

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN Y DESARROLLO DE PROPUESTAS PARA MEJORAR LA  
SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA FAMILIA  
BAZZANO – GALLO: PROFUNDIZACIÓN DEL ENFOQUE AGROECOLÓGICO**

**por**

**Santiago IRURUETA CABRERA**

**Trabajo final de grado presentado como  
uno de los requisitos para obtener  
el título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2024**

**PÁGINA DE APROBACIÓN**

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a: \_\_\_\_\_

Ing. Agr. (PhD.) Mariana Scarlato

Codirector/a: \_\_\_\_\_

Ing. Agr. (PhD.) Santiago Dogliotti

Tribunal: \_\_\_\_\_

Ing. Agr. (PhD.) Mariana Scarlato

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. (Dra.) Paula Colnago

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. José Pedro Dieste

\_\_\_\_\_  
Fecha: 13 de diciembre de 2024

Estudiante: \_\_\_\_\_

Santiago Irurueta Cabrera

## AGRADECIMIENTOS

A Vale por sostener con amor y paciencia.

A mis abuelos Cacho y Mecha y mi tía Lidia, por ser incondicionales y transmitirme el amor a la vida y el rechazo a las injusticias.

A Vicky, Tina y Santino por caminar juntos desde siempre.

A mi madre y mi padre por hacer mi camino de vida más fácil y darme la libertad de elegirlo por más intrincado y largo que sea.

A Sole, Quito, Jime, César y Mati por alimentar mi camino con inquietud y fortalecer nuestras incertidumbres desde la acción.

A Isa y Diego por acompañarnos, compartiendo paso a paso el proceso con compañerismo, sensibilidad y humildad.

A Magui por estar presente en momentos difíciles y aportar tanto a nuestros trabajos.

A Santiago, Paula, Guillermo, Fernanda y Margarita por la humanidad en su enseñanza y generar la chispa para que nos enamoremos de esta temática.

A Mariana por las enseñanzas y la libertad de expresarnos y crear, mostrando que otras formas son posibles.

A Brenda, José Luis y familia, por abrirnos las puertas de su hogar y compartir con nosotros su vida y su trabajo

## TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN .....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	8
SUMMARY.....	9
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>2 MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>11</b>
2.1 ENFOQUE DE SISTEMAS Y SOSTENIBILIDAD.....	11
2.2 AGRICULTURA FAMILIAR.....	12
2.3 AGROECOLOGIA.....	12
2.4 COINNOVACION.....	16
2.5 MARCOS DIAGNOSTICO Y SUSTENTABILIDAD.....	17
<b>3 METODOLOGÍA.....</b>	<b>19</b>
3.1 SELECCIÓN DEL PREDIO.....	19
3.2 PROCESO DE TRABAJO EN EL PREDIO.....	19
3.3 DESARROLLO DEL MARCO MEDITAE.....	20
3.4 CONCEPTO Y ESTRUCTURA DEL MARCO MEDITAE .....	21
<b>4 CARACTERIZACIÓN .....</b>	<b>24</b>
4.1 UBICACIÓN DEL PREDIO.....	24
4.2 SUBSISTEMA FAMILIAR Y TOMA DE DECISIONES.....	24
4.2.1 Integración familiar.....	24
4.2.2 Historia de la familia y el predio.....	24
4.2.3 Objetivos familiares.....	27
4.2.4 Calidad de vida y vínculos.....	27
4.2.5 Sistema de gestión .....	28
4.2.6 Vinculación al mercado de insumos .....	28
4.2.7 Estrategia y vínculos comerciales .....	28
<b>5 SISTEMA DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>30</b>
5.1 ORGANIZACIÓN GENERAL DEL PREDIO .....	30
5.1.1 Sistematización del predio y uso del suelo .....	30
5.2 RECURSOS PARA LA PRODUCCION.....	31
5.2.1 Recursos humanos.....	31
5.2.2 Recursos naturales .....	32
5.2.2.1 Topografía y suelo.....	32
5.2.2.2 Agua.....	34
5.2.2.3 Vegetación.....	35

5.2.3	<i>Recursos de capital</i> .....	37
5.3	MANEJO GENERAL DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.....	37
5.3.1	<i>Cultivos hortícolas</i> .....	37
5.3.2	<i>Manejo de suelos y nutrición de cultivos</i> .....	38
5.3.3	<i>Riego</i> .....	38
5.3.4	<i>Manejo de enfermedades, plagas y arvenses</i> .....	38
5.3.5	<i>Poscosecha</i> .....	39
5.4	HORTICULTURA.....	39
5.4.1	<i>Cultivo de boniato</i> .....	39
5.4.2	<i>Cultivo de zapallo</i> .....	41
5.4.3	<i>Cultivo de papa</i> .....	43
5.4.4	<i>Policultivo de cebolla y ajo</i> .....	44
5.4.5	<i>Cultivo de espárragos</i> .....	45
5.5	RESULTADOS GLOBALES DEL SISTEMA.....	46
<b>6</b>	<b>DIAGNÓSTICO</b> .....	<b>48</b>
6.1	CALCULO DE INDICADORES Y VALORACION GLOBAL POR PROCESO.....	48
6.1.1	<i>Proceso ecológico: Ciclo de nutrientes</i> .....	48
6.1.2	<i>Proceso ecológico: Ciclo del Carbono</i> .....	49
6.1.3	<i>Proceso ecológico: Ciclo del agua</i> .....	50
6.1.4	<i>Proceso ecológico: Flujo de Energía</i> .....	50
6.1.5	<i>Proceso ecológico: Socioeconómico y cultural</i> .....	51
6.2	PUNTOS CRÍTICOS Y ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	52
<b>7</b>	<b>PROPUESTAS DE REDISEÑO</b> .....	<b>55</b>
7.1	FUNDAMENTACIÓN.....	55
7.2	PROPUESTAS.....	55
7.2.1	<i>Plan de producción, rotación y uso del suelo</i> .....	56
7.2.2	<i>Manejo de enmiendas orgánicas: incremento de carbono y nutrición de cultivos</i> .....	63
7.2.3	<i>Mejorar eficiencia de uso del agua para riego</i> .....	66
7.2.4	<i>Impacto económico de la propuesta</i> .....	68
<b>8</b>	<b>REFLEXIONES FINALES DEL TRABAJO</b> .....	<b>69</b>
8.1	CONTRIBUCION DEL TRABAJO AL PREDIO EN ESTUDIO.....	69
8.2	CONTRIBUCION DEL TRABAJO A LA GENERACIÓN DE HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍA.....	70
<b>9</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>74</b>
<b>10</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>82</b>

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

<b>Tabla nro.</b>	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Procesos ecológicos, descripción y funcionamiento deseable .....	22
<b>Tabla 2</b> Descripción del perfil modal del suelo .....	33
<b>Tabla 3</b> Características físico-químicas de los horizontes diagnóstico del perfil modal (vertisol) .....	33
<b>Tabla 4</b> Capacidad de almacenaje de agua en el predio.....	35
<b>Tabla 5</b> Secuencia de cultivos en dos cuadros modelo .....	35
<b>Tabla 6</b> Maquinaria y herramientas disponibles .....	37
<b>Tabla 7</b> Estructura de costos (ejercicio de referencia 2018) .....	46
<b>Tabla 8</b> Estado de resultados (ejercicio de referencia 2018) .....	47
<b>Tabla 9</b> Balance de Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K) del sistema (kg totales como entrada y salida del sistema) y ponderado por el área realizada (expresado en kg/ha) ..	48
<b>Tabla 10</b> Balance de carbono de la rotación .....	49
<b>Tabla 11</b> Rendimiento de los cultivos principales y brecha de rendimiento respecto al alcanzable en la zona .....	51
<b>Tabla 12</b> Puntos críticos positivos y negativos para la sostenibilidad del sistema, asociados a cada proceso ecológico .....	53
<b>Tabla 13</b> Plan de producción anual actual .....	56
<b>Tabla 14</b> Plan de producción anual con ciclos ajustados de la propuesta.....	57
<b>Tabla 15</b> Balance de Carbono del sistema (opción 1).....	64
<b>Tabla 16</b> Balance de Carbono del sistema (opción 2).....	64
<b>Tabla 17</b> Balance de nutrientes del sistema (opción 1).....	65
<b>Tabla 18</b> Balance de nutrientes del sistema (opción 2).....	66
<b>Tabla 19</b> Estimación de requerimientos de agua de riego <sup>1</sup> .....	67
<b>Tabla 20</b> Impacto económico de la propuesta.....	68
<b>Figura nro.</b>	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Ubicación del predio (ícono rojo) y principales centros poblados cercanos..	24
<b>Figura 2</b> Línea de tiempo del predio y de la familia.....	26
<b>Figura 3</b> Uso del suelo y sistematización del predio .....	31
<b>Figura 4</b> Perfil modal de suelo, correspondiente a un vertisol.....	34
<b>Figura 5</b> Respiración microbiana del suelo.....	34

<b>Figura 6</b> Zonas del predio con vegetación diferenciable .....	36
<b>Figura 7</b> Conservación de ajo a granel.....	39
<b>Figura 8</b> José Luis y el cultivo de Boniato.....	41
<b>Figura 9</b> Cuadro de Zapallo (variedades) .....	42
<b>Figura 10</b> Cuadro de Calabacín Athlas .....	43
<b>Figura 11</b> Cuadro de Papa de primavera (Diciembre 2017) .....	44
<b>Figura 12</b> Policultivo de ajo y cebolla .....	45
<b>Figura 13</b> Árbol de problemas basado en los puntos críticos negativos.....	54
<b>Figura 14</b> Presentación de la propuesta del equipo a los productores .....	56
<b>Figura 15</b> Rotación propuesta .....	58
<b>Figura 16</b> Bloques de rotación .....	59
<b>Figura 17</b> Rotación planificada por cuadro.....	60
<b>Figura 18</b> Uso del suelo. Otoño/invierno AÑO 1 .....	61
<b>Figura 19</b> Uso del suelo - Primavera/verano AÑO 1.....	61
<b>Figura 20</b> Uso del suelo - Otoño/invierno AÑO 2.....	62
<b>Figura 21</b> Uso del suelo - Primavera/verano AÑO 2.....	62

## Resumen

Este trabajo buscó realizar una sistematización de la experiencia productiva de José Luis Bazzano y Brenda Gallo, y generar propuestas que contribuyan a mejorar el sistema productivo, para ello, se utilizó la metodología de co-innovación. En una primera etapa se realizó la caracterización y diagnóstico de sostenibilidad del sistema predial actual, y luego se desarrolló una propuesta de rediseño predial para levantar las limitantes encontradas durante la fase de diagnóstico para contribuir a la consolidación del sistema agroecológico. Durante la realización del trabajo predial se desarrolló y utilizó el marco MEDITAE (Marco de Evaluación y Diagnóstico para Impulsar Transiciones AgroEcológicas) como una herramienta para apoyar el proceso de co-innovación predial profundizando el enfoque agroecológico en el análisis. En este sentido, el trabajo también aporta elementos metodológicos para el estudio y desarrollo de sistemas de base agroecológica. Se identificó que los problemas principales del predio se relacionaban a los procesos ecológicos de ciclaje de carbono y nutrientes (pérdida de materia orgánica y stock de nutrientes del suelo), flujo de energía (baja cobertura de suelo al año y bajos rendimientos de cultivos), y algunos aspectos vinculados al proceso socio-económico (fundamentalmente vinculado a los ingresos familiares y la dependencia de pocos y fluctuantes canales comerciales). La propuesta tuvo como objetivo principal, reducir la presión sobre la mano de obra familiar ordenando y jerarquizando actividades, y aumentar o en algunos casos mantener el volumen cosechado total, disminuyendo la superficie hortícola. También procuró concientizar sobre algunos puntos clave de manejo que no estaban siendo del todo contemplados por los productores, por ejemplo, el balance negativo de carbono y nutrientes del suelo que existía, que cuestionaba fuertemente la sostenibilidad del sistema. A su vez, la propuesta generada permite destinar mayor área para vegetación espontánea y/o cultivada semipermanente, promoviendo la conservación de la biodiversidad y incentiva el uso del riego para estabilizar la calidad de la producción y asegurar procesos productivos. A pesar de algunas debilidades identificadas en el marco MEDITAE, típicas de un proceso de desarrollo, se entendió que aporta una visión global de los sistemas focalizando en el entendimiento y análisis de los procesos socio-ecológicos y sus interacciones, enriqueciendo la discusión y profundizando en el enfoque agroecológico, con un potencial enorme de aporte como herramienta en investigación, enseñanza y extensión.

*Palabras Clave:* sistemas, diagnóstico, indicadores, propuestas, agroecología, sostenibilidad, MEDITAE

## Summary

This work sought to systematize the productive experience of José Luis Bazzano and Brenda Gallo, and to generate proposals that contribute to improve the productive system, using the co-innovation methodology. In the first stage, a characterization and sustainability diagnosis of the current farm system was carried out, and then a farm redesign proposal was developed to overcome the limitations found during the diagnosis phase in order to contribute to the consolidation of the agroecological system. During the farm work, the MEDITAE framework (Marco de Evaluación y Diagnóstico para Impulsar Transiciones AgroEcológicas) was developed and used as a tool to support the farm co-innovation process, deepening the agroecological approach in the analysis. In this sense, the work also provides methodological elements for the study and development of agroecologically based systems. It was identified that the main problems of the farm were related to the ecological processes of carbon and nutrient cycling (loss of organic matter and soil nutrient stock), energy flow (low annual soil cover and low crop yields), and some aspects linked to the socio-economic process (fundamentally linked to family income and dependence on few and fluctuating commercial channels). The main objective of the proposal was to reduce the pressure on family labor by ordering and prioritizing activities, and to increase or in some cases maintain the total harvested volume by reducing the horticultural area. It also sought to raise awareness of some key management points that were not being fully contemplated by producers, for example, the negative balance of carbon and nutrients in the soil, which strongly questioned the sustainability of the system. At the same time, the proposal generated allows a larger area to be set aside for spontaneous and/or semi-permanent cultivated vegetation, promoting biodiversity conservation and encouraging the use of irrigation to stabilize the quality of production and ensure productive processes. In spite of some weaknesses identified in the MEDITAE framework, typical of a development process, it was understood that it provides a global vision of the systems, focusing on the understanding and analysis of the socio-ecological processes and their interactions, enriching the discussion and deepening the agroecological approach, with an enormous potential contribution as a tool for research, teaching and extension.

*Keywords:* systems, diagnosis, indicators, proposals, agroecology, sustainability, MEDITAE

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción familiar en Uruguay y en el mundo, viene en descenso desde ya hace más de cuatro décadas generando una amplia gama de problemas sociales para la población en general ya que se consideran elemento de construcción y cohesión de los territorios rurales (Chiappe, 2013). La estructura demográfica de las zonas rurales se ha erosionado, ocasionado una pérdida de la memoria biocultural de los territorios (Toledo & Barrera Bassols, 2008).

La agroecología se presenta como una alternativa de cambio, para lograr romper con las reglas de juego impuestas por el modelo agroindustrial de producción y distribución de alimentos (González de Molina et al., 2021) aportando más soberanía a los agricultores, y también a los pueblos de definir las estrategias para acceder a la alimentación y el sustento de la vida.

Este trabajo buscó realizar una sistematización de la experiencia productiva de José Luis Bazzano y Brenda Gallo, y generar propuestas que contribuyan a mejorar el sistema productivo, para ello, se utilizó la metodología de co-innovación. En una primera etapa se realizó la caracterización y diagnóstico de sostenibilidad del sistema predial actual, y luego se desarrolló una propuesta de rediseño predial para levantar las limitantes encontradas durante la fase de diagnóstico para contribuir a la consolidación del sistema agroecológico.

Durante la realización del trabajo predial, también se desarrolló y utilizó el marco MEDITAE (Marco de Evaluación y Diagnóstico para Impulsar Transiciones AgroEcológicas) como una herramienta para apoyar el proceso de co-innovación predial profundizando el enfoque agroecológico en el análisis. En este sentido, el trabajo también aporta elementos metodológicos para el estudio y desarrollo de sistemas de base agroecológica.

## 2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 ENFOQUE DE SISTEMAS Y SOSTENIBILIDAD

La sostenibilidad fue definida por la Comisión Brundtland de las Naciones Unidas (ONU, 1987) como lo que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias. Esta misma comisión también sugiere que el desarrollo sostenible requiere un enfoque integral que tome en consideración las preocupaciones ambientales a la vez que se potencia el desarrollo económico. La complejidad de este objetivo, hace indispensable que la ciencia y la innovación encuentren un camino común que logre condensar los objetivos de la humanidad, utilizando un enfoque globalizador. En este sentido, el presente trabajo utiliza como marco el “Enfoque Global de Sistemas”.

El racionalismo científico moderno supone que, para comprender la realidad, hay que reducirla a sus partes más simples, entendiendo que del análisis individual de las partes, podrá llegarse luego a la comprensión del todo. Bajo esta idea o enfoque, la sumatoria de conocimientos de dicha realidad parcializada permite encontrar soluciones y responder preguntas. Este método ha permitido a la ciencia avanzar enormemente, pero genera problemas para llegar a una óptica integral, resultando inadecuado para abordar problemas complejos (Sarandón & Flores, 2014).

En contraposición a este enfoque reduccionista, se propone el enfoque sistémico. Este enfoque conceptualiza los problemas de estudio como sistemas, donde un sistema es una parte limitada de la realidad que contiene elementos o subsistemas interrelacionados de acuerdo a alguna clase de proceso, objetivo o propósito (Odum, 1983). A partir de la interacción de dichas partes, surgen nuevas propiedades emergentes, de esta forma, los sistemas no pueden ser nunca definidos a partir de la suma de sus partes. Fresco (1988), agrega que la forma en que los insumos o entradas son procesados por el sistema para obtener los productos o salidas determina el funcionamiento del sistema. Podemos decir entonces, que un sistema es un grupo de elementos interrelacionados dentro de ciertos límites, que operan juntos con un propósito común y reaccionan como un todo particular a un estímulo externo, no siendo afectado directamente por sus propios productos (Spedding, 1979). En este sentido, el enfoque sistémico conceptualiza un modelo para comprender la realidad (Müller, 1996) y generar dispositivos para la evaluación de sustentabilidad (Conway & Barbier, como se cita en Müller, 1996). Se constituye de esta forma como el marco conceptual que concibe que podemos entender el mundo que nos rodea a partir del estudio de “sistemas” y la metodología que permite integrar el aporte de distintas disciplinas en la resolución de problemas complejos.

Para el estudio de sistemas se utilizan modelos que se estructuran en relación a un propósito específico y predeterminado. La agricultura es siempre una actividad con propósito, a pesar de que estos son múltiples y normalmente no hay una forma fácil de conciliarlos o integrarlos. En este contexto, el enfoque de sistemas se presenta como una aproximación científica posible para conocer, explicar e intervenir en fenómenos complejos tal como son las explotaciones rurales. Las primeras aplicaciones exitosas del enfoque a la agricultura, se basaron en el estudio de sistemas altamente controlados en donde los problemas a enfrentar se podían identificar claramente. Las dificultades en cuanto a la suficiencia del enfoque para

resolver problemas en el ámbito de la agricultura, surge cuando se trabaja con la agricultura de subsistencia donde el agricultor y su familia eran parte integral del sistema y donde actividades productivas y no productivas eran difíciles de separar; es aquí donde se realiza la distinción entre sistemas duros y blandos (Spedding, 1979).

Para Checkland (1989), el enfoque de sistemas duros aborda problemas donde se puede identificar claramente los componentes y propósitos de los sistemas sin matices. Cuando el “problema” puede definirse claramente, el abordaje del técnico se remitirá específicamente a cómo resolver la situación planteada. La metodología aplicada en sistemas duros no presenta problemas para la definición del sistema y la medición de su desempeño. En los sistemas blandos, a diferencia de los anteriores, cuestiones como “¿cuáles son los objetivos?, o ¿qué constituye una mejora?” (Rocha, 2014) se presentan como dificultades al definirlos y estudiarlos. En general, es posible afirmar que, en el enfoque de sistemas blandos, las soluciones vendrán luego de un proceso de aprendizaje que guiará una transición desde una situación problemática (que se ira identificando y diagnosticando con el proceso de trabajo), hacia una mejoría gradual, posiblemente generando modificaciones en la dirección correcta.

Los sistemas agropecuarios se pueden definir de acuerdo a los siguientes elementos: 1) el propósito, 2) los límites; 3) el contexto; 4) los componentes, 5) las interacciones, 6) las entradas, 7) las salidas, y 8) los subproductos/externalidades. Los componentes interaccionan y se modifican dentro del sistema de acuerdo al propósito, y también son regulados por factores externos (fuera de los límites). Según Dogliotti et al. (2014), las explotaciones agropecuarias pueden ser consideradas como sistemas adaptativos complejos (Holland, 1987), porque son sistemas diversos, conformados por muchos elementos en interacción, y que tienen capacidad de cambiar y aprender de la experiencia.

