). Indicadores de sustentabilidad para la producción lechera familiar en Uruguay: análisis de tres casos. *Revista Agrociencia (Uruguay)*, 16(1), 166-176. Recuperado en 19 de septiembre de 2025, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482012000100020&lng=es&tlng=es.

Torres, D. (21 de enero de 2023). *Canales de venta: qué son, sus tipos, cómo gestionarlos y ejemplos* Blog de hubspot. <https://blog.hubspot.es/sales/canales-de-venta>

Videla, C. y Picone, L. (2017). Indicadores biológicos de calidad de suelo. Capítulo 1. Pag 83-87. *Manual de indicadores de calidad del suelo para las ecorregiones de Argentina*. Marcelo G. Wilson ... [et al.]. - 1a ed. Entre Ríos: Ediciones INTA, 2017. Libro digital, PDF. ISBN 978-987-521-826-0.

Welfare Quality Network. (s.f.). Welfare Quality Network. <https://www.welfarequalitynetwork.net/>



CAPÍTULO 6: DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

1. Discusión

1.1. Hipótesis

La hipótesis planteada “el agroecosistema en estudio presenta valores óptimos o por encima del umbral de sustentabilidad, debido a la aplicación de un manejo agroecológico.” se comprueba ya que tanto cada una de las dimensiones como el índice de sustentabilidad total se encontraron sobre o por encima del umbral, aun considerando la existencia de tres puntos críticos.

1.2. Metodología

La metodología seleccionada permitió cumplir los objetivos específicos planteados, ya que posibilitó evaluar de manera integral la sustentabilidad, traduciendo la complejidad del agroecosistema en indicadores que facilitaron diagnosticar el estado actual del área bajo estudio, identificando tanto sus fortalezas como sus principales debilidades.

Al considerar antecedentes de estudios locales y regionales que aplicaron la misma metodología, entre ellos Sarandon et al. (2006), Dellepiane et al. (2008), Abraham et al. (2014), Blandi et al. (2015), Fruitos (2017), Studer et al. (2019), Nebot (2020), Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025), se observa un consenso en que esta metodología refleja de manera efectiva el estado de sustentabilidad de los agroecosistemas. El presente estudio representa el primero en aplicar esta metodología a un agroecosistema biodinámico, aportando un valor adicional al conocimiento local sobre la sustentabilidad de los agroecosistemas.

Otro aspecto favorable identificado en la metodología es la incorporación de la ponderación de los indicadores. Esta herramienta permitió asignar diferentes niveles de importancia relativa a cada variable evaluada, lo que contribuyó a obtener un índice de sustentabilidad más representativo y ajustado a la realidad del agroecosistema como los obtenidos por Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025).

1.3. Indicadores

Los indicadores propuestos lograron simplificar la complejidad del agroecosistema y resultaron apropiados para desarrollar una evaluación integral y permitiendo identificar los puntos críticos de sustentabilidad en el agroecosistema bajo estudio. Se emplearon exitosamente indicadores previamente desarrollados y aplicados a nivel local y regional por diversos autores, entre ellos Sarandon et al. (2006), Dellepiane et al. (2008), Aguirre et al. (2009), Tommasino et al. (2012), Pino Torres et al. (2013), Fontana Martini (2013), Abraham et al. (2014), Blandi et al. (2015), Frassón (2016), Fruitos (2017), Studer et al. (2019), Nebot (2020), Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025), lo que permitió reforzar la importancia de los antecedentes locales y confirmar la solidez de la base de indicadores ya existente para realizar este estudio.

Además, se desarrolló un nuevo indicador no identificado en la bibliografía revisada, correspondiente a la dimensión social y denominado “Presencia de mujeres en puestos de liderazgo”, que pone en valor la participación femenina en los sistemas agrarios y su rol en la toma de decisiones. Asimismo, se rediseñaron algunos indicadores de los autores mencionados; por ejemplo, el indicador “Integración animal” de Fruitos (2017), que



originalmente solo consideraba presencia o ausencia, se amplió en este trabajo a una escala más detallada, y el indicador “Calidad de agua” de Studer (2021) se modificó a valores cualitativos, para evaluar el grado de conocimiento del productor sobre la calidad del agua utilizada.

Cabe señalar que durante el desarrollo de la evaluación se utilizaron indicadores de presión, orientados a reflejar el funcionamiento del sistema y los efectos de las prácticas de manejo sobre los recursos. Asimismo, se incorporaron indicadores de estado, destinados a describir la situación actual del agroecosistema.