## 2.2 AGRICULTURA FAMILIAR

Según Grisa y Sabourin (2019), se entiende por Agricultura Familiar a la realizada por productores agrícolas, pecuarios, silvicultores, pescadores artesanales y acuicultores de recursos limitados que, pese a su gran heterogeneidad entre países y al interior de cada país, poseen acceso limitado a recursos de tierra y capital. La fuerza de trabajo predominante es familiar donde el(la) jefe(a) de familia no asume funciones exclusivas de gerente, sino que es un trabajador más del núcleo familiar. La actividad agropecuaria es su principal fuente de ingresos, que generalmente complementan con otras actividades no agropecuarias que se realizan dentro o fuera de la unidad familiar (servicios relacionados con el turismo rural, beneficios ambientales, producción artesanal, pequeñas agroindustrias, empleos ocasionales, entre otras).

En el marco de la declaración de la campaña “Derecho a la Alimentación. Urgente”, con motivo del Día Mundial de la Alimentación celebrado en 2014, se resalta la importancia capital que ha tenido, tiene y tendrá la Agricultura Familiar como la apuesta fundamental, más razonable y viable, para erradicar el hambre al mismo tiempo que conservar los bienes naturales comunes. De ella depende la seguridad alimentaria mundial, entendida como

el derecho de los pueblos a definir sus propias políticas y estrategias sostenibles de producción, distribución y consumo de alimentos que garanticen el derecho a la

alimentación para toda la población, basado en la pequeña y mediana producción, respetando sus propias culturas y la diversidad de los modos campesinos, pesqueros e indígenas de producción agropecuaria, de comercialización y de gestión de los espacios rurales en los cuales la mujer desempeña un papel fundamental. (Medina et al., 2004).

En América Latina, el 80% de las explotaciones pertenecen a la Agricultura Familiar, incluyendo a más de 60 millones de personas, convirtiéndose en la principal fuente de empleo agrícola y rural. Además, produce la mayor parte de los alimentos para el consumo interno de los países de la región, pero también desarrolla actividades agrícolas diversificadas, que le otorgan un papel fundamental a la hora de garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad. La Agricultura Familiar es también una actividad clave en la reactivación de las economías rurales, generando estabilidad y arraigo social (Salcedo et al., 2014).

En 1982, desde el Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo (CIEDUR) se propone el concepto de Unidad Agrícola Familiar como

una comunidad de trabajo, producción y consumo, donde el eje de referencia es la familia, ya que a partir de este hecho se articula toda la organización de la misma: las relaciones sociales, el proceso de trabajo (los rubros, las técnicas), el destino de la producción, entre otras. (Astori et al., 1982).

A nivel nacional, Piñeiro (1999), señala que la agricultura familiar es una forma de producción y reproducción que posee cuatro elementos característicos. En primer lugar, su base laboral está compuesta por el trabajo familiar, entendido como aquel que aportan los integrantes del grupo familiar pero que además no es remunerado. En segundo lugar, el trabajo familiar debe ser aplicado sobre un predio en posesión, aunque ello no necesariamente implique propiedad. En tercer lugar, la producción familiar está articulada con los mercados, ya que produce para éstos y simultáneamente se encuentra relacionada con los demás mercados. En cuarto y último lugar, el productor familiar es capaz de acumular riqueza de un ciclo a otro e inclusive puede en determinadas circunstancias llegar a acumular capital. El objetivo de la producción familiar es producir bienes para venderlos en el mercado y de tal manera obtener ingresos que le permitan subvenir a las necesidades reproductivas del grupo familiar.

Según Hernández Aracena (1993) y Piñeiro (1999), una de las características del funcionamiento de las unidades familiares de producción es la integración prácticamente total de las actividades productivas y domésticas. Lo que lo diferencia del campesinado, es que éste emplea la mayor parte de su producción en su propio sustento, mientras que el agricultor familiar está inserto en los mercados (Morales, 2015).

La definición adoptada por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca de Uruguay (Resolución N° 1.013/016 de 11 de noviembre de 2016), considera “Productor/a Familiar Agropecuario/a” a aquellas personas físicas que cumplan, simultáneamente con los siguientes requisitos:

a) Realizar la explotación con la colaboración de, como máximo dos asalariados permanentes o su equivalente en jornales zafrales (250 jornales anuales). Aunque como

excepción, en el caso de producción vegetal intensiva (como producción principal declarada), se pueden contratar un equivalente hasta 1250 jornales zafrales anuales.

b) Explotar en total hasta 500 hectáreas índice CONEAT 100, bajo cualquier forma de tenencia.

c) Obtener su ingreso principal del trabajo en la explotación, o cumplir su jornada laboral en la misma.

d) Residir en la explotación o en una localidad ubicada a una distancia no mayor a 50 kilómetros de la misma.

e) Los ingresos nominales familiares no generados por la explotación agropecuaria o actividad productiva agraria declarada sean inferiores o iguales a 14 BPC en promedio mensual.

Bajo esta definición, en Uruguay existen aproximadamente 25.300 explotaciones gestionadas por productores familiares, más del 50% del total de explotaciones del país según Censo General Agropecuario del año 2011 (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2013), ocupando más de 2 millones de hectáreas, e involucrando a unas 70.000 personas. La superficie media es de 89 ha, y aproximadamente el 70% de las explotaciones tienen menos de 100 ha (alrededor de 400.000 ha, 20% del área). Por otro lado, en el registro de producción familiar figuran unas 4000 unidades de producción familiar dedicadas a la actividad frutihortícola y vitícola.

### **2.3 AGROECOLOGIA**

Según Altieri (1987), la agroecología es el desarrollo y aplicación de la teoría ecológica para el manejo de los sistemas agrícolas, de acuerdo a la disponibilidad de recursos. Sarandón (2002), profundiza abordándola como una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística, sistémica, y con un fuerte componente ético, para generar, validar y aplicar conocimientos con estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables.

Caporal y Costabeber (2005), agregan que a pesar de ser un enfoque científico en la medida en que este campo de conocimientos se nutre de otras disciplinas científicas, también toma conocimiento de saberes y experiencias de los propios agricultores, lo que permite el establecimiento de marcos conceptuales, metodológicos y estratégicos con mayor capacidad para orientar tanto el diseño y manejo de agroecosistemas como los procesos de desarrollo rural sustentable.

Tomando algunas concepciones del campo sociológico, especialistas concluyen que la Agroecología se puede definir como la matriz sociocultural que emerge del diálogo entre el conocimiento científico y el conocimiento popular y contribuye a nuevos conocimientos para abordar la comprensión crítica del modelo industrial de agricultura y para generar una propuesta transformadora a partir de la construcción de principios ecológicos y sociales que adoptan formas técnicas específicas y estrategias de organización, participación y acción propias (Altieri & Nicholls, 2016; González de Molina & Caporal, 2013; Gliessman et al., 2007; Sevilla Guzmán, 2011).

A nivel nacional, según establece en el Artículo 2 de la ley N° 19.717 (2018), la agroecología se entiende como “la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño, desarrollo y gestión de ecosistemas agrícolas sostenibles”. Por su parte, la Red de Agroecología del Uruguay (2020), organización social que nuclea productores, técnicos y consumidores, define a la Agroecología como

un nuevo enfoque sobre la agricultura y los sistemas alimentarios, orientado a diseñar sistemas sustentables, integrando los conocimientos de las ciencias naturales y sociales, así como los saberes de las comunidades rurales (...). La agroecología es parte de movimientos sociales rurales y urbanos que buscan cambios de fondo en los sistemas de producción y distribución de alimentos.

Las políticas de investigación y promulgación de la Agroecología como alternativa al sistema productivo actual, pretenden involucrar a una diversidad de situaciones (por ejemplo, predios que recién inician, predios históricamente convencionales, predios agroecológicos), lo cual implica procesos de transición diversos y complejos. Según Tiftonell (2019), transitar hacia una producción de alimentos sostenible a través de los principios de la agroecología implica no una transición, sino varias transiciones simultáneas, a diferentes escalas, niveles y dimensiones; de índole social, biológica, económica, cultural, institucional y política. Una restauración de las funciones y de la resiliencia del socio-ecosistema. Para esto, el tránsito hacia la agroecología implica una transición técnico-productiva a nivel de los subsistemas de la explotación, una transición socio-ecológica a nivel de la familia rural, su comunidad y su paisaje, y una transición político-institucional a nivel de territorios, regiones y países. Entender a la transición de esta forma, como una interdependencia entre escalas y dimensiones, permite conciliar las miradas de las diferentes ‘escuelas’ de la agroecología, desde las más ecológicas a las más socio-políticas (Tiftonell, 2019).

A nivel del diseño y manejo de los sistemas de producción, la agroecología busca mantener o aumentar la producción mediante la mejora de los procesos ecológicos -como el ciclo del carbono, los nutrientes y el agua, el flujo de energía y la regulación biótica-, reduciendo el uso de insumos externos y minimizando los impactos negativos sobre el medio ambiente y la sociedad (Altieri y Nicholls, 2016). En este sentido, la agroecología propone principios rectores para el diseño y la gestión de sistemas que deben ser pensados e implementados en función de cada situación (Duru et al., 2015).

El proceso de transición de los sistemas de producción hacia sistemas agroecológicos puede conceptualizarse a distintos niveles (Gliessman et al., 2007): (1) aumento de la eficiencia de las "prácticas convencionales" para reducir el uso de insumos costosos, escasos o perjudiciales, (2) sustitución o cambio de un insumo o práctica por otro más sostenible, (3) rediseño del sistema de producción para que funcione en base a un conjunto de procesos ecológicos, y (4) transición hacia un cambio en la ética y los valores. Si bien los niveles 1 y 2 son pertinentes y facilitan una vía de transición, los cambios que mueven las bases de funcionamiento del sistema implican decisiones estratégicas, repensar o rediseñar el sistema (Scarlatto & Colnago, 2023). Por otro lado, la transición no siempre comienza a partir de sistemas altamente industrializados y/o degradados, y muchos productores que no se

autodenominan agroecológicos implementan sin embargo muchas de sus prácticas con bases agroecológicas (Tittonell, 2019).

Emprender el proceso de cambio que implica un rediseño, requiere conocer cómo es el sistema productivo actual, imaginar el sistema deseado, y desarrollar una estrategia para transitar de esta situación actual a la deseada. Este proceso implica aprender y cambiar nuestras prácticas de producir, observar, evaluar y tomar decisiones (Doré et al., 2011; Tittonell, 2019; Wezel et al., 2020).

## **2.4 COINNOVACION**

Se han desarrollado diversos enfoques o metodologías para apoyar el rediseño de sistemas agrícolas más sostenibles (Lacombe et al., 2018; Meynard et al., 2012), entre los cuales la co-innovación ha demostrado su eficacia (Dogliotti et al., 2014; Lacombe et al., 2018; Rossing et al., 2021). Al basarse conceptualmente en el pensamiento de sistemas adaptativos complejos, el aprendizaje social, y el seguimiento y la evaluación del proceso de cambio, la coinnovación ha generado conocimientos para apoyar las transiciones hacia la sostenibilidad (Rossing et al., 2021).

Innovación es la aplicación del conocimiento, para lograr resultados deseados en el ámbito social, ecológico o económico. Este conocimiento puede adquirirse mediante el aprendizaje, la investigación o la experiencia, y puede provenir de una variedad de fuentes y actores, pero hasta que no sea aplicado no puede considerarse una innovación (Hall, 2006).

Una nueva visión de la innovación debe reconocer a los agricultores como agentes capaces de observar, de descubrir nuevas formas de hacer a través de la experimentación y de aprender (Stuiver et al., 2004). En vez de pensar en un proceso de ‘transferencia de tecnología’ debe pensarse en mejorar la capacidad de aprender y experimentar de los agricultores (Leeuwis, 2000). Por lo tanto, las innovaciones a nivel de sistemas complejos, en los cuales el ser humano es parte integral, ya no se conciben como externas, sino que se desarrollan y diseñan en su contexto de aplicación y con la participación de quienes manejan los sistemas y toman decisiones (Leeuwis, 2000). En este nuevo paradigma, los sistemas agropecuarios y los sistemas sociales en los que funcionan, incluyendo los componentes biofísicos y humanos, son sistemas adaptativos complejos en donde las innovaciones son el resultado de un proceso de selección por aprendizaje (Douthwaite et al., 2002).

El enfoque de co-innovación implica por definición, un proceso de aprendizaje colectivo (aprendizaje social), en un contexto intencionalmente diseñado (dinámicas de monitoreo y evaluación) basados en una visión de sistemas adaptativos complejos (Rossing et al., 2010). La interacción entre estos tres dominios constituye la definición de ‘co-innovación’ aplicada, entre otros sitios en Uruguay, para rediseñar los sistemas de producción (Dogliotti et al., 2014). El diseño de sistemas de producción alternativos no puede hacerse en forma externa al contexto en que van a ser implementados y luego trasplantados, sino que requiere de la participación de los actores en todas las etapas, desde la definición de objetivos hasta la evaluación y difusión de resultados (Leeuwis, 2000; Masera et al., 1999). El trabajo conjunto entre productores, investigadores e instituciones utilizando el enfoque de co-innovación, podría generar un proceso cíclico de planificación, implementación, observación y reflexión que

permitiera emerger la innovación a partir del aprendizaje interactivo entre los actores involucrados (Coutts et al., 2014; Rossing et al., 2021).

La implementación de la co-innovación es contexto-específica y adaptativa, es decir, que la co-innovación debe adaptarse a la situación particular, que a su vez cambiará con el tiempo. Coutts et al. (2014; 2017) identificaron principios que deben ser llevados a la práctica en la co-innovación. Se debe tomar el tiempo necesario para entender el problema desde diferentes puntos de vista y ser incluyente, asegurarse de que todos los actores necesarios estén presentes para comprender el problema, sus causas y desarrollar soluciones viables valorando todas las fuentes de conocimiento, estar abierto a nuevas ideas y estar dispuesto a dejar que su propio entendimiento y perspectivas evolucionen. Mantener la visión compartida o la “ambición de cambio”, refrescándola periódicamente hablando con honestidad, apertura y flexibilidad, y manejando frustraciones.

En Uruguay, la co-innovación mantuvo su base en el trabajo a nivel de predios a través de un enfoque metodológico paso a paso, que incluye la caracterización, diagnóstico, rediseño implementación-monitoreo y evaluación (Colnago et al., 2023; Dogliotti et al., 2014; Rossing et al., 2021; Ruggia et al., 2021). El proceso conjunto de describir, o, caracterizar y diagnosticar el sistema de la explotación genera confianza entre agricultores e investigadores, construye una visión común de cómo debería ser el sistema, creando consenso sobre cómo pasar de la situación actual a la deseada y comprometerse con el cambio (Darnhofer, 2015; Hoffecker, 2021; Krzywoszynska, 2019).

## **2.5 MARCOS DIAGNOSTICO Y SUSTENTABILIDAD**

Para Sarandón y Flores (2009), el concepto de sustentabilidad es complejo en sí mismo porque implica cumplir, simultáneamente, con varios propósitos productivos, ecológicos o ambientales, sociales, culturales, económicos, tanto actuales y futuros. Por lo tanto, es necesario un abordaje multidisciplinario para medir un concepto interdisciplinario (Kaufmann y Cleveland, como se cita en Sarandón y Flores, 2009), lo que se contrapone a la visión reduccionista que prevalece en muchos agrónomos y científicos.

La sustentabilidad no puede evaluarse *per se* sino de manera comparativa o relativa. Para esto existen dos vías fundamentales: comparar la evolución de un mismo sistema a través del tiempo, o comparar simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo o innovador con un sistema de referencia (Masera et al., 1999). La evaluación de sustentabilidad es un proceso cíclico que tiene como objetivo central el fortalecimiento tanto de los sistemas de manejo como de la metodología utilizada.

La metodología utilizada influye fuertemente en cómo los sistemas de producción se conciben (de Olde et al., 2017; Eichler Inwood et al., 2018). El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales (MESMIS; Masera et al., 1999), es uno de tantos marcos de diagnóstico que se utilizan para estos fines, y ha sido utilizado para el diagnóstico de explotaciones en anteriores trabajos de coinnovación a nivel nacional (Colnago et al., 2023; Dogliotti et al., 2014; Ruggia et al., 2021). El MESMIS se constituye como un instrumento para hacer operativo el concepto de sustentabilidad, promoviendo la evaluación participativa en el marco de procesos de cambio o mejora del manejo de recursos naturales. El MESMIS

distingue entre productividad, estabilidad, resiliencia, adaptabilidad, confiabilidad y autosuficiencia como atributos centrales de un sistema sostenible. A partir de estos, deriva en criterios de diagnóstico, y luego en indicadores y puntos críticos para la sostenibilidad del sistema. Sin embargo, este marco no explica cómo los atributos del sistema y, por lo tanto, los criterios de diagnóstico, los indicadores y los puntos críticos, se vinculan con los procesos agroecológicos subyacentes.

Otros marcos de diagnóstico se centran en indicadores basados en la evaluación del nivel de aplicación de prácticas (Mottet et al., 2020; Nicholls et al., 2020; Sellepiane & Sarandón, 2008; Trabelsi et al., 2016; Van Cauwenbergh et al., 2007). Estos marcos utilizados en agricultura a nivel global tienen diferencias en cuanto a la escala del sujeto de estudio, la metodología de recolección y uso de la información, y el nivel de integración de los actores al proceso de evaluación, esto se evidenció recientemente en un trabajo realizado con el fin de llevar a cabo un nuevo marco de evaluación llamado TAPE (Mottet et al., 2020), en el cual se involucraron diversas instituciones internacionales y científicos de renombre. En la misma se llevó a cabo una revisión de anteriores marcos de diagnóstico (Mottet et al., 2020), y allí destacan las principales características de cada uno, y el aporte utilizado para construir TAPE, tratando de construir un marco práctico y utilizable tanto para particulares como para generar políticas de estado. El TAPE, al igual que los antes mencionados, se centran en clasificar las prácticas utilizadas en lugar de generar un debate sobre por qué se utilizan estas prácticas o cómo mejorar (Prost et al., 2023). Si bien estos enfoques son rápidos y eficientes en términos de tiempo, no muestran la interconexión de las prácticas y los elementos del sistema y los procesos socio-ecológicos que consideramos importantes para la sostenibilidad y pilar de diseño y manejo de sistemas agroecológicos. Por lo tanto, no necesariamente reflejan un enfoque sistémico, que también sería significativo para fomentar el aprendizaje y apoyar la transición agroecológica para impulsar con información específica sobre los avances en las distintas áreas de avance en este proceso.

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 SELECCIÓN DEL PREDIO

Este trabajo final es parte de un trabajo mayor que involucró cinco predios del departamento de Canelones en el sur de Uruguay, donde se concentra la mayor parte de la producción de hortalizas (34°21'S a 34°57'S – 55°40'W a 56°40'W). El clima es subtropical húmedo, con una temperatura media promedio de 17 °C (mínima: 11 °C, máxima: 23 °C) y heladas ligeras entre mayo y septiembre. La precipitación media anual es de 1200 mm, distribuida uniformemente a lo largo del año pero con una variación significativa entre años (Castaño et al., 2011) .

Los cinco sistemas fueron seleccionados abarcando diferentes niveles de dotación de recursos, tipos de cultivos (cultivos de invernadero y de campo), nivel de uso de insumos agroquímicos, nivel de rendimiento, tipos de manejo agrícola (orgánico o convencional) y relaciones de comercialización (venta directa o a través de intermediarios). Los criterios de selección adicionales fueron: (i) participación en grupos de agricultores locales, (ii) voluntad de discutir cambios estratégicos y (iii) participación previa en procesos de investigación vinculados a estrategias de intensificación agroecológica o ecológica. El presente trabajo se desarrolló en el predio de la familia de José Luis Bazzano y Brenda Gallo, donde se realiza producción orgánica de cultivos a campo, y está vinculado a la Red de Agroecología del Uy.

#### 3.2 PROCESO DE TRABAJO EN EL PREDIO

Utilizamos un enfoque de coinnovación (Rossing et al., 2021). Al igual que en proyectos de co-innovación anteriores en la región (Berrueta et al., 2021; Colnago et al., 2023; Dogliotti et al., 2014; Ruggia et al., 2021), el proceso comenzó con una caracterización y diagnóstico inicial en sistemas de producción, seguido del rediseño, y la consecuente implementación, seguimiento y evaluación del desempeño de los predios.

Las diferencias con los proyectos de co-innovación anteriores en la región fueron que: (i) la caracterización de los predios y el consiguiente diagnóstico de los sistemas de producción se guiaron por el nuevo marco desarrollado MEDITAE (sección 3.3); ii) el diagnóstico final surgió de tres reuniones formales de discusión y reuniones informales entre el equipo de investigación y los productores durante las visitas de caracterización en las cuales se discutió el propio marco de diagnóstico con el que se evaluaría el sistema iii) el proceso de co-innovación se desarrolló en paralelo con experimentos en el Centro Regional Sur (Facultad de Agronomía) y en predios sobre alternativas tecnológicas para el manejo agroecológico en los que los productores también participaron activamente.

El equipo de investigación visitó los predios cada dos o tres semanas durante el período 2019 – 2022, excepto durante los períodos críticos impuestos por la Pandemia Covid en Uruguay (marzo – agosto 2020, marzo – julio 2021). La rutina durante las visitas fue recorrer el predio con los agricultores, hacer observaciones o tomar medidas cuando fuera necesario y discutir las observaciones con los agricultores. Cada visita se planificó según la etapa del proceso de co-innovación correspondiente.

La caracterización requirió de 6 a 10 visitas a cada predio (entre junio de 2019 y diciembre de 2021) y trabajo de gabinete con antecedentes y software de información

geográfica (visor RENARE y Google Earth). Durante la caracterización, describimos la estructura y el funcionamiento del sistema con base en los procesos definidos en el marco, observando los componentes del proceso y sus interacciones y cómo los manejan los agricultores. Estudiamos el subsistema de gestión, la situación socioeconómica y cultural a través de entrevistas con los productores y sus familias. Estudiamos los registros y observamos su trabajo durante cada visita. La información requerida para generar los indicadores definidos en el MEDITAE (sección 3.3) se obtuvo a través de varias entrevistas con los productores, observaciones, información secundaria, mediciones directas durante las visitas regulares y reconstrucciones de los ciclos productivos integrando información escrita y oral.

La fase de diagnóstico (entre junio de 2021 y octubre de 2022) estuvo compuesta por tres reuniones separadas aproximadamente por dos meses. La primera reunión se dedicó a discutir el rumbo del marco de diagnóstico. El segundo y tercer encuentro estuvieron dedicados a discutir el diagnóstico específico del predio y llegar a una visión compartida del sistema y su desempeño en relación con las necesidades y expectativas de la familia. El diagnóstico del predio guiado por el MEDITAE implicó evaluar los seis procesos socioecológicos a partir del cálculo de indicadores de desempeño y prácticas, también jerarquizar y ordenar mediante una tabla de puntos críticos. El equipo de investigación presentó la información a los productores con el resultado de los indicadores y un breve informe con datos de respaldo. El intercambio se realizó en dos pasos. Primero, discutir proceso por proceso a partir del análisis de los indicadores. Se utilizaron esquemas o dibujos para ilustrar las ideas en cada situación concreta y compararlas con el funcionamiento deseado del sistema. En segundo lugar, con base en indicadores de desempeño, identificar qué procesos fueron los más fuertes o tuvieron un desempeño general positivo, y cuáles fueron los más débiles o tuvieron un desempeño general negativo. Luego, se definieron los principales procesos para enfocar la fase de rediseño en conjunto con los intereses y necesidades de los agricultores, aquí se utilizó para el predio de José Luis Bazzano el recurso “árbol de problemas” para esquematizar y ordenar la discusión. Con base en los indicadores basados en la práctica, se discutieron posibles estrategias para incluir en el rediseño.

La fase de propuestas o rediseño se desarrolló luego de revisado, discutido y corregido el diagnóstico, con sucesivas reuniones del equipo, y trabajando con docentes caso a caso. Las propuestas se presentaron a los productores en un encuentro presencial de cierre, las mismas fueron de carácter general o líneas estratégicas, y también interviniendo componentes específicos del sistema que impactan directamente sobre el desempeño del predio o tienen importancia sobre procesos ecológicos de interés, en vías de un funcionamiento deseable desde una perspectiva agroecológica.

### **3.3 DESARROLLO DEL MARCO MEDITAE**

El marco utilizado para el diagnóstico, MEDITAE, se desarrolló y aplicó como parte de un proceso de co-innovación en los cinco predios mediante el cual el equipo de investigación (investigadores y estudiantes) propuso la estructura del marco después de una discusión teórica interna, y los productores proporcionaron comentarios a lo largo del trabajo.

El marco se discutió formalmente con los productores en la primera reunión realizada durante la fase de diagnóstico del trabajo de co-innovación. Sin embargo, el equipo estuvo

trabajando durante un año y medio, realizando visitas periódicas a los predios para entrevistar, observar y cuantificar variables para caracterizar el sistema, donde ya se llevaron a cabo discusiones informales sobre los procesos ecológicos que sustentan los sistemas agroecológicos. El objetivo de las reuniones de discusión fue llegar a una visión compartida del funcionamiento deseable del sistema desde una perspectiva agroecológica. Al mismo tiempo preparar a todos los participantes para lo que se iba a discutir (el diagnóstico del predio) en la segunda reunión de la fase de diagnóstico.

En esta primera reunión, el equipo de investigación presentó la información sin ningún cálculo o valoración de los indicadores para cada predio en específico, valorando la utilización del marco, en especial si se estaba incluyendo todas las dimensiones necesarias y o si la forma de evaluar estas dimensiones permitiría reflejar lo que se espera de un sistema agroecológico. Para apoyar la discusión, en algunos predios, mientras se discutía, se dibujaron a mano diagramas en hojas de papel que reflejaban el funcionamiento del sistema “convencional” y el deseable basado en la agroecología. Estos diagramas ayudaron a hacer más concreta la discusión sobre los componentes e interacciones de cada proceso, a discutir la relevancia y el significado de los indicadores de desempeño y a reflexionar sobre el efecto de una práctica particular en el desempeño del proceso.

Durante esta discusión, los productores expresaron que el marco daba cuenta de las dimensiones relevantes para evaluar un sistema agroecológico y sugirieron nuevos elementos a considerar o enfatizar que se incluyeron en la versión final presentada. El intercambio contribuyó a la reflexión y al mismo tiempo a mejorar el marco de diagnóstico.

### **3.4 CONCEPTO Y ESTRUCTURA DEL MARCO MEDITAE**

El MEDITAE está estructurado por seis procesos socio ecológicos que subyacen a los sistemas agroecológicos, con sus principales componentes y conexiones, y una definición de su calidad y funcionamiento deseable. Asociados con cada proceso se definieron indicadores para abordar el desempeño o funcionamiento del proceso e indicadores para abordar las prácticas de manejo que afectan el desempeño o funcionamiento del proceso.

Con base en Altieri (1999) y Gliessman (2002), definimos cinco procesos ecológicos clave del agroecosistema: ciclo de (i) nutrientes, (ii) carbono y (iii) agua; (iv) sucesión vegetal y regulación biótica; y (v) flujo de energía. Estos procesos se dan simultáneamente y están influenciados por la historia, contexto, necesidades y objetivos de los agricultores, incluidos en un sexto proceso (vi) socioeconómico y cultural. Para cada uno de ellos, los describimos enfocándonos en sus principales componentes y conexiones, e identificamos la contribución de cada proceso al funcionamiento del sistema productivo como el núcleo de nuestro marco de diagnóstico.

**Tabla 1***Procesos ecológicos, descripción y funcionamiento deseable*

Proceso <sup>1</sup>	Descripción <sup>1</sup>	Funcionamiento deseable en sistemas agroecológicos <sup>2</sup>
<b>Ciclo de nutrientes</b>	La circulación de nutrientes en el agroecosistema involucra al suelo, las plantas y los animales, y la atmósfera, y está mediada por la actividad biológica y química.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alcanzar un alto nivel de reciclaje de nutrientes en el sistema.</li> <li>- Minimizar las pérdidas de nutrientes para aumentar la eficiencia y reducir el riesgo de contaminación.</li> <li>- Alcanzar altos niveles de fijación biológica de nitrógeno</li> <li>- Mantener niveles elevados y equilibrados de formas estables y constitutivas de nutrientes en el sistema y formas lábiles en adecuado equilibrio con los requerimientos de producción.</li> </ul>
<b>Ciclo del carbono</b>	La circulación de C en el agroecosistema involucra la atmósfera, las plantas, los microorganismos y animales, y el suelo, ya que está mediada por la actividad biológica y química.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maximizar el secuestro de C en la biomasa del sistema y el suelo.</li> <li>- Minimizar las pérdidas de carbono orgánico del suelo.</li> <li>- Mantener un alto contenido de carbono orgánico en el suelo en diversas formas de C, principalmente formas más estables y lábiles en equilibrio con la actividad biótica.</li> </ul>
<b>Sucesión vegetal y regulación biótica</b>	Los organismos modifican gradualmente las condiciones ambientales de modo que puedan aparecer otras especies o reemplazar a las especies originales. La regulación biótica modula los ciclos del carbono y los nutrientes y las poblaciones de plagas, malezas y patógenos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incrementar la abundancia y diversidad de comunidades bióticas en el sistema.</li> <li>- Promover antagonistas que puedan suprimir patógenos, plagas y malezas.</li> </ul>
<b>Ciclo del agua</b>	El agua se mueve a través de la atmósfera, el suelo, las plantas, los animales y los cuerpos de agua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maximizar la capacidad de capturar y retener agua de lluvia.</li> <li>- Maximizar el ciclo del agua</li> <li>- Minimizar el anegamiento y la escorrentía superficial erosiva</li> <li>- Minimizar las pérdidas de agua</li> <li>- Lograr y mantener una alta calidad del agua.</li> </ul>
<b>Flujo de energía</b>	El flujo de energía en un ecosistema implica la captura de energía solar por parte de las plantas, su almacenamiento en estructuras de biomasa química y su pérdida principalmente en forma de calor. En un agroecosistema, la energía también proviene de insumos basados en combustibles fósiles y sale con la producción vendida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maximizar la capacidad de captar y utilizar energías renovables y reducir las fuentes no renovables.</li> <li>- Maximizar los flujos de energía en el sistema.</li> <li>- Minimizar las pérdidas de energía</li> </ul>

Proceso <sup>1</sup>	Descripción <sup>1</sup>	Funcionamiento deseable en sistemas agroecológicos <sup>2</sup>
<b>Socioeconómico y cultural</b>	Los procesos ecológicos y las condiciones socioeconómicas son interdependientes. Por ejemplo, el desarrollo y/o adopción de sistemas y tecnologías agrícolas resultan de interacciones entre los agricultores (su historia, experiencias, conocimientos, necesidades y objetivos), con otros y con el entorno biofísico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover buenas condiciones de vida para agricultores y trabajadores.</li> <li>- Generar cantidad de alimentos de calidad.</li> <li>- Lograr un bajo nivel de dependencia de insumos, tecnologías y conocimientos externos.</li> <li>- Fomentar el trabajo colaborativo y las redes.</li> <li>- Generar y promover relaciones justas entre agricultores, trabajadores y consumidores.</li> </ul>

*Nota.* Marco para el diagnóstico agroecológico de sistemas agrícolas a partir de seis procesos clave que ocurren en el agroecosistema, su descripción y su funcionamiento deseable desde una perspectiva agroecológica (completo con indicadores incluidos en Anexo A). Basado en <sup>1</sup>Altieri (1999) y Gliessman (2002); <sup>2</sup>Basado en Altieri (1999), Gliessman (2002) y Wezel et al. (2020). Adaptado de Scarlato (2023).

Una vez definidos y descriptos los procesos, definimos las cualidades deseables de los componentes y su funcionamiento, y cómo pueden ser respaldadas a través de prácticas de manejo en el contexto particular de los sistemas de producción de hortalizas en Uruguay. Esto se tradujo en la definición de indicadores de desempeño e indicadores basados en las prácticas de manejo, vinculados a cada proceso (Anexo A). Los indicadores de desempeño o resultado son *indicadores* del funcionamiento de cada proceso, ya que están relacionados con el estado de los componentes principales de los procesos (por ejemplo, carbono orgánico del suelo, reservas de nutrientes del suelo o capacidad de retención de agua del suelo) o están relacionados con conexiones entre los componentes principales (por ejemplo, equilibrio de nutrientes y carbono, deficiencias de nutrientes en los cultivos, incidencia de plagas o enfermedades, relación plaga/enemigo natural). Los indicadores basados en la práctica reflejan el manejo de los productores como un medio para explicar el resultado de los indicadores de desempeño y por donde puede mejorarse la situación actual (por ejemplo, cantidad de aporte de nutrientes, uso de rotación de cultivos, área anual de abono verde, diversidad de cultivos, frecuencia de labranza del suelo, origen de las semillas).

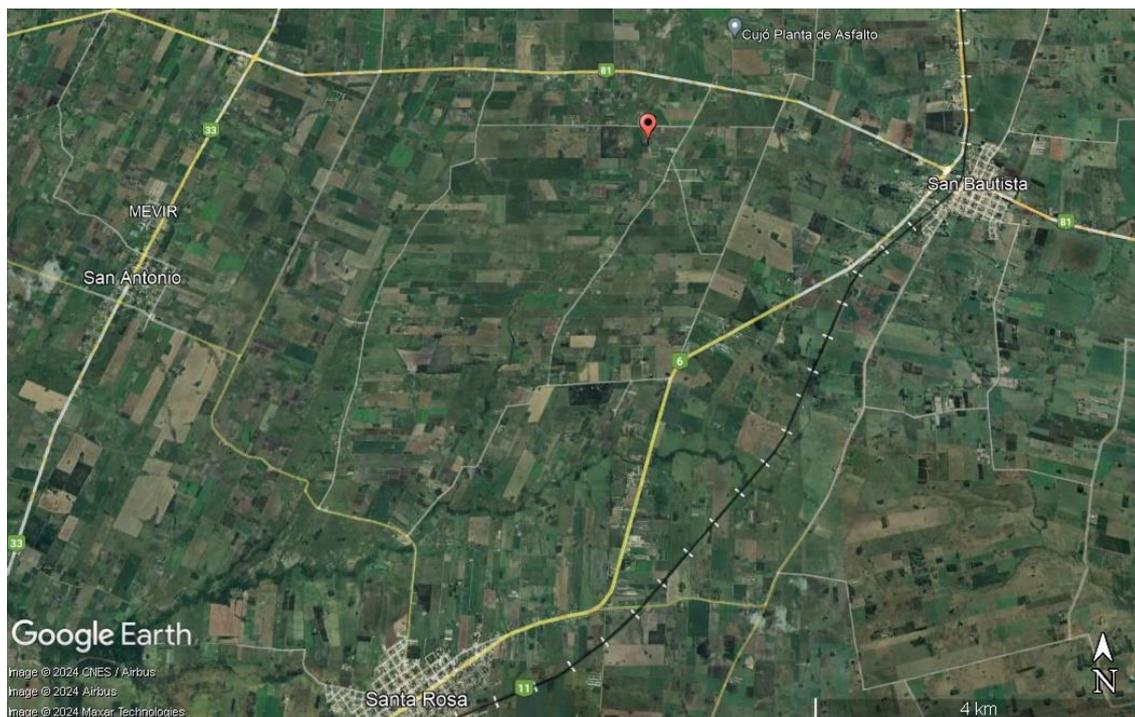
## 4 CARACTERIZACIÓN

### 4.1 UBICACIÓN DEL PREDIO

El predio de la familia Bazzano-Gallo está ubicado en el departamento de Canelones, entre las ciudades de San Bautista (a 5 km), San Antonio (a 6 km) y Santa Rosa (a 8 km). Corresponde a un único padrón (n° 43966) al cual se accede ingresando 1 km por un camino vecinal hacia el sur de la Ruta 81, km 39 (Figura 1).

#### Figura 1

*Ubicación del predio (ícono rojo) y principales centros poblados cercanos*



*Nota.* Adaptado de Google Earth (2024).

### 4.2 SUBSISTEMA FAMILIAR Y TOMA DE DECISIONES

#### 4.2.1 Integración familiar

En el predio residen Brenda Gallo y José Luis Bazzano (matrimonio), y Dolores, la madre de José Luis (quien falleció en octubre 2024). En una casa ubicada en un extremo del predio también residen los padres de Brenda, pero no dependen económicamente del predio.

Las hijas del matrimonio, Antonella, Dayana y Romina, se encuentran viviendo en Montevideo y tienen independencia económica. Las tres tienen estudios terciarios. Antonella ha manifestado interés en poder volver a residir en el predio con su pareja y dedicarse a la producción agroecológica.

#### 4.2.2 Historia de la familia y el predio

Vinculados a la zona desde pequeños, los productores desde temprana edad desarrollaron sus vidas en vinculación al predio. Brenda vivió en un predio cercano con su familia que también estaba vinculada al sector agropecuario. José Luis, creció en este mismo

campo con gran parte de su familia. El campo original de la familia se dividió en 3 predios de 8 ha en 1974. En esos tiempos la familia desarrollaba actividades variadas, incluyendo horticultura, viticultura y ganadería, en un contexto de bajos recursos (tracción a sangre, pocos insumos). Años más tarde, José Luis comienza su vinculación con el grupo de productores “Las violetas” mediante negocios ganaderos y el interés por tener acceso a tierras.

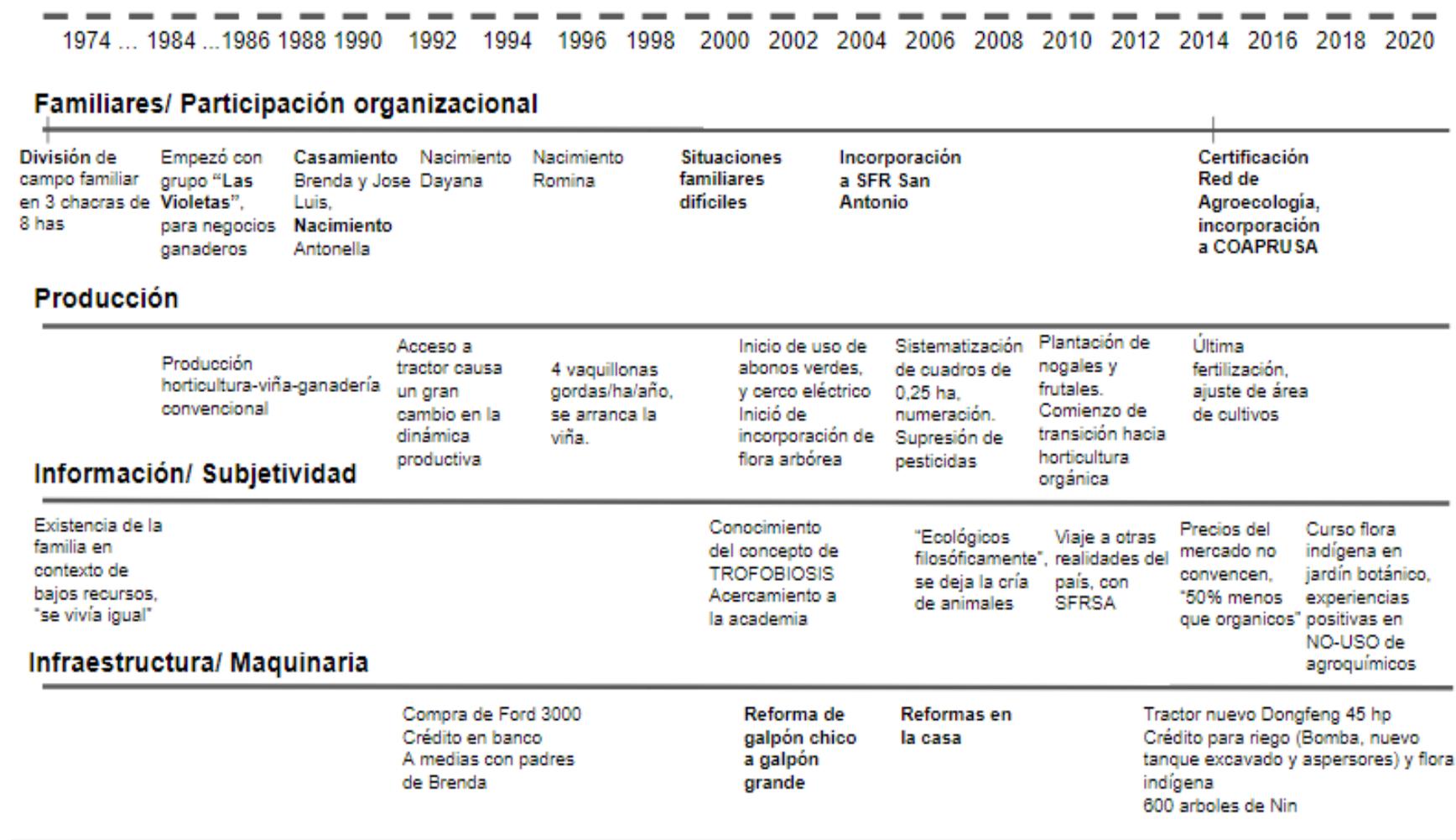
En 1988, Brenda y José Luis contraen matrimonio, y dos años más tarde, nace su primera hija Antonella (1990), luego Dayana (1992) y Romina (1995). En estos años se accede al primer tractor (Ford 3000), a medias con los padres de Brenda, que genera un gran cambio en la dinámica productiva. Mientras tanto la producción ganadera iba bien, y se decide arrancar los viñedos, resultando en un sistema hortícola-ganadero.

El cambio de milenio viene con situaciones familiares difíciles que provocan un proceso importante de reflexión. José Luis comienza a indagar en la producción cuidando la naturaleza, tiene oportunidad de acercarse a conceptos como la “trofobiosis”, y hay un acercamiento con la academia. Por motivación propia, el predio comienza a implementar cambios con el fin de transitar hacia una agricultura que cuide la naturaleza y la salud. Allí, comienzan a utilizar abonos verdes, a implantar flora de servicio, sistematizar los cuadros para evitar la erosión, en paralelo también realizan reformas en el galpón y la casa.