Estos indicadores de estado, como, por ejemplo, el porcentaje de materia orgánica del suelo, no implican por sí mismos una mejora en el sistema ni garantizan que dicho valor se mantenga en el tiempo por encima del umbral establecido. Estos indicadores expresan una condición puntual, cuya evolución dependerá de la continuidad y coherencia de las prácticas de manejo implementadas.

1.4. Resultados

Los resultados indican que las cuatro dimensiones analizadas presentan valores de sustentabilidad óptimos, siendo únicamente la dimensión ambiental la que alcanza el valor más bajo, situándose al nivel del umbral. Ninguna de las dimensiones se encuentra por debajo de este umbral.

En contraste con investigaciones previas, la dimensión social es la que alcanza el índice más elevado en el presente estudio. Este resultado difiere de lo reportado por Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025), quienes identificaron esta dimensión como la más vulnerable en sus casos analizados. En particular, el indicador de “Vinculación con actores externos” se ubica por encima del umbral de sustentabilidad, en concordancia con lo señalado por Abraham et al. (2014), Nebot (2020) y Ferez (2025). Sin embargo, se observan diferencias relevantes en el indicador de “Protección de los trabajadores”, mientras Studer (2021) registra valores nulos, en el agroecosistema bajo estudio se alcanza el valor máximo, resultado que coincide con lo obtenido por Sese (2023).

Respecto de la dimensión económica, los antecedentes revisados la identificaron como la de mayor desempeño. No obstante, en el caso analizado constituye un punto crítico. Si bien el indicador de “Diversidad de productos” presenta valores elevados, en línea con la mayoría de los estudios, se identifican diferencias en la diversidad de canales de comercialización. En el agroecosistema estudiado este indicador se sitúa en valores inferiores respecto a algunos antecedentes, coincidiendo con lo reportado por Abraham et al. (2014) y Ferez (2025), donde se ubica en o por debajo del umbral de sustentabilidad. Una situación similar se observa en el indicador de “Maquinaria agrícola e infraestructura”, que en este caso se encuentra por debajo del valor del umbral, mientras que en los sistemas empresariales analizados por otros autores se posiciona por encima del mismo.

En cuanto a la dimensión técnica, el indicador “Dependencia de insumos externos” presenta valores superiores al umbral, diferenciándose de lo reportado por Nebot (2020), Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025), quienes registran valores en o por debajo del nivel crítico. Este resultado podría asociarse al manejo biodinámico implementado, que tiende a cerrar los ciclos en el mismo agroecosistema, reduciendo la dependencia de insumos externos. Por el contrario, el indicador “Eficiencia de riego” constituye un punto crítico en el agroecosistema analizado, alcanzando el valor mínimo. En los estudios comparados, este indicador se ubica generalmente en o por encima del umbral, aunque Abraham et al. (2014) reportan que una proporción significativa de productores presentaba niveles bajos de sustentabilidad en este aspecto.

En la dimensión ambiental, el indicador “Presencia de materia orgánica” se sitúa en el umbral de sustentabilidad, en concordancia con los antecedentes revisados, donde predominan valores en o por encima del umbral. Por su parte, el indicador “Biodiversidad vegetal” a escala de finca alcanza el valor máximo de sustentabilidad, coincidiendo con lo reportado por



Abraham et al. (2014) y Sese (2023), y superando los valores observados en los agroecosistemas estudiados por Nebot (2020), Studer (2021) y Ferez (2025).

Las similitudes y diferencias identificadas pueden explicarse, en parte, por las particularidades propias de cada agroecosistema. Algunas de estas diferencias pueden deberse al tipo social agrario considerado: en los estudios mencionados, los agroecosistemas son de tipo empresarial, donde la rentabilidad es mayor y la racionalidad económica busca maximizar el beneficio, mientras que, en el caso del agroecosistema bajo estudio, se trata de familiares capitalizados, cuya racionalidad económica prioriza maximizar el ingreso más que el beneficio total. Esta diferencia estructural incide en la asignación de recursos, la inversión en infraestructura y las estrategias comerciales.

En relación con los puntos críticos, estos también pueden estar relacionados con el tipo social agrario y la situación económica del productor. En el agroecosistema bajo estudio, los puntos críticos se deben principalmente a la falta de recursos económicos para implementar un sistema de riego tecnificado, como el riego por goteo, así como a los desafíos asociados a la incorporación de infraestructura y maquinaria moderna. En cambio, en los sistemas empresariales, los puntos críticos se concentran principalmente en la dimensión social y técnica, debido a la dependencia de insumos externos y al bienestar laboral.