En 2004 se integran a la SFR San Antonio, con la cual comienzan a tener una fuerte vinculación con otras realidades locales y nacionales. Ya para este momento el predio estaba viviendo cambios importantes. Se dejó la cría de animales en 2008, y se comienza a reducir el uso de agroquímicos, llegando al 2010 donde solamente se utilizaban puntualmente fertilizantes y dejan de utilizar pesticidas. Entre los años 2010 y 2014 adquieren un nuevo tractor y realizan un tanque excavado e instalaciones mínimas que permiten realizar parte de la producción con riego. En 2014, se vinculan a la Red de Agroecología del Uruguay, y se certifican como predio “ecológico”. Esto les permite comenzar a comercializar parte de sus productos por canales agroecológicos, principalmente canasteros que recogen la producción en el propio predio. Al mismo tiempo surge desde dentro de la SFR San Antonio, la cooperativa “COAPRUSA” para acceder al programa de compras estatales, a donde destinan parte de su producción. Los resultados productivos en conjunto con las nuevas experiencias comerciales, terminan en la actualidad con un total convencimiento acerca de la necesidad y viabilidad de su forma de producción y vida, convirtiendo al predio en una referencia a nivel regional.

**Figura 2**

*Línea de tiempo del predio y de la familia*



### **4.2.3 *Objetivos familiares***

Los productores tienen como objetivo vivir dignamente del trabajo en la tierra generando el mínimo impacto posible sobre el ambiente. Los productores visualizan que están en una etapa donde deben de empezar a exigirse menos esfuerzo físico, y quieren tener mayor tranquilidad buscando estabilidad en sus ingresos. Por otro lado, quieren que su predio sea un espacio de aprendizaje y esparcimiento para el entorno social.

Para ello han pensado en aumentar la diversificación del sistema buscando un vínculo más estable con los canales comerciales agroecológicos a la vez que promueven la diversidad como parte central en el manejo de su predio. Por otro lado, ajustar el área plantada y los cultivos buscando optimizar el uso del suelo y organizar las actividades para un funcionamiento más eficiente, reduciendo el trabajo pesado.

### **4.2.4 *Calidad de vida y vínculos***

En base a las entrevistas, la familia plantea que no tienen problemas de salud asociados al trabajo. Sin embargo, si bien identifican que el trabajo manual les ayuda a mantener su estado físico, mencionan cansancio por el trabajo, y excesivo esfuerzo físico en particular vinculado al cultivo de boniato. Acceden a una alimentación diversa obtenida en gran medida de la producción en su predio, y han reducido el consumo de carnes acompañando su decisión productiva de abandonar la actividad ganadera.

Disponen de una casa amplia, en buen estado y con habitaciones para toda la familia. Tienen vehículo apto para moverse hacia donde necesiten. El hogar tiene energía eléctrica. No tienen agua de OSE, el agua para uso doméstico proviene de un aljibe, que en años de sequía ha tenido problemas de desabastecimiento. El ambiente en el cual la familia desenvuelve sus actividades es confortable, y lo han construido ellos mismos con el pasar de los años con especial interés. En el entorno de la casa han instalado una zona de parque con frondoso arbolado, que proporciona aislamiento de los predios circundantes que realizan agricultura convencional y actividad avícola.

Las tres hijas del matrimonio pudieron desarrollar carreras universitarias como primera generación en la familia. También dos de ellas tienen gusto por la producción y el emprendimiento productivo de sus padres, plantean la posibilidad de volver a habitar y tal vez producir en el predio familiar.

La familia desarrolla sus actividades de forma muy abierta a la comunidad y tienen una vida social muy activa. El predio es visitado constantemente por instituciones educativas y organizaciones sociales interesadas en el conocimiento de la vida rural, la forma de producción que llevan a cabo y las características paisajísticas y didácticas del predio.

Los productores, históricamente se han relacionado con las organizaciones de productores cercanas (Sociedad de Fomento Rural de San Antonio), y actualmente integran la Cooperativa Agraria de Productores Unidos de San Antonio con la cual venden al estado (COAPRUSA, una reunión por mes), la Red de agroecología del Uruguay (Regional Santoral, una reunión cada 2 meses) y el grupo de productores “Las Violetas” con el que comparten un campo del Instituto Nacional de Colonización. Aunque no en todos los espacios los productores

sienten afinidad ideológica o por momentos no comparten acciones y decisiones con sus pares, aun así, reivindican la importancia de dicha participación y vinculación. Discuten fervientemente las desigualdades, injusticias y omisiones del sistema capitalista; por tal motivo han incursionado también en la militancia política.

Se vinculan a instituciones de investigación nacional, Facultad de Agronomía e INIA, mediante proyectos de investigación y poniendo a disposición su predio para diversas actividades.

#### **4.2.5 Sistema de gestión**

La gestión del predio es llevada adelante en conjunto entre Brenda y José Luis, aunque existen diferencias en sus roles. Las decisiones tácticas y estratégicas, como ser las vinculadas a la realización de inversiones, cambio de rubros, vinculación a organismos y proyectos, son tomadas entre ambos. Las decisiones operativas y de corto plazo, son en su mayoría tomadas por José Luis, que se dedica exclusivamente a la producción y es quien dedica mayor tiempo al trabajo predial.

José Luis también se encarga de llevar adelante un extenso sistema de registros: un cuaderno de campo para cada cultivo, un cuaderno solo para abonos verdes, otro para seguimiento de las áreas y particularidades de la rotación, y una carpeta de boletas. Brenda por otro lado, posee una excelente memoria, fundamental ya que a veces las anotaciones de los registros son un tanto desordenadas. Brenda también es quien se encarga de llevar la planificación y registros de pedidos de productos y las ventas (uso del celular).

#### **4.2.6 Vinculación al mercado de insumos**

Es un sistema con baja utilización de insumos para la producción. Los insumos más importantes en el predio son: combustible (300 L de Gasoil y 200 L de Nafta al año), compost (3 toneladas al año) y material de propagación. Se accede a dichos insumos con distribuidores locales en el caso de combustible, y productores de compost, semillas de productores de la zona (cebolla y boniato) y semilla importada a través de agropecuarias de la zona (papa semilla y semilla de zapallo híbrido).

#### **4.2.7 Estrategia y vínculos comerciales**

Históricamente la familia se manejaba con los canales convencionales de venta, vendiendo a través de un comisionista con destino al Mercado Modelo. Esta relación con el mercado fue cambiando en función de las transformaciones en el sistema productivo. Los actores/intermediarios fueron cambiando de comisionistas a canasteros que levantan la producción en el predio y venden directamente a consumidores, y COAPRUSA a través de la cual acceden a compras estatales y venden en la Unidad Agroalimentaria.

Hoy en día la mayor parte de la producción (80% aproximadamente) se comercializa con 6 canasteros. Según José Luis, el precio obtenido con los canasteros llega a ser un 25% mayor que el percibido en el mercado convencional (incluyendo flete y comisión). Por este canal se venden todos los productos del sistema, el precio se acuerda al inicio de la zafra y se intenta mantener a lo largo de la misma. El trato es persona a persona, lo que ha llevado a

problemas/demoras en el pago con algunos de los canasteros, y no han logrado tener una estabilidad o periodicidad en las ventas, lo que les genera inestabilidad en el ingreso e incertidumbre.

La comercialización mediante COAPRUSA implica menor volumen (20% aproximadamente) y solo algunos rubros (principalmente boniato y zapallo). El precio de venta está acordado en un 6% adicional sobre el precio establecido por la UAM para cada producto y calidad. A lo largo del tiempo el volumen destinado a este canal se fue reduciendo debido a retrasos en el pago a los productores.

## 5 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

### 5.1 ORGANIZACIÓN GENERAL DEL PREDIO

El sistema productivo tiene un énfasis hortícola, donde anualmente se realizan 2.75 ha de cultivos. Los rubros más importantes son boniato (0.5 ha), papa de otoño y primavera (0.5 ha), zapallo (1.25 ha), cebolla y ajo (0.5 ha), y espárrago como cultivo incipiente.

Es un predio certificado como orgánico-agroecológico, con alta utilización de mano de obra enteramente aportada por la familia, por lo cual los productores buscan tener una organización que considere las dimensiones económica, social y ambiental.

Desde que comenzaron la transición hasta la actualidad se han hecho muchos esfuerzos en la sistematización, tanto en la numeración y uniformización de áreas en cuadros de cultivo, como en nivelación y drenaje de los mismos. Esto ha permitido organizar los cultivos, asignar áreas específicas e intentar tener una secuencia adecuada, y ha facilitado el control y registro de este manejo a lo largo de los años. Esto genera condiciones para que, a prueba y error, intenten llevar a cabo una rotación, con el objetivo de disminuir la frecuencia de los cultivos en los cuadros, implementar abonos verdes y diversificar el uso del suelo para reducir la aparición de problemas sanitarios.

#### 5.1.1 Sistematización del predio y uso del suelo

El área cultivable (4.75 ha) esta diagramada en cuadros de 2500 m<sup>2</sup> aproximadamente, usando esa medida como unidad para planificar las rotaciones. Por otro lado, con este diseño buscaron reducir los problemas de erosión, que eran graves en el predio. La producción hortícola con mayor relevancia comercial se ubica desde la cañada ubicada entre los cuadros (N°2) hasta el cuadro N°9, en este tramo la pendiente va en ascenso, hasta alcanzar entre 3 y 4% (en ladera cuadros N° 5 y 6) (Figura 3).

Tienen dos cuadros con montes de nogales (0.45 ha), que todavía no están en producción (Figura 3). En la entrefila de los nogales, se realiza producción principalmente de espárrago, ya que es un rubro de reducido laboreo.

Los cuadros 5 y 6 están limitados y separados por una terraza que se mantiene como cerco vivo, donde hay implantados espárragos. Esto ayuda a mantener la sistematización, vuelve productiva una barrera física, y al ser el espárrago un cultivo perenne, ayuda a fomentar la diversidad (lo mismo pasa en los cuadros de nogales). Hay un área de aproximadamente 2.5 ha, que corresponde a zonas donde los productores permiten el desarrollo de la vegetación espontánea (Figura 3).

La casa, el galpón, el jardín y zona de compostaje, el vivero/plantinero (producción de plantines, plantas para la venta, árboles), y un monte plantado muy diverso que se utiliza como paseo turístico, están ubicados en el extremo Sur-Oeste. Las fuentes de agua corresponden a dos tanques excavados que se ubican en la zona baja, en el extremo Nor-Oeste del predio. Entre la casa y los tanques excavados hay una zona de mayor intensidad en el uso de suelo, donde se realizan almacigos, producción/mantenimiento de semillas y la huerta familiar para autoconsumo (Figura 3)

**Figura 3***Uso del suelo y sistematización del predio*

*Nota.* Adaptado de Google Earth (2024).

## 5.2 RECURSOS PARA LA PRODUCCION

### 5.2.1 Recursos humanos

La mano de obra es enteramente familiar. José Luis está dedicado totalmente a la actividad hortícola en el predio. Se estima que José Luis dedica unas 56 horas semanales (8 hs/día) el horario durante el verano es de 7 a 11, y de 16 a 20, en invierno de 8 a 12 y 14 a 18, planificación y gestión se realiza a primera hora de la mañana.

Brenda dedica aproximadamente 40 hs semanales. En el horario especificado están incluidas el trabajo directo en la producción y las labores de relaciones públicas y vinculación comercial (uso del celular), y no se incluyen las tareas del hogar. Martes, jueves y sábados, Brenda trabaja 4 hs/día extrapredio, realizando tareas de limpieza en una casa vecina. Además, Brenda se encarga mayormente, y junto a Dolores, de las tareas de mantenimiento del hogar. Dolores colabora en el plantinero.

En suma, se considera una disponibilidad de mano de obra global familiar para el sistema de producción predial de 4600 hs al año.

## 5.2.2 Recursos naturales

### 5.2.2.1 Topografía y suelo

Según la carta de suelos 1/40000 (Altamirano et al., 1976), las series predominantes de suelos son la Pantanoso en 1,12 ha asociada a la zona más baja del predio, y la serie Canelones, abarcando 6,88 ha de zona de ladera y altos donde se ubica el área cultivada. La serie Pantanoso está constituida por suelos profundos moderadamente bien drenados, con escurrimiento superficial medio a alto; desarrollados a partir de sedimentos limo arcillosos pertenecientes a la Formación Libertad. La serie Canelones está constituida por suelos profundos, moderadamente bien drenados, desarrollados a partir de sedimentos limo arcillosos de color pardo, normalmente con concreciones de carbonato de calcio provenientes de la formación Libertad, depositados sobre sedimentos de la formación Fray Bentos. Se encuentra ubicada en un relieve de lomadas fuertes.

Según la misma fuente, estos suelos se encuentran afectados de forma severa en lo que refiere a erosión (e3 - Erosión Severa: El suelo está muy erosionado, al extremo que todo o prácticamente todo el horizonte A fue removido: más del 75 % del espesor original del A y parte superior del B han sido erosionados. Cárcavas superficiales y algunas profundas son comunes [Altamirano et al., 1976]).

Los suelos dominantes son: Brunosol Éútrico Típico, Familia Limo Arcillosa, Fase Vértica y Vertisol Rúptico Típico, Familia Limo Arcillosa (Altamirano et al., 1976).

Mediante el relevamiento de perfiles modales y análisis físico-químico, se constató la presencia de vertisoles en toda el área cultivada correspondiente a la zona de ladera media y alta (Tabla 2 y 3, Figura 4). El suelo presentó un horizonte A poco profundo, si se considera que el perfil fue realizado sobre un surco, de 12 cm o 20 cm al considerar mezcla de horizontes AB (Tabla 2). El contenido de materia orgánica del horizonte A fue de 3.5%, lo que, considerando el tipo de suelo y textura, corresponde a un 50% del carbono mineralizable actual en relación al original (Tabla 3). En relación al contenido de nutrientes, los niveles de P son bajos respecto a los requerimientos de los cultivos hortícolas. Las bases totales son elevadas, el contenido de K, Mg y Ca son elevados lo que concuerda para el tipo de suelo, y el nivel de sodio es bajo y explica menos del 2% de las bases totales (Tabla 3). La relación Mg/Ca y Mg/K son adecuadas.

Durante un proyecto de investigación en el cual los productores participaron, se evaluó la respiración microbiana del suelo durante el cultivo de cebolla en comparación con otros dos sitios con mismo tipo de suelo pero distinto manejo. En este marco, el suelo mostró niveles de actividad biológica en primavera superiores a los otros dos sitios (Figura 5).

**Tabla 2***Descripción del perfil modal del suelo*

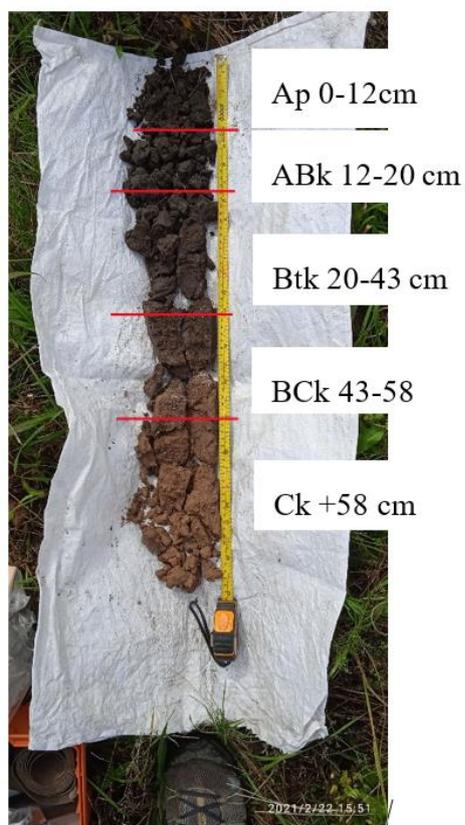
Hte	Prof (cm)	Color	Textura	Estructura	Concreciones	Raíces
Ap	0-12	Pardo muy oscuro	FacL	Bloques subangulares medios débiles	-	Abundantes
ABk	12-20	Negro	AcL	Bloques subangulares fuertes	Ca pocas	Pocas-medias
Btk	20-43	Negro	AcL	Bloques angulares fuertes	Ca pocas	Pocas
Bck	43-58	Pardo oscuro	AcL		Ca pocas	Muy pocas
Ck	+58	Pardo beige	FAcL		Abundantes	Casi nulas

*Nota.* Realizado en zona cultivada en la ladera media realizado en un surco con rastrojo de avena (febrero, 2021).

**Tabla 3***Características físico-químicas de los horizontes diagnóstico del perfil modal (vertisol)*

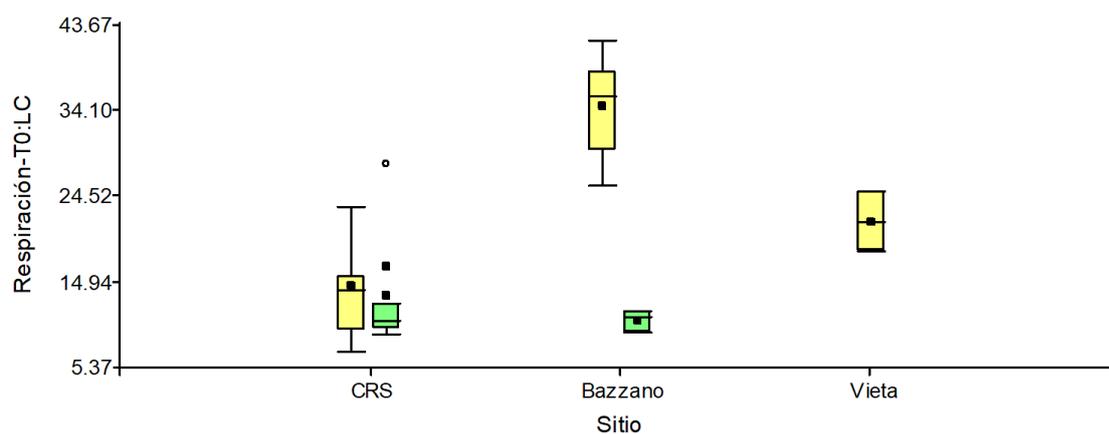
	pH Agua	P ppm	Ca Meq/100g	Mg	K	Na	C.O. %	M.O. %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura
Ap	7,0	15	20,12	5,01	0,75	0,48	2,0	3,5	14,0	54,5	31,4	Franco arcillo limoso
Bt	7,4	3	20,40	6,62	0,66	0,55	1,0	1,7	10,1	52,0	37,9	Franco arcillo limoso

**Figura 4**  
*Perfil modal de suelo, correspondiente a un vertisol*



*Nota.* Perfil realizado en el área cultivada en zona de ladera media sobre un surco de rastrojo.

**Figura 5**  
*Respiración microbiana del suelo*



*Nota.* Muestreada al trasplante en agosto (verde) e inicio de bulbificación en noviembre (amarillo) del cultivo de cebolla del año 2020

#### 5.2.2.2 Agua

Los recursos hídricos del sistema se basan en la captación de aguas pluviales. Se han construido dos tanques excavados que corresponden a las estructuras de almacenamiento más importantes del predio (Figura 3, Tabla 4). Los tanques excavados se alimentan de las napas

subterráneas alcanzadas por su profundidad (4m), por la captación del agua de escurrimiento superficial desde el propio predio dada la sistematización del mismo, y por la captación de agua desde un curso intermitente de agua superficial.

**Tabla 4**  
*Capacidad de almacenaje de agua en el predio*

Tanque excavado	Cálculo de volumen	Volumen almacenado
1 (640 m <sup>2</sup> )	320m <sup>2</sup> *2m prof	640 m <sup>3</sup>
	320m <sup>2</sup> *4m prof	1280 m <sup>3</sup>
2 (320 m <sup>2</sup> )	320m <sup>2</sup> *2m prof	440 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>		<b>2360 m<sup>3</sup></b>

El curso de agua superficial que atraviesa el predio es intermitente, tiene escaso caudal y se mantienen la mayor parte del año sin agua (Figura 3). El predio cuenta también con un antiguo aljibe el cual es la fuente de agua para uso doméstico.

#### 5.2.2.3 Vegetación

Los productores buscan la diversificación de la vegetación en espacio y tiempo. En el caso del área hortícola, intentan realizar rotaciones, donde tienen establecida una secuencia buscando alternar familias de cultivos y con la cual planifican el uso del suelo. En esta secuencia, intentan incluir abonos verdes. Las especies utilizadas han ido cambiando a lo largo de los años. En un principio, la idea se centraba en el uso de praderas perennes (alfalfa durante 4 años) para el descanso y recuperación de los suelos, también praderas bianuales de ryegrass y trébol rojo. Esto se refleja por ejemplo en la secuencia seguida en los cuadros 5 y 6 (Tabla 5). Tiempo a esta parte, se dejaron de realizar praderas y se sustituyó por abonos verdes anuales, como haba forrajera y avena. La última pradera de alfalfa fue entre 2015 y 2018. Según expresaron los productores, este cambio responde a la dificultad que encontraban para acceder al servicio de enfardado de pequeñas áreas en la zona.

**Tabla 5**  
*Secuencia de cultivos en dos cuadros modelo*

Cuadro	2015		2016		2017	2018		2019	
	V-O	I-P	V-O	I-P	V-O-I-P	V-O	I-P	V-O	I-P
5	Pradera ryegrass y Lotus	Cebolla	Rastroj o/Avena	Boniato	Avena y trébol alejandrino	Zapallo	Avena	Zapallo	Habas
6	Alfalfa					Zapallo		Avena	

*Nota.* V-O: Verano-Otoño; I-P: Invierno-primavera.

Además de la diversidad de cultivos hortícolas, los productores hacen un gran esfuerzo en mantener diversidad en los entornos y en las zonas no cultivadas. Cuentan con un vivero para la producción de plantas ornamentales y productivas, que se van transplantando por todo el predio a medida que lo consideran pertinente. Han participado en proyectos estatales para crear espacios de flora nativa (por ejemplo, PPR-MGAP). En este marco han implantado un monte de flora nativa en la zona baja del predio por donde atraviesa la aguada superficial (Figura 6).

La vegetación espontánea sólo se controla en los cuadros de cultivos y en los sectores transitados. En las zonas no cultivadas y no transitadas permiten que se desarrolle libremente, como lugares de refugio para la fauna. En el predio hay 3 sectores amplios con flora seminatural (Figura 6). En total el predio tiene un área de 3.4 ha de montes plantados y vegetación seminatural (considerando las zonas limítrofes no transitadas).

Como se muestra en la Figura 6, la vegetación en el predio se distribuye con distinta estructura, dando diferentes posibilidades de intervención. Por un lado, existen zonas del predio con flora arbórea desarrollada, con distintos estratos y que no amerita intervenciones (0.7 ha). Por otro lado, zonas que desarrollan parches de vegetación natural de la zona (pastizal, matorral o pajonal según topografía y niveles de humedad) que se dejan permanentemente por estar en una zona de difícil uso para la agricultura. También los productores han dejado zonas similares a las anteriores de forma permanente, pero han decidido mejorar agregando algunos árboles nativos o frutales (ej. Nogales) que aún son jóvenes (1.6 ha). Luego se muestra una tercera zona, que es semipermanente por las características de manejo y tránsito. Esta zona corresponde a líneas que separan cuadros de cultivo, márgenes y cuadros de cultivo sin utilizar, por lo tanto, muy cercano al objetivo (cultivos en producción), promoviendo la regulación biótica y el control biológico (1.1 ha). La zona sin colorear del mapa corresponde a cuadros de cultivos laboreados anualmente.

### Figura 6

*Zonas del predio con vegetación diferenciable*



*Nota.* Adaptado de Google Earth (2024).

### 5.2.3 Recursos de capital

El sistema posee poca infraestructura, sin embargo, cumple con las necesidades de almacenamiento de la mercadería y protección de la maquinaria. Cuenta con una casa antigua que ya no se utiliza como casa habitación, de aproximadamente 8mx3m (dos piezas), donde conservan el boniato, semillas y conservas para consumo de la familia durante el año. Tienen un alero donde se guarda el ajo, y también se utiliza como taller y resguardo de vehículos. Tienen un galpón grande de materiales livianos, techo de chapa y piso de tierra (aproximadamente 15mx15m) en buenas condiciones, donde guardan el tractor, algunos implementos, y los demás productos hortícolas (cebolla, papa y parte del zapallo).

Posee 15 bins para guardar y clasificar los productos. Parte de ellos se utilizan para almacenar parte del zapallo debajo del monte de la casa.

La caminería principal es de tosca, y está en buenas condiciones. Los caminos internos se mantienen empastados, y se mantienen utilizando chirquera.

Cuentan con un tractor Dong Feng 654 de 45 hp, que les permite realizar la mayoría de las actividades en el predio. Tiene herramientas clásicas de laboreo de suelos (Tabla 6). Para los laboreos primarios, una o dos veces al año, se contrata servicio de tractor y excéntrica de la zona.

**Tabla 6**

*Maquinaria y herramientas disponibles*

<b>Tractores, herramientas o equipos</b>	<b>Forma de tenencia o acceso</b>	<b>Características principales</b>
Tractor Ford 3000	Propio	-
Tractor Dong Feng 654	Propio	45 hp, comprado en 2016
Colmador	Propio	
Disquera	Propio	
Arados	Propio	1,2,3 y 4 rejas
Zorra	Propio	2000-3000 kg de carga
Rastra de pinchos	Propio	
Bomba eléctrica	Propio	1.5 hp
Bomba a nafta	Propio	6 hp
Elevador de bins	Propio	
Bins	Propio	15 unidades
Aspersores	Propio	27 punteros
Descoladora de cebolla	Compartida SFR	-

## 5.3 MANEJO GENERAL DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

### 5.3.1 Cultivos hortícolas

El sistema de producción hortícola se realiza por completo a campo. En total se ocupan 2.75 ha por año para cultivo comercial. La horticultura se realiza en su mayoría en secano. Los cultivos principales son: zapallo (1.25 ha), boniato (0.5 ha), cebolla (0.30 ha), ajo (0,20 ha) y papa (0.5 ha). Se realiza accesoriamente también el cultivo de espárragos (2000 m<sup>2</sup> aprox. distribuidos en distintos canteros y terrazas en el predio). A continuación, se describen aspectos

generales del manejo del suelo y nutrición, agua y sanidad, y posteriormente se detallan particularidades de las tecnologías de manejo de cada cultivo principal.

### **5.3.2 Manejo de suelos y nutrición de cultivos**

El uso del suelo se define en función de una secuencia de cultivos ideada por los productores. Esta secuencia no es una rotación definida, pero manejan criterios para definir secuencias en el mediano plazo (1 a 2 años), entre los cuales prima el no reiterar el mismo cultivo años consecutivos y el intercalar abonos verdes anuales. A este manejo con abonos verdes anuales lo precede el uso de praderas de alfalfa, que se fueron abandonando por dificultades en el manejo de la rotación y la cosecha de los fardos.

Se realiza laboreo convencional, que consiste en laboreo primario con excéntrica contratada (una o dos veces al año), laboreo secundario con disquera y cinceles propios, encanteradora en el caso de canteros y colmador en el caso de los caballetes. Los colmadores también son utilizados para realizar intervenciones mecánicas para el control de malezas durante el cultivo y otros manejos asociados a los cultivos como el aporque en la papa.

El aporte de materia orgánica y nutrientes se realiza por medio de la incorporación de compost y abonos verdes (AV). Anualmente se aportan en torno a 3.3 toneladas de compost por año al sistema de producción hortícola, lo que sumado al aporte por fijación biológica de N por las habas (AV), equivale a unos 70 kg de N, 6 kg de P y 6 kg de K que ingresan por año al predio y sería el aporte total de nutrientes al sistema. El compost generalmente se esparce sobre los canteros al momento de la instalación de los cultivos, principalmente ajo, cebolla, papa y zapallo.

### **5.3.3 Riego**

El agua almacenada se utiliza para regar los almácigos de boniato y cebolla en momentos críticos, regando con un tanque cargado en el tractor. Se riegan los cultivos en la huerta familiar. Puntualmente, los productores han regado cultivo de boniato o zapallo a la instalación utilizando sistema de aspersión, y prácticamente nunca se riega durante el cultivo.

### **5.3.4 Manejo de enfermedades, plagas y arvenses**

No se toman medidas directas o específicas para el control de enfermedades y plagas. No se realizan aplicaciones sistemáticas de productos fitosanitarios, ni se monitorean los cultivos con este fin. De cierta forma, consideran la prevención de ocurrencia de enfermedades y plagas al momento de instalación de los cultivos (marco de plantación y aireación del suelo), el manejo previo (rotación, solarización, abonos verdes), y los productores plantean que se guían fuertemente por el concepto de trofobiosis (Chaboussou, 1987) en su diario accionar, con lo cual plantean que si las plantas están en equilibrio, no sobrepasadas ni desequilibradas en su nutrición, serán menos propensas a ser afectadas por enfermedades o plagas.

De forma contraria al punto anterior, los productores realizan un gran esfuerzo para el control de arvenses, siendo mayormente mecánico. Dependiendo del cultivo y/o etapa fenológica, el control se hace con herramientas de tiro con el tractor o carpida con azada. Si bien las rotaciones y el uso de abonos verdes contribuirían a una reducción de la presión de

arvenses, en el manejo realizado esto no es jerarquizado, por lo cual las arvenses se desarrollan, cumplen su ciclo reproductivo y se propagan. En los almácigos de cebolla se realiza solarización.

### 5.3.5 *Poscosecha*

Luego de la cosecha de los diferentes cultivos, los productores conservan los productos en la infraestructura disponible, almacenando en bins (cebolla y zapallo), cajones (papa), a granel (boniato y ajo, Figura 7). Las actividades más importantes son el descolado de la cebolla (se dispone de una maquina grupal, pero se ha realizado a mano), limpieza (boniato, papa) para encajonar, orden general del galpón y clasificación de mercadería.

#### **Figura 7**

*Conservación de ajo a granel*



La clasificación se realiza según el canal comercial al que está destinado, y aquí se constata intermitencias en la calidad en la cosecha de los cultivos. Los canasteros se permiten algunas divergencias en el tamaño y forma de los productos, y COAPRUSA, requiere productos más estandarizados para el mercado convencional. Una inestabilidad común en la calidad se da especialmente en el calibre de la cebolla y el ajo, que como se describe más adelante en cada cultivo, puede explicarse por atrasos en la instalación y una subutilización del riego.

## **5.4 HORTICULTURA**

### 5.4.1 *Cultivo de boniato*

El cultivo de boniato es el más importante del predio en lo que refiere a volumen, pero además un importante sostén económico para la empresa, ya que es un cultivo con muy bajos costos de producción y muy buena venta durante un período prolongado del año. Este cultivo es aceptado por todas las vías de comercialización que los productores poseen, con muy buenos precios de venta.

Se cultivan 0.5 ha de boniato de las variedades Arapey, Cuarí y Beauregard al año. El material de propagación es mayormente propio, se seleccionan boniatos del año anterior de las diferentes variedades para la siembra del almácigo. Cada dos o tres años suelen comprar boniato semilla para renovar la propia.

Dependiendo del uso anterior del cuadro, se contrata excéntrica para realizar el laboreo primario. Luego se realiza el laboreo secundario y la construcción de surcos o caballetes con las herramientas propias.

El almácigo se realiza a fines de agosto bajo microtúnel, y el trasplante comienza a principios de noviembre. La fecha de trasplante en general se extiende hacia el verano, generalmente hasta mediados de diciembre, pero según los productores, algunos años han llegado a trasplantar en principios de enero (en este caso utilizando punta de guía). Esto se da porque la tarea es realizada únicamente con mano de obra familiar, que en primavera se encuentran con otras tareas prioritarias (cosecha de ajo, cebolla, siembra de zapallo, manejo y cosecha de la papa).

El trasplante se hace sobre caballetes, de 70 cm distancia entre los mismos, y los plantines se colocan en una fila por caballete a 17-20 cm de distancia, dando una densidad aproximada de 7 pl/m<sup>2</sup>. Se realiza un riego localizado al transplante.

El principal manejo después de que el cultivo está instalado es el aporque, importante para el control de malezas en etapa inicial del cultivo, además permite agrandar el surco y promover una mayor exploración de las raíces, y al roturar y oxigenar el suelo genera un aumento en la mineralización de la materia orgánica y en la disponibilidad de nutrientes del suelo. Luego de que el cultivo comenzó la etapa de crecimiento de guías ya no se realizan más intervenciones hasta la cosecha.

La cosecha se realiza entre los meses de marzo y abril, dependiendo de las fechas de trasplantes, la carga de trabajo y el clima del otoño. Se realiza invirtiendo el surco con arado de rejas lo que deja los boniatos al descubierto y luego los mismos se juntan y embolsan a mano. Según la carga de trabajo y las condiciones climáticas, los boniatos se dejan entre dos y cinco días en el campo, o se embolsan directamente luego de arrancados. El rendimiento comercial promedio en los tres últimos ejercicios tomados para este trabajo 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019 fue de 23250 kg/ha, oscilando entre 37000 kg/ha el primer año, 14000 kg/ha el segundo y 20000 kg/ha el tercero, mostrando gran variabilidad. El periodo de venta suele extenderse desde marzo a octubre/noviembre.

## Figura 8

*José Luis y el cultivo de Boniato*



### 5.4.2 Cultivo de zapallo

El zapallo es el cultivo que ocupa más área, 1.25 ha de un total de 2.75 ha cultivadas. Es un cultivo con muy poco manejo, y que genera ingresos durante buena parte del año por su buena conservación con bajos niveles de infraestructura.

Mayormente se utilizan semillas híbridas en kabutiá (Maravilla del mercado) y calabacín (Atlas). En menor escala se plantan variedades que son mantenidas por los productores (plato volador, Moranga, y criollo), estos también son utilizados como polinizador del kabutiá.

El laboreo comienza con excéntrica contratada alrededor de la primera semana de septiembre. Este laboreo se realiza en fajas de 2m, y se dejan 4 m sin laborear entre franjas. Estas zonas entre fajas se controlan con chirquera. Luego se realizan labores secundarias con disquera y cincel, y se procede a la instalación del cultivo.

La siembra de las semillas comerciales (híbridas) se realiza en almácigos, ya que tienen un alto costo, además posibilita una siembra más temprana dentro de la almaciguera. Las semillas de las otras variedades se siembran directamente en el cuadro de cultivo. El transplante o siembra se realiza en llano, a una fila por faja y 0.8 m de distancia entre planta aproximadamente, resultando en una densidad de 2100 pl/ha. Se trata de implantarlo a principios de noviembre, pero se constata por los productores que con frecuencia se retrasa llegando a realizar siembras hasta enero inclusive. Se realizan riegos puntuales desde transplante hasta que la plantas se establezca.

El manejo más importante es el control de arvenses en la entrefila. Cuando el cultivo está instalado y comienza a diferenciar las guías, se laborean las entrefilas con disquera para

controlar la vegetación y dar mayor superficie de arraigo para las guías de la planta. La cosecha se realiza entre los meses de marzo y mayo.

El rendimiento promedio en los últimos tres ejercicios fue de 11250 kg/ha. Dos años de aproximadamente 7500 kg/ha, y el tercer año llegó a los 25000 kg/ha. El periodo de venta suele extenderse desde marzo a octubre.

### **Figura 9**

*Cuadro de Zapallo (variedades)*



*Nota.* Aspersores instalados para riego puntual

**Figura 10**  
*Cuadro de Calabacín Athlas*



### 5.4.3 *Cultivo de papa*

Es un cultivo que se realiza de forma comercial hace relativamente poco tiempo (zafra 2017, 2018). Se realizan siembras de otoño y primavera, aproximadamente 0.25 ha en cada estación. El material de propagación es el convencional del cultivo de papa (vegetativo, tubérculos) aunque el productor está investigando otras formas de propagación (variedades de colores por semilla). La variedad Guaviyú es mantenida por el productor y la variedad Chieftain es de origen importado y se adquiere en la agropecuaria. La semilla utilizada en primavera proviene de la cosecha de otoño.

Se realiza laboreo convencional, primario contratado cuando es necesario y secundario con las herramientas propias. El cultivo se instala en caballetes, en una fila por caballete y a una distancia aproximada de 40 cm entre plantas, aproximadamente 3.5 pl/m<sup>2</sup>. La fecha de plantación en primavera ronda principios de setiembre, y la de otoño se realiza en la primera semana de marzo, antes de iniciar la cosecha del boniato y zapallo.

No se realizan manejos de protección sobre el cultivo. Durante el cultivo se realizan en general dos aporques. La cosecha se hace en enero y a fines de mayo-junio, utilizando arado de rejas para invertir el caballete. Posteriormente se embolsa a mano.

El rendimiento promedio en los últimos tres cultivos fue de 2400 kg/ha. Este rendimiento se compone en tres cuartas partes de Chieftan y una parte de Guaviyú, para este caso, no disponemos de datos de variabilidad. Los periodos de venta suelen extenderse desde enero a marzo y junio a octubre.

## Figura 11

*Cuadro de Papa de primavera (Diciembre 2017)*



### 5.4.4 *Policultivo de cebolla y ajo*

La cebolla y el ajo se realizan en policultivo, intercalando los canteros y en algunos canteros mezcla de ambas especies. En total ocupan 0.5 ha. Debido a que el ajo y la cebolla son productos con alta demanda por parte de la población y con escasa producción de forma orgánica, es un cultivo atractivo para canasteros y se obtiene buen precio. Además, genera importantes ingresos desde diciembre, momento en el que ya no se cuenta con ingresos de los cultivos del verano anterior.

El material de propagación tanto para ajo como para cebolla colorada se reproduce y mantiene dentro del predio. La variedad de ajo colorado es especialmente valorada. La semilla de la variedad de cebolla “Pantanoso del sauce” se compra a un productor de la zona.

La siembra de cebolla se realiza en el mes de abril, generalmente la primera quincena la colorada, y la segunda quincena la pantanoso. Se siembra en canteros solarizados para tener buen control de malezas y enfermedades de suelo. Los canteros solarizados están ubicados en el mismo cuadro que luego se implanta el cultivo, de forma intercalada. Este sistema posibilita que algunas cebollas se cultiven en siembra directa (se deja seguir el cultivo en el propio almácigo), y se cosechan plantines entresacando en el almácigo. Estos plantines son transplantados a caballetes entre los canteros solarizados. El transplante se realiza entre fines de julio y agosto la colorada, y entre agosto y setiembre la pantanoso. El transplante se realiza a una fila por caballete a 10-12 cm entre planta alcanzando una densidad estimada de 130.000 plantas/ha, en tanto en los canteros solarizados la densidad de plantas es mayor y variable dado que suele entresacarse los plantines de cebolla e intercalarse con ajos.

El ajo se planta en junio y julio en caballetes entre los canteros solarizados e intercalado con surcos de cebolla, y en los espacios que quedan entre las cebollas del almácigo (Figura 12). El ajo se planta a una fila por surco y a una distancia de 10-15 cm entre planta.

### **Figura 12**

#### *Policultivo de ajo y cebolla*



El sistema permite, gracias a la solarización, un menor gasto de energía y mano de obra para el control de arvenses (además de los otros efectos positivos de la solarización como disponibilizar nitrógeno al cultivo en crecimiento y la neutralización de agentes patógenos). Además, al hacer el almácigo de cebolla en el mismo cuadro de cultivo aliviana el trasplante porque un porcentaje grande de plantas quedan en su lugar final de cultivo desde el almácigo.

Durante el cultivo se realizan una cantidad importante de labores mecánicas tanto con carpidores con tractor como con azada a mano (entre 4 y 7) fundamentalmente en los caballetes que se ubican en los espacios no-solarizados para el control de arvenses durante todo el ciclo del cultivo.

La plaga principal son las hormigas cortadoras. Como manejo de protección, se utiliza la plantación de cultivos trampa en las puntas de los canteros (habas, acelgas, caléndulas). Se monitorean los ataques, y se buscan los hormigueros para exterminio. El segundo problema en importancia es la roya en el ajo (*Puccinia allii*) y *Peronóspora destructor* en cebolla, que varía su incidencia entre años, pero no se realizan medidas de control específicas.

El resultado productivo del sistema de policultivo en los últimos dos años fue de 6668 kg/ha de cebolla y 2362 kg/ha de ajo (se lleva el dato de área de cada cultivo a hectárea, teniendo en cuenta que el área se subdivide entre los dos cultivos en una frecuencia de 0.6 de cebolla y 0.4 de ajo, y el valor de producción comercial anual de cada uno en policultivo, 4000 kg + 945 kg respectivamente. Esto supone que la producción en monocultivo y policultivo son comparables). El periodo de venta suele extenderse desde enero a agosto.

#### **5.4.5 Cultivo de espárragos**

En las entrefilas de los montes de nogal, y también en el límite entre los cuadros 5 y 6, se realiza la producción de espárragos. Es un cultivo muy requerido, particularmente por los

canasteros, que genera un ingreso complementario al predio en un período del año en el que la venta de los demás productos hortícolas comienza a reducirse (agosto a diciembre).

Las plantas se mantienen y reproducen dentro del predio, lo que permite poco a poco ir extendiendo este cultivo perenne. La semilla se siembra en almacigueras, cuando adquiere un tamaño de 4 o 5 hojitas y un tallo del grosor de un lápiz son trasplantadas a los canteros. Las plantas se dejan crecer y desarrollarse durante los dos primeros años sin realizar cosechas con el fin de que reserven fotoasimilados. Al tercer año se comienza a cosechar un bajo volumen, y al cuarto año ya tienen una cosecha plena.

Se realizan en canteros altos, y el manejo principal es el agregado permanente de materia orgánica en forma de materiales toscos como restos de cosecha, paja, etc. que van colocando sobre los canteros.

Cada año en primavera, luego de generar tallos y hojas suficientes, el cultivo florece y da frutos con semillas viables que permiten su reproducción. De aquí los productores obtienen la semilla para seguir ampliando el cultivo.

La producción total del sistema fue de 20-30 atados por semana desde finales de agosto hasta principios de diciembre. Considerando que cada atado tiene 500 gr, venden en torno a 17.5 kg por semana, lo que en 14 semanas de venta, fueron 245 kg/año, 1 kg/m<sup>2</sup> aprox. (400 m lineales de cantero, 240 m<sup>2</sup> aprox.)

## 5.5 RESULTADOS GLOBALES DEL SISTEMA

Se presenta la estructura de costos del sistema de producción, para luego presentar los resultados económicos globales (estado de resultados).