Finalmente, al comparar el índice de sustentabilidad total obtenido en este estudio con los reportados por Fruitos (2017), Studer (2021), Sese (2023) y Ferez (2025) para agroecosistemas bajo manejos agroecológicos, se observa que el valor del agroecosistema analizado se encuentra dentro del rango de los autores mencionados, evidenciando que los sistemas manejados bajo enfoques agroecológicos se mantienen por encima del umbral de sustentabilidad.

2. Conclusión

Conocer y evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas resulta fundamental para orientar la toma de decisiones de los productores. En este sentido, el estudio permitió confirmar la hipótesis planteada, evidenciando que la aplicación de prácticas agroecológicas favorece un nivel óptimo de sustentabilidad en el agroecosistema evaluado, específicamente debido al manejo biodinámico que promueve la fertilidad mediante compostaje, rotación de cultivos, cultivos de cobertura e integración animal, así como la biodiversidad, el bienestar animal y el uso de preparados biodinámicos.

Con respecto a los indicadores, los propuestos resultaron apropiados para desarrollar una evaluación integral y permitieron identificar puntos críticos de sustentabilidad en el agroecosistema bajo estudio. Un aspecto positivo de la metodología es que, aunque el análisis se realiza de manera desagregada por dimensiones, al finalizar el estudio se evidencia su carácter integral, ya que permite visualizar las interrelaciones entre todas ellas. Por ejemplo, en el presente trabajo, la dimensión técnica mostró la implementación de múltiples prácticas agroecológicas orientadas a promover la presencia de materia orgánica en el suelo; este aspecto, a su vez, se reflejó en los valores de materia orgánica registrados dentro de la dimensión ambiental.

Es pertinente señalar que, debido al enfoque sincrónico seleccionado, los resultados se comparan con valores ideales de sustentabilidad, lo que conduce a categorizar los sistemas como “sustentables” o “no sustentables”. Esto representa una limitación, ya que resulta complejo definir con certeza los umbrales que determinan dichas categorías. Es por esto por lo que, considerando proyecciones a futuro, se recomienda la continuidad de las evaluaciones con un enfoque diacrónico que permita medir la evolución del agroecosistema en el tiempo y registrar avances en términos de sustentabilidad. Este aspecto cobra especial relevancia en el agroecosistema bajo estudio, dado que la productora manifestó estar trabajando en la



ampliación del sistema de riego por goteo, lo que podría modificar significativamente los resultados futuros relacionados con la eficiencia y calidad del recurso hídrico.

Finalmente, la ponderación de indicadores propuesta por la metodología aplicada permitió obtener un valor más representativo del índice de sustentabilidad total, considerando tanto el peso relativo de cada indicador como la situación ambiental específica y la disponibilidad y calidad real de los recursos naturales, factores que condicionan directamente la productividad y sustentabilidad del sistema. De este modo, se constató que el manejo biodinámico del agroecosistema contribuyó a valores de sustentabilidad por sobre el umbral en la mayoría de las dimensiones, y que los puntos críticos identificados constituyen oportunidades para un proceso de mejora continua, siempre que exista motivación y actitud proactiva por parte del productor, tal como lo señalan Carrascosa López et al. (2012).

Asimismo, las principales contribuciones de este trabajo se centran en:

- La adaptación y validación de un conjunto de indicadores de sustentabilidad aplicados al caso de estudio.
- La incorporación de nuevos indicadores, como la presencia de mujeres en puestos de liderazgo, que enriquecen la comprensión integral de los agroecosistemas.
- Generar conocimiento sobre modelos productivos alternativos que podrían fortalecer la resiliencia del sector agrario mendocino.
- El establecimiento de un modelo de evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas biodinámicos, ámbito en el cual no se habían realizado evaluaciones previas según la bibliografía consultada.
- La definición de un escenario base de sustentabilidad para agroecosistemas biodinámicos, que permitirá futuras evaluaciones comparativas con distintos tipos de manejo (por ejemplo, frente a agroecosistemas orgánicos o convencionales).
- La caracterización de un escenario base del agroecosistema que permitirá desarrollar e incorporar acciones de mejora con respecto a los puntos críticos.