**Tabla 7**

*Estructura de costos (ejercicio de referencia 2018)*

<b>Tipo</b>	<b>Concepto</b>	<b>Monto (\$)</b>
	Combustible-lubricante	50000
	Servicios contratados	69600
Costos en efectivo	Impuestos y aportes	79400
	Insumos agrícolas	66080
	Total efectivo	265080
	Depreciación	6200
Costos en no efectivo	Ficto Mano de obra	576000
	Total no efectivo	582200
Costos totales		847280

El producto bruto hortícola anual ronda los 592000\$ al año, explicado 41% por la producción de boniato, le sigue en importancia el zapallo, y finalmente papa, cebolla y ajo (Tabla 8). Luego de descontados los costos, el ingreso de capital (IK) es negativo, entorno a los -260.000\$ al año. Los costos son explicados en mayor medida por mano de obra ficta, combustible, servicios contratados, impuestos e insumos agrícolas.

**Tabla 8**  
Estado de resultados (ejercicio de referencia 2018)

Producto bruto (PB) en pesos uruguayos (\$)		Costos (\$)		
Hortícola <sup>1</sup>	Boniato	239.338	Efectivo	265080
	Papa	54.800	No efectivo <sup>2</sup>	582200
	Zapallo	177.750		
	Cebolla	58.000		
	Ajo	62.160		
PB TOTAL		592000 <sup>3</sup>	Costo total	847280
	IK e IKp <sup>4</sup>	PBT-CT		\$ -255280
Insumo/Producto		Costos efectivo/PB		0,45
		IK (\$-255280) + ficto familiar (\$576000) + ingreso extrapredial (\$115200)		\$ 435920
	INF			
		INF (\$435920) / Horas de trabajo (4600 h)		\$/h 95
	INF/h			

*Nota.* <sup>1</sup>No aparece producción de nueces porque los montes no están aún en etapa productiva. <sup>2</sup>El ficto de mano de obra es 125\$/hora (basado en costo de la mano de obra promedio de la zona). <sup>3</sup>Precios Mercado modelo 2018-2019 (detalle en por bimestre en Anexo B). <sup>4</sup>No se incurre en costos de arrendamiento.

Los resultados económicos pueden estar subestimados porque el precio utilizado para el cálculo, es el de la Unidad Agroalimentaria Metropolitana (UAM, 2024), por lo que puede estar modificando a la baja los valores de producto bruto, el precio al que accede el productor es en promedio un 25% mayor. Los precios fueron sacados de los valores mensuales para cada año de la UAM, ya que los registros del productor no eran consistentes. El precio de venta obtenido en los diferentes canales de comercialización estaba directamente relacionado al de la UAM. Se decidió utilizar estos valores, sabiendo que los resultados pueden estar subestimados, ya que los canales por lo general están por encima de estos valores.

## 6 DIAGNÓSTICO

El diagnóstico fue elaborado y discutido con los productores, utilizando el marco de diagnóstico MEDITAE para la profundización del enfoque agroecológico, y hacer énfasis en la promoción de los procesos socio-ecológicos que se dan en el sistema de producción familiar. Se utilizaron indicadores que son relevantes para cuantificar e identificar los problemas o cuellos de botella asociados a distintos aspectos del sistema.

### 6.1 CALCULO DE INDICADORES Y VALORACION GLOBAL POR PROCESO

#### 6.1.1 Proceso ecológico: Ciclo de nutrientes

El balance de nutrientes a nivel de los cuatro cultivos principales (Tabla 9) y a nivel global del sistema (Tabla 9), muestra déficit de los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio. Por lo que la tendencia en el mediano plazo sería a la reducción del stock de nutrientes del suelo. Los aportes de nutrientes son muy bajos en relación a la extracción de los cultivos. También al dejar de incluir alfalfa en la rotación (pradera perenne de leguminosa), y quedar exclusivamente con AV anuales (pasa de una frecuencia de leguminosas mayor a 0.3 en la rotación a menos de 0.1 con solo el abono verde de habas), se acentúa más el balance negativo en lo que refiere a nitrógeno ya que se pierde una fuente importante del nutriente por fijación biológica y aumenta la mineralización por la mayor intensidad de labores.

**Tabla 9**

*Balance de Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K) del sistema (kg totales como entrada y salida del sistema) y ponderado por el área realizada (expresado en kg/ha)*

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Área (ha)		N	P	K
Boniato	23350	0.5	Extracción (kg)	35	6	58
			Aporte (kg)	13	1	1
			Balance (kg)	-32	-5	-57
			Balance (kg/ha)	-64	-10	-114
Zapallo	10800	1.25	Extracción	14	3	20
			Aporte	13	3	3
			Balance	-1	0	-17
			Balance (kg/ha)	-0.8	0	-13.6
Papa	4800	0.5	Extracción	8	2	13
			Aporte	13	1	1
			Balance	5	-1	-12
			Balance (kg/ha)	10	-2	-24
Cebolla y ajo	10590	0.5	Extracción	11	2	11
			Aporte	13	1	1
			Balance	2	-1	-10
			Balance kg/ha)	4	-2	-20
TOTAL			Balance total sistema (kg)	-26	-7	-96

*Nota.* Basado en valores de extracción de Ciampitti y García (2007).

### 6.1.2 Proceso ecológico: Ciclo del Carbono

El balance anual de carbono calculado considerando los aportes de cada componente de la rotación preestablecida y la erogación de carbono por mineralización es de -1000 kg C/ha/año aproximadamente (Tabla 10). El balance de C estimado a partir de la ecuación ajustada por Alliaume et al. (2013), es de -600 kg C/ha/año. A pesar de las diferencias entre los métodos, en ambos casos resulta en un balance de C negativo, en suelos que ya tienen un deterioro, evidenciado por un nivel de C mineralizable actual respecto al original de 0,47. Esto evidencia que el suelo se encuentra actualmente degradado y el manejo actual continuaría profundizando este proceso de deterioro.

Este desgaste es una combinación entre los bajos aportes de compost (3,3 t/año en todo el predio), una frecuencia fluctuante de abonos verdes en la rotación que en muchas oportunidades no se logran con una buena cobertura de suelo (mala implantación) y una alta frecuencia e intensidad de laboreos (laboreo convencional + control mecánico de malezas = 12 intervenciones/cuadro/año).

**Tabla 10**  
*Balance de carbono de la rotación*

BALANCE DE CARBONO EN LA ROTACIÓN		C (kg/ha)
Salidas en tres años	Mineralización MOS MO: 3.63%, Dap: 1 g/cm <sup>3</sup> , mineralización anual: 3%.	-4300
Entradas en tres años	Abonos verdes Biomasa avena: 5 t/ha, %C: 45%, coeficiente de humificación: 0.3.	675
	Biomasa habas: 3.5 t/ha, %C: 42%, coeficiente de humificación: 0.2.	294
	Compost	3200 <sup>1</sup> kg MF, 61% MS, 32% C, coeficiente de humificación: 0.7.
Balance en tres años		<b>-3050</b>
Balance anual	Balance en tres años / 3	<b>-1020</b>

*Nota.* <sup>1</sup>3000 kg de compost comercial + 300 kg casero (ver Anexo C) – 100 kg pérdidas.

### 6.1.3 Proceso ecológico: Sucesión vegetal y regulación biótica

Los productores tienen en cuenta las relaciones bióticas que se dan a nivel de cultivos. Un ejemplo de esto es la utilización de policultivos, como el caso de ajo-cebolla, o como la incorporación de diversas variedades de un mismo cultivo como es el caso del zapallo y el boniato en los cuadros. Los productores manejan cinco cultivos principales en el área hortícola (2.75 has), y otros cultivos asociados como espárragos, habas y especies florales, además de la incorporación de abonos verdes a la secuencia de cultivo.

A pesar de que los rendimientos no son altos, ningún cultivo se pierde por razón de enfermedades y plagas, lo que hace pensar en buenos niveles de supresión de estos problemas a nivel del sistema. Se explica parcialmente por los esfuerzos de los productores por cumplir una rotación planificada para la no repetición de cultivos e incluir abonos verdes en la secuencia.

El predio también tiene una alta proporción de área de vegetación seminatural en relación a la cultivada (0.5 aprox.), y parte de esta importante área de flora de servicio es promovida con intención de diversificarla y aumentar su superficie, enriqueciendo con especies de interés ecológico. Si bien no comprobamos específicamente que esta diversidad vegetal brinde servicios a los cultivos, existen diversos trabajos que aportan a la existencia de estas interrelaciones, con efecto de la distinta vegetación en los grupos funcionales de artrópodos benéficos presentes (Scarlatto et al., 2023) y múltiples efectos positivos sobre otros procesos ecológicos.

La vegetación espontánea dentro de los cuadros de cultivo es un problema, ya que si bien representan una comunidad diversa (más de 20 especies distintas), existe una muy alta presión sobre la mano de obra para su control y exige a los productores físicamente.

#### **6.1.4 Proceso ecológico: Ciclo del agua**

Alta capacidad de retención de agua en tanques excavados de buena capacidad (2.360.000 litros) con entrada de agua por napa freática.

A pesar de esto, el riego es subutilizado para la producción. Se riega puntualmente el 18% del área cultivada al año (0,5 ha del total de 2,75 ha). El equipo disponible es de aspersión y se utiliza para el riego de los almácigos de cebolla y boniato. Puntualmente puede utilizarse en algún cultivo comercial, pero requiere más tiempo de mano de obra porque requiere trasladar las filas de aspersores, es menos eficiente en el uso del agua y favorece el crecimiento de malezas en los cuadros de cultivos.

La capacidad de retención o almacenaje de agua en el suelo es del 70% de la capacidad de almacenaje con niveles de materia orgánica similar al original para ese tipo de suelo.

#### **6.1.5 Proceso ecológico: Flujo de Energía**

Los rendimientos son bajos en relación a los rendimientos alcanzables en la zona (Tabla 11). Las razones de estos bajos rendimientos pueden ser múltiples, pero las que más podrían explicar esta situación están relacionadas al atraso en las fechas de instalación (Tabla 13), la subnutrición de los cultivos y la disponibilidad de agua, que influyen en la cobertura del suelo y el área fotosintéticamente activa de las plantadas cultivadas; factores que reducen el potencial de rendimiento durante el ciclo productivo.

En contraposición, si bien la situación varía entre años, la realización de abonos verdes en la rotación y la existencia de amplias zonas del predio con vegetación seminatural perenne genera una alta captación de energía solar.

**Tabla 11**

*Rendimiento de los cultivos principales y brecha de rendimiento respecto al alcanzable en la zona*

	Boniato	Zapallo	Papa	Cebolla	Ajo
Rend. alcanzable en la zona (kg/ha)	42200	35000	14000	15000*	6000
Rend. de cultivos (kg/ha)	23350	11250	2400	6700	2400
Brecha (kg/ha)	<b>18850</b>	<b>23750</b>	<b>11600</b>	<b>8300</b>	<b>3600</b>
Brecha (%)	<b>45%</b>	<b>68%</b>	<b>83%</b>	<b>55%</b>	<b>40%</b>

*Nota.* \*Dato de proyecto Laboreo Reducido CRS (Scarlatto et al., 2024)

No se pudo llegar a un balance energético, pero en base a la reconstrucción del manejo podemos destacar la dependencia que el sistema tiene de energía proveniente de combustibles fósiles para laboreo (es uno de los principales costos en efectivo), control de arvenses, transporte y carga, lo que podría disminuir la eficiencia de conversión energética en los procesos de producción.

Por otro lado, los productores insisten en extender el área de flora arbórea y parches seminaturales, lo que indirectamente aumenta la captación de energía y dará soporte a diversidad de cadenas tróficas que ayudarán a ciclar energía. También se hace un esfuerzo importante para compostar todos los restos de cosecha y desechos orgánicos dentro del predio para sumarlo a la nutrición de los cultivos (se incluye en el balance), sumando al objetivo anterior (Ver Anexo C).

### **6.1.6 Proceso ecológico: Socioeconómico y cultural**

En primer lugar, se denota una buena calidad de vida de la familia, con necesidades básicas satisfechas, buenas comodidades en el hogar y un entorno sano. A pesar de esto el INF/h se encuentra en un nivel bajo en relación al precio de la hora de trabajo en la zona (95 \$/h vs 125 \$/h), teniendo en cuenta también que más de la quinta parte del ingreso anual proviene de trabajo extrapredial.

Los costos en efectivo son bajos en relación a los costos totales (0,3) lo que indica una baja dependencia de insumos externos; aunque se constatan costos importantes en compost, nylon, semillas, y especialmente gasoil y nafta. Un componente central de los costos en no efectivo es la mano de obra, donde el sistema tiene alta dependencia de mano de obra propia, lo que se vincula con la falta de momentos de ocio y sobrecarga de trabajo en algunos momentos del año. Esto último explica en parte el retraso en tareas, como la instalación de cultivos en primavera.

En este sentido, la combinación de estos factores nos indica un nivel alto de autogestión de la familia, el sistema productivo podría sostenerse por cierto lapso de tiempo sin el ingreso de insumos externos sin modificar su estructura, por ejemplo, en momentos de crisis. La familia mantiene para todos los cultivos, alguna variedad criolla para la reproducción en el predio,

maneja cierta cantidad de compost casero y tiene las labores manuales agrícolas incorporadas por su larga experiencia.

La calidad de los canales de comercialización en relación con los precios obtenidos es buena, son en promedio un 10% más alto que el de la UAM (25% mayor en canasteros y 6% mayor COAPRUSA), de todas formas, es frecuente que algunas vías de comercialización sean inestables o falten al pago, esto ha pasado tanto con canasteros como con la cooperativa, situación que por momentos genera incertidumbre económica a la familia.

Desde un punto de vista de la interacción de la familia con el entorno social, la familia tiene relación con diversas organizaciones, tanto regionales como nacionales, promoviendo el trabajo cooperativo y en redes, con una perspectiva ecológica y de clase (promoción del productor familiar y del comercio justo). Este es otro factor que aporta a la estabilidad y/o confiabilidad del predio, ya que puede apoyarse en estas redes en momentos difíciles. Además, aporta en total aproximado de 35 toneladas/año de alimentos a la población y es un lugar de aprendizaje para muchas personas (ecoturismo, academia, visitas escolares, etc.) lo que evidencia un rol social muy importante en ambos sentidos.

## **6.2 PUNTOS CRÍTICOS Y ÁRBOL DE PROBLEMAS**

El diagnóstico desarrollado previamente fue sintetizado en una tabla de puntos críticos positivos y negativos asociados a cada proceso ecológico, como herramienta para presentar y discutir con los productores (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Puntos críticos positivos y negativos para la sostenibilidad del sistema, asociados a cada proceso ecológico*

<b>Proceso ecológico</b>	<b>Puntos críticos</b>
Ciclaje de nutrientes	Bajo aporte de nutrientes en relación a la demanda y extracción de los cultivos (-) Baja frecuencia de leguminosas en la rotación (-) Aporte de nutrientes de fuentes exclusivamente orgánicas (+)
Ciclaje de Carbono	Bajo contenido relativo de carbono de los suelos y balance anual de carbono negativo (-) Bajos aportes de enmiendas orgánicas (-) Alta frecuencia de intervenciones mecánicas (-) Fuentes diversas de Carbono (compost comercial y casero, abonos verdes, cultivos) (+)
Sucesión de plantas y regulación biótica	Alta presión de malezas que compite con cultivos y/o demanda mucho trabajo (-) Deficiente distribución y conexión de áreas de servicio (-) Infraestructura ecológica que ocupa un área importante del predio (+) Enfermedades y plagas poco relevantes (a excepción de hormiga cortadora) (+) Alta actividad biológica del suelo (+) Rotación planificada y con intenciones de incluir abonos verdes (+)
Ciclaje del agua	Riego subutilizado para la producción (-) Suelos con capacidad de retener agua reducida (-) Alta capacidad de captación y retención de agua en infraestructura (+)
Flujo de Energía	Rendimientos bajos en relación a alcanzables en la zona y para los recursos disponibles (-) Importante dependencia de combustibles fósiles para labores hortícolas (-) Captación extra de energía en momentos sin cultivo y áreas no cultivadas (+)
Socioeconómico cultural	Necesidades básicas satisfechas, hogar y entorno confortables (+) El trabajo en el predio se realiza exclusivamente con mano de obra familiar (+) Sobrecarga de trabajo en momentos puntuales del año (-) Baja dependencia de insumos externos (+) Buenos precios de venta en relación a precios de la UAM (+) Canales de comercialización inestables (-) Bajo Ingreso Neto Familiar por hora de trabajo (-) Participación activa en organizaciones con visión cooperativa y de redes (+) Amplio sistema de registros (+) Decisiones operativas y tácticas centralizadas en José Luis (-)

Posteriormente, se construyó un árbol de problemas a partir de las relaciones causa-efecto entre los puntos críticos negativos (Figura 13). En base a los indicadores calculados, se identificó que el predio tiene como problema principal, el bajo rendimiento de los cultivos principales y la inestabilidad en la calidad de los productos. Esto se basa especialmente en el deterioro de las propiedades fisicoquímicas del suelo, principalmente por el bajo aporte de

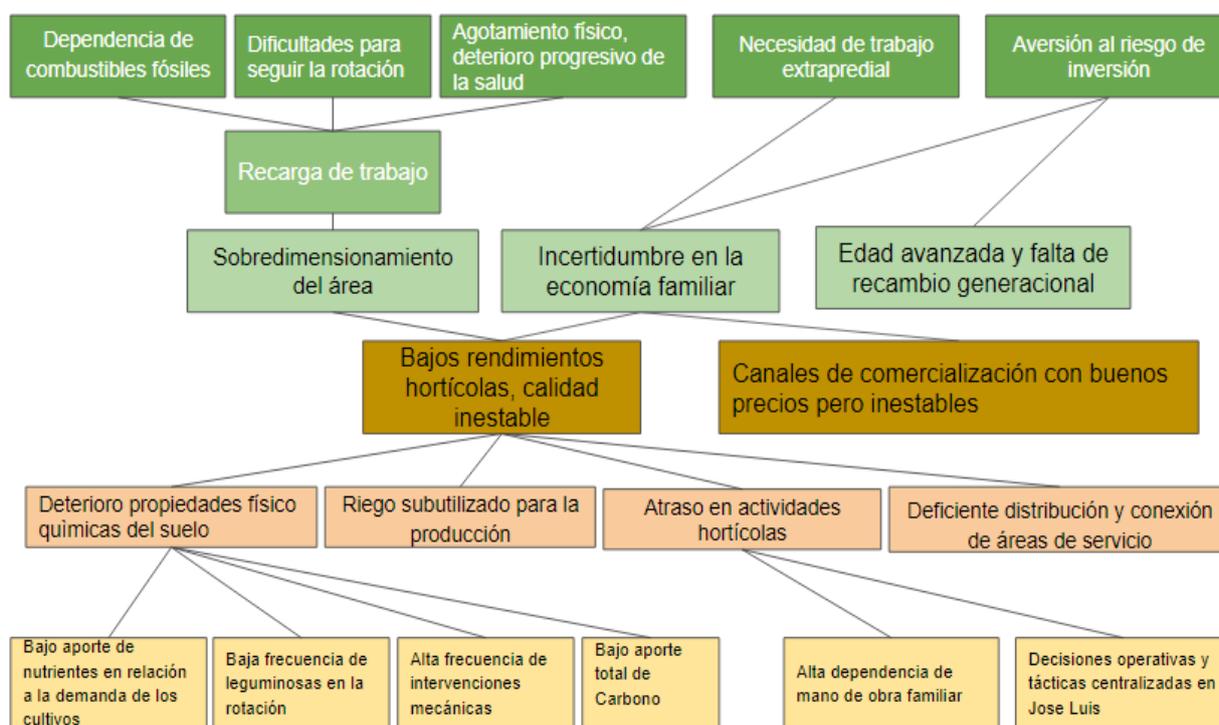
carbono y nutrientes, un elevado número de intervenciones mecánicas que incrementan la mineralización y una subutilización de los recursos hídricos.

También el bajo rendimiento se explica por un atraso en la fecha en la que se realizan algunas actividades hortícolas como la instalación de los cultivos, y también dificulta el seguimiento de sus planificaciones. Esto sucede en parte porque existe una recarga de trabajo sobre la mano de obra familiar por un probable sobredimensionamiento del área hortícola que se expresa como solución a ineficiencias del sistema. Esta recarga también causa agotamiento físico y deterioro progresivo de la salud.

Otro problema importante identificado es la inestabilidad de algunos canales de comercialización, ya que esto incide directamente en la economía de la familia. Lo explicado anteriormente se resume en la siguiente figura.

**Figura 13**

*Árbol de problemas basado en los puntos críticos negativos*



## **7 PROPUESTAS DE REDISEÑO**

### **7.1 FUNDAMENTACIÓN**

La propuesta buscó atacar las cuatro grandes causas del bajo rendimiento de los cultivos principales y la inestabilidad en la calidad de los productos identificada en la sección anterior. El problema asociado a canales comerciales no fue abordado en el presente trabajo, si bien se entiende que el disponer de mejor y más estable producción permitiría posicionarse de mejor manera ante los intermediarios u otros canales comerciales que se presenten como oportunidad.

Como centro de la propuesta, se buscó incidir en las causas del bajo rendimiento, focalizando en detener el deterioro de las propiedades físico-químicas del suelo, que se identifica como un problema complejo que es posible atacarlo desde las causas descritas en el árbol de problemas. Se explicitan y jerarquizan a continuación, los objetivos de la propuesta.

1. Aumentar los rendimientos de los cultivos, intentando estabilizar la calidad, en la mayoría de los casos bajando el área para realizar un mejor manejo y ajustando fechas de siembra, en otros casos planificando la implementación de riego.
2. Avanzar hacia un uso sustentable del recurso suelo, aumentando el contenido de C y nutrientes: incrementando aportes de enmiendas orgánicas, preservar por mayor tiempo del año la cobertura del suelo, y bajando la intensidad de laboreo para disminuir los niveles de mineralización de la materia orgánica.
3. Fomentar el uso de praderas de más de un año, ponderando no sólo beneficios biológicos/ecológicos, sino también de organización predial y disponibilidad de mano de obra (abonos verdes anuales requiere más tiempo de trabajo para su manejo).
4. Disminuir la abundancia de malezas para diezmar la competencia con el cultivo y la necesidad constante de control mecánico.

### **7.2 PROPUESTAS**

La estrategia de cambio generada tuvo como columna vertebral la redefinición del plan de producción y la planificación de una rotación de cultivos. Sobre esta planificación se integran recomendaciones más puntuales para atacar de forma completa los problemas identificados.

**Figura 14**

*Presentación de la propuesta del equipo a los productores*



### **7.2.1 Plan de producción, rotación y uso del suelo**

El plan de producción se redefinió, y se pasó de un área de cultivos hortícolas de 2,75 ha a 2,25 ha (Tabla 13). Se propuso una rotación de 6 años de duración, en los cuales habría 4 años con cultivos hortícolas y 2 años de una pradera corta, como se detalla en la Figura 15. Además, entre los cultivos hortícolas se propone la siembra de abonos verdes.

**Tabla 13**

*Plan de producción anual actual*

<b>Cultivo</b>	<b>Superficie actual (ha)</b>	<b>Prod. actual (kg)</b>	<b>Rend actual. (kg/ha)</b>	<b>Ciclos actuales</b>
Boniato	0.5	12.000		Almácigos fines de agosto. Trasplantes desde fines de noviembre y diciembre hasta enero, cosecha en marzo-abril
Ajo	0.2	945		Trasplantes sucesivos según disponibilidad de espacio. Desde fines de junio hasta mitad de julio
Cebolla	0.3	4000		Sucesivos trasplantes desde fines de julio y agosto “colorada”, agosto y setiembre “Pantanoso del Sauce”
Zapallos	1.25	13.500	11	Calabacín y Kabutiá híbrido setiembre-octubre según carga de trabajo Variedades de zapallo: siembras hasta enero
Papa primavera	0.5	650	2400	Principios de setiembre
Papa otoño		550		Principios de marzo (antes cosecha de zapallo y boniato)
Pradera	0	-		Alfalfa 3 años (discontinuada), abonos verdes avena y habas con coberturas irregulares

**Tabla 14***Plan de producción anual con ciclos ajustados de la propuesta*

<b>Cultivo</b>	<b>Superficie de la propuesta (ha)</b>	<b>la Prod. esperado (kg)</b>	<b>Rend. esperado (kg/ha)</b>	<b>Ciclos ajustados (propuesta)</b>
Boniato	0.5	12.500	25000	Trasplantes de 15 de octubre al 15 de noviembre trasplante estaca, diciembre punta de guía (Proyecto FPTA 288, Dogliotti et al., 2021)
Ajo	0.2	1000	5000	Siembras 15 de mayo al 15 de junio (mas temprano riesgo de roya y rebrote) No escalonar. Dogliotti et al. (1998).
Cebolla	0.3	6000	20000	Trasplantes del 15 de Julio al 10 de Agosto. (Proyecto FPTA 288, Dogliotti et al., 2021)
Zapallos	0.75	15.000	20000	Siembras y trasplantes 25 de octubre al 10 de noviembre (Sollier & Zaccari, 2002.)
Papa primavera	0.125	1500	12000	Siembras de 15 de agosto una parte con fin principal de producción de semilla (cortar el ciclo) y seguir follaje del resto del cultivo hasta calidad comercial
Papa otoño	0.125	1500	12000	Siembras 20 de enero (riego) al 10 de febrero, asegura planta formada temprano para escapar a phytoftora. (Basado en Informe proyecto CSIC VUSP2 aún sin publicar “Mejora de la sostenibilidad del cultivo de papa en sistemas de producción familiar de Canelones, resumen: Colnago & Vilaró, 2016)
Otros hortícolas	0.5	500*	1000	-
Pradera	Entre 1 y 1.5 ha. Todos los años se “rompen” 0.5 ha y se instalan 0.5 ha.	-	-	Sembrar pradera fines de agosto, principios de setiembre, también puede ser oportuno una siembra otoñal si el zapallo termina temprano por razones sanitarias o estratégicas

*Nota.* \*Estimación en kg de hortalizas cosechadas de cultivos variados con riego

**Figura 15**  
*Rotación propuesta*

AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3												AÑO 4												AÑO 5												AÑO 6																																																											
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																
Pradera corta												Papa primavera/Otros/ Solarización												moha y vicia												Ajo y cebolla												Papa otoño, otros												Abono verde invierno												Boniato												Abono verde invierno												Zapallo												Pradera corta											

Para implementar la rotación, los cuadros se agruparon en 6 bloques de aproximadamente 0,5 ha cada uno. La agrupación de los cuadros se presenta en la Figura 16 donde cada color corresponde a un bloque distinto. Los bloques mantienen el diseño actual de la sistematización del predio.

**Figura 16**  
*Bloques de rotación*



*Nota.* Adaptado de Google Earth (2021).

En función de los bloques definidos, la rotación establecida, y el uso previo, se planificó el uso del suelo para los próximos 6 años (Figura 17). Esto fue presentado en forma de tabla y en forma de mapas con el uso por estación para facilitar la interpretación por los productores y como herramienta para el manejo y seguimiento (Figuras 18).

**Figura 17**

*Rotación planificada por cuadro*

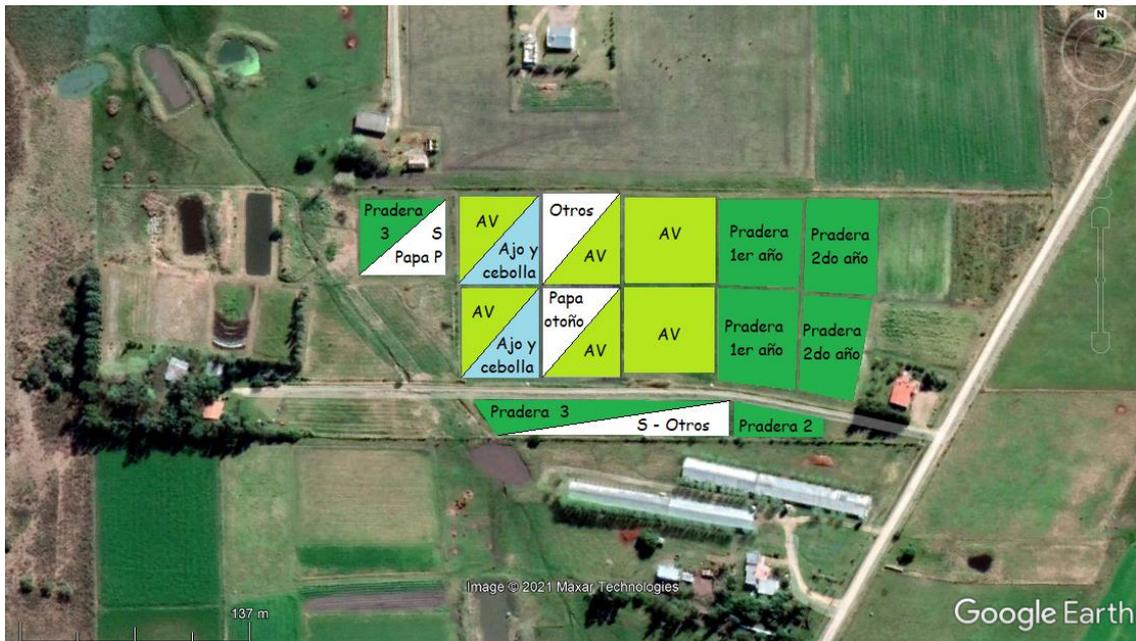
CUADRO	Área (m <sup>2</sup> )	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3																																																											
		Ene	Feb	Mar	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic																																																
1.1	2600	Pradera corta						Papa primavera/Otros/ Solarización						AV en donde estaba la papa						Ajo y cebolla						Papa otoño, otros						AVI						Boniato																																															
3	2450	Pradera corta												Ajo y cebolla												Papa otoño, otros												AVI												Boniato												AVI												Zapallo											
4.1	2550	AV en donde estaba la papa						Ajo y cebolla						Papa otoño, otros						AVI						Boniato						AVI						Zapallo																																															
4.2	2680	AV en donde estaba la papa												Ajo y cebolla												Papa otoño, otros												AVI												Boniato												AVI												Zapallo											
5.1	2580	Papa otoño, otros												AVI						Boniato						AVI						Zapallo						Pradera corta 2 años																																															
5.2	2575	Papa otoño, otros												AVI						Boniato						AVI						Zapallo						Pradera corta 2 años																																															
6.1	3000	Boniato						AVI						Zapallo						Pradera corta 2 años																																																																	
6.2	2860	Boniato						AVI						Zapallo						Pradera corta 2 años																																																																	
7.1	2670	Zapallo						Pradera corta 2 años												Papa primavera/Otros/ Solarización																																																																	
7.2	2640	Zapallo						Pradera corta 2 años												Papa primavera/Otros/ Solarización																																																																	
8.1	2380	Pradera corta												Papa primavera/Otros/ Solarización						moha y vicia						Ajo y cebolla																																																											
8.2	2535	Pradera corta												Papa primavera/Otros/ Solarización						moha y vicia						Ajo y cebolla																																																											
1.1	800	Pradera corta												Papa primavera/Otros/ Solarización						moha y vicia						Ajo y cebolla																																																											

CUADRO	Área (m <sup>2</sup> )	AÑO 4												AÑO 5												AÑO 6																							
		Ene	Feb	Mar	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic												
1.1	2600	Boniato						AVI						Zapallo						Pradera corta 2 años																													
3	2450	Boniato						AVI						Zapallo						Pradera corta 2 años																													
4.1	2550	Zapallo						Pradera corta 2 años												Papa primavera/Otros/ Solarización																													
4.2	2680	Zapallo						Pradera corta 2 años												Papa primavera/Otros/ Solarización																													
5.1	2580	Pradera corta 2 años												Papa primavera/Otros/ Solarización						AV en donde estaba la papa						Ajo y cebolla																							
5.2	2575	Pradera corta 2 años												Papa primavera/Otros/ Solarización						AV en donde estaba la papa						Ajo y cebolla																							
6.1	3000	Pradera corta 2 años						Papa primavera/Otros/ Solarización						AV en donde estaba la papa						Ajo y cebolla						Papa otoño, otros						AVI						Boniato											
6.2	2860	Pradera corta 2 años						Papa primavera/Otros/ Solarización						AV en donde estaba la papa						Ajo y cebolla						Papa otoño, otros						AVI						Boniato											
7.1	2670	PP/ O/S	AV en donde estaba la papa						Ajo y cebolla						Papa otoño, otros						AVI						Boniato						AVI						Zapallo										
7.2	2640	O/S	AV en donde estaba la papa						Ajo y cebolla						Papa otoño, otros						AVI						Boniato						AVI						Zapallo										
8.1	2380	Papa otoño, otros												AVI						Boniato						AVI						Zapallo						Pradera corta 2 años											
8.2	2535	Papa otoño, otros												AVI						Boniato						AVI						Zapallo						Pradera corta 2 años											
1.1	800	Papa otoño, otros												AVI						Boniato						AVI						Zapallo						Pradera corta 2 años											

**Figura 18**

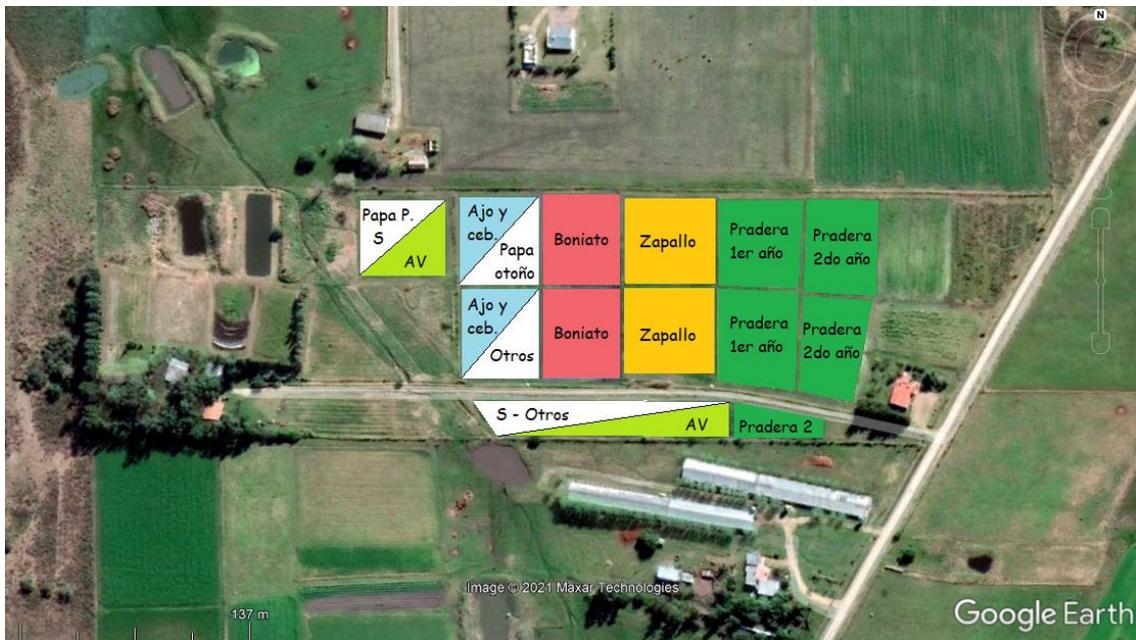
*Uso del suelo. Otoño/invierno AÑO 1*



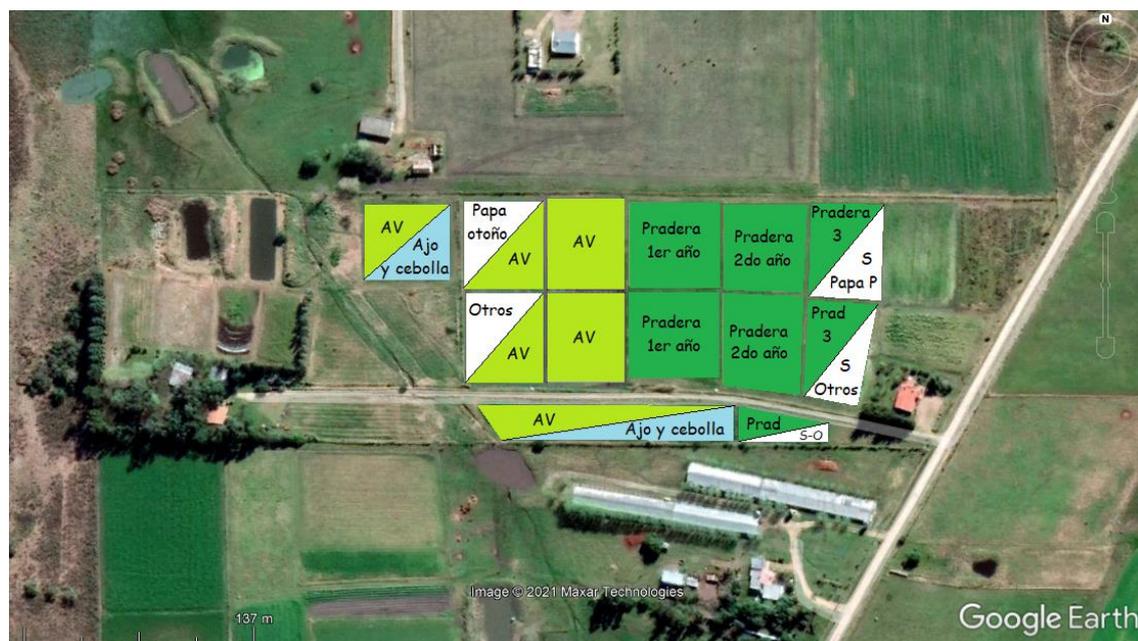
*Nota.* Cuadros con triángulos de distinto color indican dos usos del suelo distintos en el año en esa área. Adaptado de Google Earth (2021).

**Figura 19**

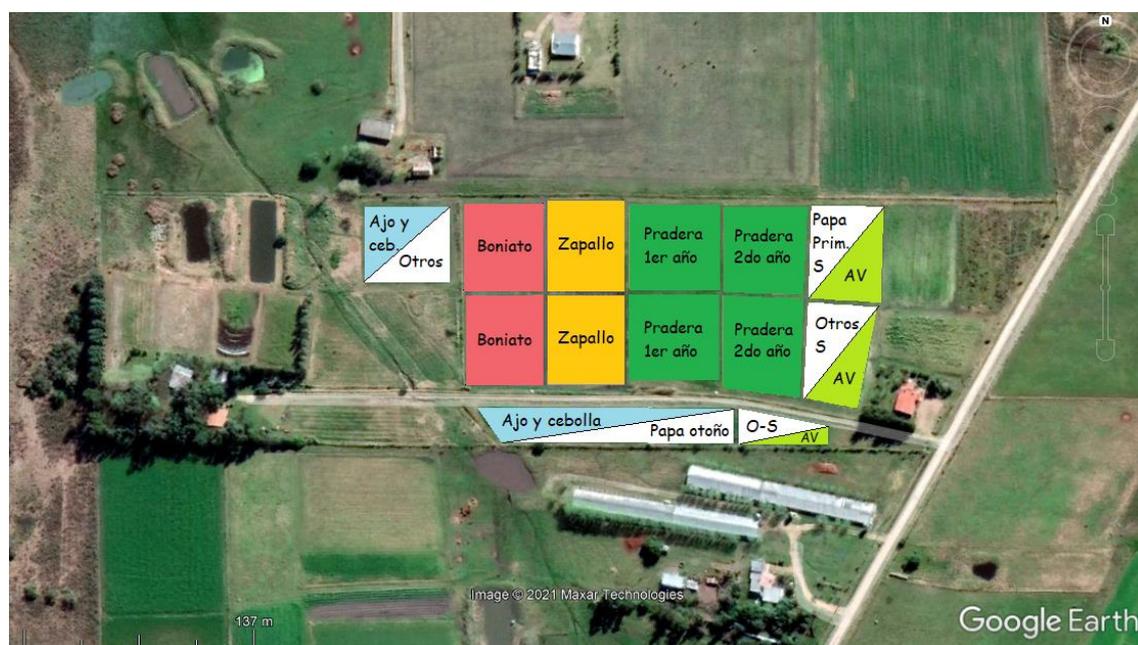
*Uso del suelo - Primavera/verano AÑO 1*



*Nota.* Adaptado de Google Earth (2021).

**Figura 20***Uso del suelo - Otoño/invierno AÑO 2*

*Nota.* Adaptado de Google Earth (2021).

**Figura 21***Uso del suelo - Primavera/verano AÑO 2*

*Nota.* Adaptado de Google Earth (2021).

La propuesta de rotación intentó no modificar los patrones de cultivo y arreglo de sistematización que los productores ya venían utilizando, respetando el esfuerzo realizado, que tiempo a esta parte se viene llevando a cabo. Se reagruparon los cuadros en bloques y se destinó un tiempo prudencial de la secuencia para la conservación del suelo.

La oportunidad de avanzar al uso sistemático de praderas cortas fue un punto medio, entre el anterior manejo que integraba la alfalfa, y el actual que solo integra abonos verdes.

Como resultado de la propuesta antes desarrollada se esperan varios impactos positivos, que responden a los objetivos planteados:

- Menor intervención sobre el suelo para instalación de abonos verdes (menos costo de combustible y servicio de maquinaria pesada)
- Descanso más prolongado del suelo, permitiendo el establecimiento de la biodiversidad macro y micro, permitiendo una mayor regulación biótica y ciclaje de la materia orgánica
- Mayor competencia con malezas anuales (corte con chirquera antes de semillazón y rebrote de la pradera)
- Mayor tiempo de cobertura del suelo, disminuyendo la erosión y esterilización por radiación UV.
- Mayores márgenes de tiempo para tomar decisiones y asignar tareas. (vs Abono verde que tiene un tiempo exacto de cosecha y puede volverse un problema)
- Mayor fijación de C por gran producción de materia seca y menor mineralización
- Fijación biológica de nitrógeno con la inclusión de leguminosas

### **7.2.2 Manejo de enmiendas orgánicas: incremento de carbono y nutrición de cultivos**

Si bien la rotación que incluye praderas con leguminosas realiza un aporte extra al anterior a la propuesta, sigue siendo insuficiente para poder equilibrar la extracción de nutrientes que hacen los cultivos, y aún más cuando tenemos en cuenta que se proponen rendimientos objetivo más altos que los anteriores, esto vuelve de suma importancia incluir a la rotación los aportes que pueden brindar las enmiendas orgánicas (compost/cama de pollo) que se realizarán a lo largo de los años de uso hortícola.

Se calcularon de forma estimada, el balance de carbono y los balances de nutrientes (para los 3 macronutrientes) para la rotación propuesta.