Por otra parte, resulta interesante profundizar en el estudio mediante la incorporación de nuevos indicadores y/o dimensiones que enriquezcan la evaluación y permitan ampliar la mirada y fortalecer la comprensión de la sustentabilidad en agroecosistemas poco explorados, como es el caso de los biodinámicos.

Este trabajo permitió demostrar la multiplicidad de factores que inciden en la sustentabilidad de un agroecosistema. En este sentido, resulta fundamental reconocer que no existen prácticas absolutamente correctas o incorrectas para el manejo agroecológico, más bien, las decisiones deben tomarse comprendiendo las particularidades de cada caso, considerando las condiciones y oportunidades específicas de cada productor, con el fin de avanzar hacia un manejo más resiliente y sostenible de los agroecosistemas.



3. Bibliografía

Carrascosa López, C., Peiró Signes, Ángel, y Segarra Oña, M. del V. (2012). Relación entre Mejora Continua, Innovación y Compromiso Medio Ambiental de la Gerencia, un Estudio Empírico (An empirical study of the relationships between management's continuous improvement, innovation and environmental commitment). *Revista Tec Empresarial*, 6(3), 9–23. <https://doi.org/10.18845/te.v6i3.630>



ANEXO

Guía orientadora para la entrevista realizada a la productora del agroecosistema con la finalidad de caracterizar el agroecosistema. La entrevista fue llevada el día 6 de septiembre de 2025.

ECOSISTEMA

1. ¿Cuál es el área de la superficie total de la finca? ¿De ese total, que porcentaje esta cultivado y que porcentaje presenta construcciones?
2. ¿Cuáles son las construcciones presentes?
3. ¿Qué tipo de suelo presenta la finca?
4. ¿Qué cultivos presentan? ¿Puede nombrarlos? ¿Cuáles son las razones para elegir las especies cultivadas?
5. ¿Qué especies de vegetación espontanea conservan? ¿Puede nombrarlos? ¿Cuáles son las razones para conservar estas especies?
6. ¿Qué especies de animales se encuentran presentes en la finca? ¿Cómo concibe la importancia de estos animales según los principios biodinámicos?
7. ¿Cómo concibe la importancia de los microorganismos presentes en el suelo según los principios biodinámicos?
8. ¿Ha identificado presencia de consumidores secundarios (depredadores) en la finca?

SOCIOSISTEMA

9. ¿Se relacionan con otras empresas?, ¿Forman parte de una organización?
10. ¿Se relaciona habitualmente con productores vecinos?
11. ¿Se relacionan con organizaciones e instituciones locales, provinciales y nacionales? Ejemplo, Universidad Nacional de Cuyo, ISCAMEN, DGI, INTA, CONICET, entre otras. ¿Cuáles?
12. ¿Reciben los empleados charlas y capacitaciones para realizar tareas que lo requieran?
13. ¿El establecimiento garantiza a los operarios condiciones adecuadas de seguridad, higiene y salud ocupacional? Algunas opciones:
 - ámbitos de trabajo ordenados
 - sanitarios con agua potable
 - espacios de descanso
 - señalización
 - botiquín de primeros auxilios
 - registro de personal
 - evaluaciones de riesgo
 - elementos de higiene personal
14. Características socioeconómicas del productor. (Tipo Social Agrario):



- 14.1. ¿Cómo es la tenencia de la tierra?
- 14.2. Mano de obra: ¿Cuántos empleados tienen temporal y permanentemente?, ¿Cuántos son hombres y cuantas mujeres? ¿Qué tipo de relación de dependencia tienen los trabajadores?
- 14.3. ¿Presenta acceso al crédito?
- 14.4. ¿Cuál es el destino principal de la producción?
15. ¿Cuántos puestos de liderazgo presentan? Ejemplo: encargado de laboratorio, de bodega, etc. ¿Cuántos de esos puestos de liderazgo están cubiertos por mujeres?
16. ¿Se encuentra satisfecho con el tipo de producción que realiza y con la retribución económica que le genera? ¿Cambiaría su forma de producción?

ECONOMIA

17. ¿Cuántos canales de comercialización utilizan para comercializar los productos? Venta directa en finca, ferias, página web, etc.
18. ¿Cuántos productos comercializa (incluye los diferentes tipos de vino)? ¿Puede nombrarlos?
19. ¿Prestan servicios turísticos como visitas guiadas, catering, etc?
20. ¿Exportan algún producto?, ¿A qué provincia? o ¿A qué país?
21. El ingreso que obtiene por la venta de sus productos ¿le permite cubrir sus necesidades básicas?
22. El ingreso que obtiene por la venta de sus productos ¿le permite cubrir el sueldo de sus empleados?
23. El ingreso que obtiene por la venta de sus productos ¿le permite cubrir los costos de producción o reponer el capital desgastado?
24. ¿Suele tener un excedente monetario que le permita darse gustos?
25. ¿La finca es dependiente de insumos externos? Si la respuesta es sí, ¿de qué tipo de insumos externos depende la finca? Ejemplos: Agroquímicos, plásticos, maquinaria y combustible para labores agrícolas, energía de red, etc.

TECNOSISTEMA

26. ¿Tiene asesoramiento técnico para el manejo de su finca? Si la respuesta es sí, ¿Quién lo asesora?
27. ¿Conoce lo que indican las buenas prácticas agrícolas?, ¿Las tiene en cuenta a la hora de planificar su producción?
28. ¿Realiza algún método para protegerse de las inclemencias del clima?, ¿Cuál? Por ejemplo, reservorio de agua, mallas antigranizo, entre otras.
29. ¿Cuenta con algún galpón en su finca? ¿Ese galpón es utilizado para almacenamiento de insumos o maquinaria?
- 30.** ¿Posee algún invernadero?
31. ¿Presentan alguna certificación? ¿Cuál/es?
32. ¿Cómo es el manejo de la bodega? ¿Qué tareas se llevan a cabo?
33. ¿Cómo es el manejo del laboratorio? ¿Qué tareas se llevan a cabo?



Manejo técnico del suelo

34. ¿Dispone de tractor propio? ¿Cuál es la antigüedad del tractor?
35. ¿Cuenta con implementos agrícolas propios (cincel, arados, pulverizadora, etc.)?
36. ¿Realiza prácticas destinadas a promover la materia orgánica del sistema? ¿Cuales?
Algunas opciones:
 - evitar la remoción del suelo
 - establecer cultivos con alta producción de biomasa
 - utilizar hojas secas o restos de poda como cobertura vegetal
 - incorporar compost u otros preparados
 - aplicar estiércol
 - sembrar abonos verdes
 - implementar rotación de cultivos.
37. ¿El manejo del suelo continúa siendo uno de los mayores desafíos de la finca? ¿Por qué?
38. ¿Cómo es el manejo del compost? ¿Cuántos kilogramos de compost produce? ¿Se comercializa parte de ese compost o se utiliza en su totalidad dentro del agroecosistema?

Manejo técnico de la biodiversidad

39. ¿Conoce los beneficios de la asociación?, ¿Realiza asociaciones entre plantas para promover la biodiversidad?
40. ¿Presenta problemas con malezas?, ¿Qué especies identifica como maleza?, ¿Qué prácticas realiza para tratarlas?
41. ¿Presenta problemas con plagas y enfermedades?, ¿Qué especies identifica como plagas?, ¿Qué prácticas realiza para tratarlas?
42. ¿Cómo es el manejo de las especies productivas?
43. ¿Cómo es el manejo de las especies no productivas?
44. ¿Cómo es el manejo de los corrales? ¿Cuánto guano se produce?
45. ¿Considera que los animales presentan buena alimentación, buen alojamiento, buena salud y buen comportamiento?

Manejo del riego

46. ¿Qué tipo de riego utiliza?
47. En caso de obtener agua por tupo, ¿con qué frecuencia reciben agua?
48. ¿Alcanza el agua recibida para regar todos los cultivos?
49. ¿Se utiliza toda el agua disponible o es almacenado lo que no se utiliza?
50. ¿Considera que puede mejorar el manejo del riego? ¿De qué manera?
51. ¿Conoce la calidad del agua de riego que utiliza? ¿Ha realizado estudios analíticos del agua? En caso afirmativo, ¿con qué frecuencia?

Manejo técnico de la fertilización



52. ¿Se realizan controles para determinar cuánto fertilizante necesita cada parcela? Si la respuesta es no, ¿cómo saben cuánto fertilizante colocar?
53. ¿Cómo es la aplicación de los preparados biodinámicos? ¿Se aplica de la misma forma en todas las plantas? Aplicación directa, aspersion, pulverización, etc.
54. Además de la aplicación de los preparados biodinámicos, ¿realiza fertilizaciones adicionales? ¿Con que productos?