A continuación, se muestran dos opciones de incorporación de enmiendas, tanto de compost (opción 1) como de cama de pollo (opción 2), en dos tablas por separado para valorar virtudes de cada posibilidad, el volumen de la enmienda incluida en el balance, es el que logra cubrir la demanda de potasio (nutriente limitante para este sistema).

En la tabla 15 se muestra el balance de carbono de la rotación, como se puede ver el aporte de compost al ser un gran volumen y con alto valor de C e IH, hace muy positivo el incremento.

**Tabla 15***Balance de Carbono del sistema (opción 1)*

<b>BALANCE ANUAL DE CARBONO ROTACIÓN</b>		<b>C (kg/ha)</b>
Mineralización suelo	Suelo (3.63% MO, 1Dap)	-2420
Abonos verdes C4 (Kg)	0.5 ha Moha (5 Mg/ha, Rel C/N-40/1,45% C, IH - 0.3)	338
	1 ha Trigo+Vicia (4Mg/ha, Rel C/N-20/1, 40% C, IH: 0.2)	320
Pasturas C (Kg)	1.25 Festuca+Trébol rojo (8 Mg/ha, 45% C, IH - 0.3)	1350
Compost C (kg)	30000 kg MF (61% MS, 30% C)	5490
<b>BALANCE</b>		<b>+5078</b>

**Tabla 16***Balance de Carbono del sistema (opción 2)*

<b>BALANCE DE CARBONO ROTACIÓN</b>		<b>C (kg/ha)</b>
Mineralización suelo	Suelo (3.63% MO, 1Dap)	-2420
Abonos verdes C (Kg)	0.5 ha Moha (5 Mg/ha, Rel. C/N-40/1,45% C, IH - 0.3)	338
	1 ha Trigo + Vicia (4Mg/ha, Rel. C/N-20/1, 40% C, IH: 0.2)	320
Pasturas C (Kg)	1.25 Festuca + Trébol rojo (8 Mg/ha, 45% C, IH - 0.3)	1350
Cama de pollo C (kg)	3000 kg MF (70% MS, 24% C)	600
<b>BALANCE</b>		<b>+180</b>

Es interesante mencionar que cuanto más positivos sean estos balances, la recuperación del suelo será mayor y se tardará menos tiempo en volver a un estado parecido al original en lo que a C se refiere. Esto significa una regeneración profunda de las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Para los cálculos de nutrientes se consideraron la composición de los diferentes productos de acuerdo con la tabla de Ciampitti y García (2007) y los rendimientos objetivo, presentados en la tabla 17. Para el aporte de N de la pastura por fijación biológica de nitrógeno (FBN) se consideró una producción promedio anual de 5 toneladas de MS de leguminosa y 25 kg de N/tonelada de MS. La composición del compost se tomó del trabajo de Biovalor (61% MS, 1,4% N, 0.3% P, 0.3% K), y de la cama de pollo análisis de CRS 2019 (70% MS, 1,89 %N, 1,6%P, 2,2% K).

**Tabla 17**  
*Balance de nutrientes del sistema (opción 1)*

	Superficie (ha)	N (kg)	P (kg)	K (kg)	Rend. Objetivo (kg/ha)
Extracción de nutrientes					
Boniato	0.5	37.5	6.25	62.5	25000
Ajo y cebolla	0.5	11.25	1.8	10.8	90001
Zapallo	0.5	11.25	2.25	16.8	12500
Papa	0.25	10.5	2.1	16.2	12000
<b>Total extracción</b>		<b>70.5</b>	<b>12.4</b>	<b>106</b>	<b>-</b>
Aporte de nutrientes					
Pastura c/leguminosa	1.25	125			
Compost	30 toneladas	320	64	106	
<b>Total aporte</b>		<b>4452</b>	<b>642</b>	<b>106</b>	
<b>BALANCE</b>		<b>375</b>	<b>52</b>	<b>0</b>	
Balance Kg/ha/año		188	26	0	

*Nota.* <sup>1</sup>Rendimiento estimado en policultivo (diferente a estimación esperada en monocultivo que se señala en la anterior tabla). <sup>2</sup>Es el aporte total de nutrientes. Pero en realidad la liberación de esos nutrientes es progresiva y durante varios años, porque depende de la actividad biológica (mineralización). De forma estimada, el primer año se libera un 50% de estos nutrientes.

**Tabla 18**  
*Balance de nutrientes del sistema (opción 2)*

	Superficie (ha)	N (kg)	P (kg)	K (kg)
Extracción de nutrientes				
Total extracción		70.5	12.4	106
Aporte de nutrientes				
Pastura c/leguminosa	1.25	125	-	-
Cama de pollo	3 toneladas	29	23	106
Total aporte		154 <sup>1</sup>	23 <sup>1</sup>	106
BALANCE		83.5	10.6	0
Balance Kg/ha/año		42	5.3	0

*Nota.* <sup>1</sup>Es el aporte total de nutrientes. Pero en realidad la liberación de esos nutrientes es progresiva y durante varios años, porque depende de la actividad biológica (mineralización). De forma estimada, el primer año se libera un 50% de estos nutrientes.

La recomendación de cama de pollo se vuelve de consideración, ya que, con un menor volumen de aporte (3 t), se consigue equilibrar la extracción de los cultivos, en especial de K, que se vuelve limitante por la alta necesidad de estos cultivos. Esto no implica que no puedan utilizarse las dos fuentes, ya que el compost hace un gran aporte de carbono, micronutrientes y diversa microbiología.

Una excelente medida sería mantener el aporte actual de compost (3.2 t) para toda el área hortícola, sin la presión de que sea obligatorio año a año, e implementar a su vez la opción 2 con el objetivo específico de equilibrar el balance de macronutrientes.

### **7.2.3 Mejorar eficiencia de uso del agua para riego**

A modo de introducir la propuesta para futuros ejercicios, se plantea la posibilidad de utilizar riego, ya que las fuentes de agua disponibles en el predio podrían alcanzar para aportar el agua necesaria en etapas críticas de los cultivos. Los tanques y los sistemas de distribución (cañería, goteros y aspersores) ya están disponibles en el predio.

**Tabla 19**  
*Estimación de requerimientos de agua de riego<sup>1</sup>*

	Superficie	Sin considerar lluvias		Considerando que la lluvia aporta 30% agua total	
		100% demanda (m <sup>3</sup> )	100 % períodos críticos (m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>	100% demanda (m <sup>3</sup> )	100% críticos (m <sup>3</sup> )
Cultivos					
Papa primavera y otoño	0.25 ha	963	600	674	419
Calabacín y kabutiá	0.5 ha	2379	1141	1665	798
Boniato	0.5 ha	2618	1250	1832	875
Cebolla y ajo	0.5 ha	1095	570	766	399
<b>Total</b>	<b>1.75 ha</b>	<b>7054</b>	<b>3560</b>	<b>4938</b>	<b>2492</b>

*Nota.* <sup>1</sup>Estimación de requerimientos con el método de FAO (Allen, 2006) con datos diarios de ET<sub>0</sub> de INIA Las Brujas y Kc para cada etapa de cultivo. <sup>2</sup>Períodos críticos considerados para cada cultivo: papa primavera de noviembre-diciembre en el llenado de tubérculos, papa de otoño en febrero-marzo a la instalación, calabacín y kabutiá diciembre-enero en floración y cuajado, boniato en diciembre diferenciación de raíces, en febrero llenado, cebolla y ajo en noviembre-diciembre al llenado de bulbos.

***Disponibilidad en tanques excavados → ± 2400 m<sup>3</sup>***

*Es un volumen suficiente para cubrir 100% del agua de la propuesta en momentos críticos (2492 m<sup>3</sup>). Considerando que el agua aportada por la lluvia es igual o mayor a 30% de la demanda.*

Sería interesante para lograr una mayor estabilidad en la calidad y lograr asegurar producción, que el aumento progresivo en el área regada se pueda ordenar jerarquizando de la siguiente forma:

- 1) Cultivos que necesitan si o si riego (cultivos de hoja, solanáceas, realizadas en huerta familiar o valorar aumento de canasta de productos).
- 2) Cultivos que no se logran bien, que suelen sufrir períodos de déficit hídrico y aprovechan muy bien el agua como calabacín y papa (alcanza para regarlos a 100% demanda).
- 3) Cultivos fundamentales desde un punto de vista de volumen y comercialización (kabutiá, boniato)
- 4) Cultivos con necesidades puntuales (ajo, cebolla, espárragos, perennes)

Esto es importante ya que hay que considerar que el costo del avance en área regada sea bien aprovechado por los cultivos blanco. Además, incrementaría el tiempo de mano de obra necesaria para instalación y manejo del riego.

#### 7.2.4 Impacto económico de la propuesta

**Tabla 20**

*Impacto económico de la propuesta*

		Antes de la propuesta	Después de la propuesta	Costos (pesos uruguayos)	
Actividad hortícola <sup>1</sup>	PB Boniato	239.338	285.000	Efectivo	265.080
	Papa	54.800	90.000	No efectivo <sup>2</sup>	582.200
	Zapallo	177.750	197.500	COSTO TOTAL (\$)	847.280
	Cebolla	58.000	65.250		
	Ajo	62.160	62.160	Incremental ↓	
PB TOTAL (\$)		<b>592.000</b>	<b>700.000</b>	+108.000	
IK e IKp <sup>3</sup> (\$)		<b>-255.280</b>	<b>-147.280<sup>5</sup></b>	Este incremental proviene de mejores rendimientos en algunos cultivos y mejoras en la venta por calidad y conservación pos-cosecha	
INF (\$)		<b>437000</b>	<b>545000</b>		
INF/h (\$/h)		<b>95</b>	<b>120</b>	<b>+25</b>	

*Nota.* <sup>1</sup>No aparece producción de nueces porque los montes no están aún en etapa productiva. <sup>2</sup>El ficto de mano de obra es 125\$/hora (basado en ingreso promedio de la zona). <sup>3</sup>No se incurre en costos de arrendamiento. <sup>4</sup>Precios Mercado modelo 2018-2019 para situación actual y también propuestas, los resultados pueden estar subestimados porque el canal real de venta maneja precios mayores. <sup>5</sup>Mantengo costos de mano de obra estables, ya que se baja la carga en los cultivos, pero incrementa por actividades ligadas al aumento de la producción (tareas menos pesadas como por ejemplo el descolado de cebolla, pero aproximadamente llevarán el mismo tiempo). No se incurre en costo en ajuste de nutrición (acceso gratuito a cama de pollo).

En una evaluación conservadora de la propuesta, la misma permitiría incrementar el ingreso de la familia, valorándose en 25 \$/hora, en base al incremento en el rendimiento en ciertos cultivos, y mejorando la calidad pos-cosecha y uniformidad, alargando el período de venta a momentos del año con mayores valores del producto.

## 8 REFLEXIONES FINALES DEL TRABAJO

El objetivo del trabajo fue aportar a la construcción de una metodología de diagnóstico con el propósito de entender de mejor manera los sistemas agroecológicos, abordándolos desde un proyecto predial con un enfoque sistémico, basándonos en conceptualizaciones de la Agroecología y la Producción Familiar, utilizando la coinnovación como guía metodológica.

### 8.1 CONTRIBUCION DEL TRABAJO AL PREDIO EN ESTUDIO

A través de la caracterización y diagnóstico, discutida paso a paso con los productores, se intentó cumplir con el objetivo central del proyecto predial, que fue aportar al entendimiento del funcionamiento actual del sistema y generar propuestas para mejorar su desempeño, teniendo como expectativa central, una mayor calidad de vida de las personas que lo llevan adelante y lo habitan día a día. Para esto fue central recoger las necesidades e inquietudes de los productores, y partir de ellas para desarrollar y discutir las propuestas técnicas.

En la fase de diagnóstico se identificó que los problemas principales del predio se relacionaban a los procesos ecológicos de ciclaje de carbono y nutrientes (pérdida de materia orgánica y stock de nutrientes del suelo), flujo de energía (baja cobertura de suelo al año y bajos rendimientos de cultivos), y algunos aspectos vinculados al proceso socio-económico (fundamentalmente vinculado a los ingresos familiares y la dependencia de pocos y fluctuantes canales comerciales). Algunos de estos aspectos, como los bajos ingresos familiares, la baja productividad laboral, los bajos rendimientos y los bajos contenidos de materia orgánica de los suelos, son similares a los problemas encontrados en proyectos anteriores de co-innovación en sistemas hortícolas en Uruguay (Colnago et al., 2023; Dogliotti et al., 2014). Por el contrario, mientras que la mayoría de los sistemas hortícolas tienen balances positivos de nutrientes (Scarlatto et al., 2022), en este predio el balance de nutrientes fue negativo; y también, mientras en general existe una demanda insatisfecha de productos orgánicos u agroecológicos (Groot Kormelinck et al., 2019), existían limitantes en los canales comerciales.

La estrategia de rediseño se centró en la organización espacio-temporal de cultivos, en la medida que es el elemento clave que permite ordenar, asignar tiempo, espacio y recursos a cada actividad. Como identificaron Dogliotti et al. (2014) y Colnago et al. (2023), cuando la superficie cultivada es demasiado grande para la disponibilidad de mano de obra, se producen desfases en la gestión y ejecución de actividades, ocasionando pérdidas de rendimiento, que reducen la productividad de la mano de obra, bajan la eficiencia en el uso de los recursos productivos y aumentan los costos de producción por unidad de producto. Más aun, generan sobrecarga en los trabajadores que puede conducir a problemas de salud e insatisfacción. Por esta razón, la propuesta tuvo como objetivo principal, reducir la presión sobre la mano de obra familiar, y aumentar o en algunos casos mantener el volumen cosechado total, disminuyendo la superficie hortícola. A su vez, la propuesta generada permite destinar mayor área para vegetación espontánea y/o cultivada semipermanente, promoviendo la conservación de la biodiversidad y su funcionalidad (Stupino et al., 2020), lo cual es algo valorado y buscado por los productores.

Por otro lado, la propuesta procuró concientizar sobre algunos puntos clave de manejo que no estaban siendo del todo contemplados por los productores, por ejemplo, el balance

negativo de carbono y nutrientes de suelo que existía, que cuestionaba fuertemente la sostenibilidad del sistema. También se problematizó sobre los canales de comercialización, poniendo sobre la mesa que es un verdadero cuello de botella en la medida que su deficiente funcionamiento hace inestable la economía familiar, no permite la planificación y desvaloriza los productos y el trabajo de la familia. De hecho, estas discusiones potenciaron nuevas iniciativas, como el manejo de redes sociales o el explorar alternativas comerciales por otros integrantes de la familia, que no quedaron explicitadas en la propuesta del proyecto predial, pero que son fruto de este intercambio.

Mucho de las ideas plasmadas en la estrategia de rediseño provienen de los aportes e ideas de los productores. Por ejemplo, aportando su conocimiento sobre manejos que se probaron y no se continuaron, estrategias que ya se hacían en el predio y simplemente se ajustaron para optimizarlas, y otros manejos provenientes de la experiencia anterior en otros proyectos. Además de la reconstrucción de datos y el relevamiento directo de información de campo, se invirtió mucha energía y tiempo en las entrevistas e intercambios con los productores, que fueron muy valiosas para entender sus ideas y las razones de su accionar, a la vez poder aportar desde el equipo de trabajo los avances y discusiones del proceso. Por esta razón las propuestas finales están permeadas por esa interacción.

## **8.2 CONTRIBUCION DEL TRABAJO A LA GENERACIÓN DE HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍA**

Si bien para el trabajo se utilizó la metodología de coinnovación (Dogliotti et al., 2014), y se tuvo el marco Mesmis (Maser et al., 1999) como ejemplo de marco diagnóstico, el nuevo marco desarrollado y utilizado propone un cambio de foco que potencie la creatividad y agudice la mirada desde la agroecología, tanto en el “¿que medir?” y en el “¿cómo medir?”, y explícitamente vinculándolo al por qué de dichas mediciones. Enriqueciendo la discusión, sacándola del concepto rígido de sustentabilidad, buscando propósitos específicos y promoviendo procesos que sean de valor para la familia.

La construcción de indicadores como resultado de la discusión de los procesos ecológicos que sostienen los sistemas de producción, se desarrolló de forma grupal y en conjunto con tutores, lo que fue una discusión teórica sumamente enriquecedora. Se pusieron sobre la mesa indicadores muy interesantes, algunos pudieron analizarse y aportaron mucha información sobre la situación del sistema, pero otros indicadores dentro de los tópicos discutidos no se pudieron analizar en profundidad y quizás hubieran aportado a visibilizar problemáticas sociales y de género dentro de los predios como “participación en la toma de decisiones” y a valorar el rol social de los sistemas de producción intensiva como por ejemplo “personas potencialmente alimentadas” esto visualiza el impacto relativo de cada predio en el sistema alimentario.

También en un inicio fuimos ambiciosos en lo relativo al análisis de “diversidad”, vinculado al proceso de sucesión y regulación biótica. En este tema había mucho para analizar y discutir, ya que es fundamental para entender aún más las relaciones ecológicas que se dan dentro de los límites del sistema y con el entorno, y es un pilar del manejo agroecológico (Altieri y Nicholls, 2016). En este trabajo no fue posible medir y analizar los indicadores específicos que habíamos pensado como fundamentales por falta de tiempo (pandemia de

covid-19 en Uruguay), presupuesto y conocimiento científico metodológico para realizarlo. Es así que logramos un diagnóstico, pero con información general del sistema. Identificamos que faltan muchas herramientas de medición y expertiz en indicadores relacionados a vegetación y diversidad entomológica y cómo los mismos se relacionan con el funcionamiento del sistema y los resultados de los cultivos, como ser los indicadores de “Diversidad vegetal funcional en espacios de vegetación semipermanente”, “Diversidad entomológica en cultivos y espacios de vegetación semipermanente” y “N° de grupos funcionales presentes en la vegetación asociada”, entre otros. Es sumamente necesario avanzar en estos conocimientos para generar herramientas concretas que permitan diagnosticar, diseñar y evaluar la infraestructura ecológica, y también visualizando y jerarquizando la importancia de los predios familiares en la conservación de la agrobiodiversidad y el paisaje rural.

También identificamos dificultades en el análisis de indicadores vinculados al flujo energético del sistema, como ser el balance de energía (Pimentel & Pimentel, 1990) y el balance agroecológico de energía (Cerdá et al., 2015; Sarandón & Flores, 2014), ya que demanda información muy detallada y precisa para poder concluir de forma certera sobre los mismos. También interrogantes metodológicas por la poca experiencia a nivel nacional, así como el significado o interpretación de lo que uno está analizando con los mismos. Por ejemplo, ¿cuál sería el límite o la referencia para valorar determinado gasto energético? ¿Es posible cuestionar el uso de combustibles fósiles al incluirlos en la ecuación de eficiencia energética? ¿Cuál sería el mejor método para contabilizarlo, teniendo en cuenta que la maquinaria “aporta energía” al mejorar la eficiencia del trabajo? ¿Cómo medir la entrada de energía?

Vinculado a los procesos de ciclaje de nutrientes y carbono, hubo mayor respaldo teórico y de recursos para medir y entender la situación, y existen antecedentes y experiencias nacionales que respaldaron el trabajo. Es a destacar el valor de medir comparativamente “actividad microbiológica del suelo” en diferentes predios. Se podría aportar quizás más información valiosa para estos indicadores si se lograra trabajar específicamente las fuentes de nutrientes y carbono y su impacto sobre la situación de suelo específica. Se asumieron una serie de supuestos (coeficientes de humificación, porcentajes de mineralización del suelo, etc.) los cuales podrían no ser del todo ciertos para las condiciones existentes en los sistemas hortícolas, y se requiere más investigación nacional en estas condiciones reales de producción. No tenemos información completa sobre la calidad de las fuentes disponibles (metales pesados, sustancias tóxicas/hormonales, etc.), ni tampoco sobre cómo utilizar otras fuentes, valorizando otros subproductos de industrias y como aportarles valor dentro del predio, por ejemplo. Lo mismo sucede con el uso de abonos verdes, no aportamos información específica sobre disponibilidad de semillas y soluciones económicas para obtenerlas, todavía faltan estudios específicos más allá de las opciones más utilizadas.

Sobre el proceso ecológico relacionado al ciclo del agua, nos encontramos que los indicadores son fáciles de medir, pero deberíamos ser más específicos con las propuestas, las especificidades técnicas de los equipos de riego, los beneficios económicos que traerán y sobre todo como afectan los mismos en otros procesos ecológicos, se deben incorporar indicadores que especifiquen estas interrelaciones y jerarquicen el tema.

Sobre el proceso socioeconómico-cultural, considero que queda abarcando muchos aspectos del sistema, involucrando componentes de autogestión, economía, equidad, bienestar y aspectos culturales que son particularmente importantes en sistemas agroecológicos. Esto supone repensar como jerarquizar los diferentes componentes, o subdividirlo en procesos por separado, para poder tomar algunas medidas específicas sobre los mismos, ya que es posible que en alguno de estos aspectos no podamos incidir.

En este sentido, otro resultado tiene que ver con la incorporación de la racionalidad de la producción familiar (ligado a aspectos culturales mencionados anteriormente). No podemos entender la asignación de recursos, la flexibilidad de los calendarios, o la toma de decisiones, si no incorporamos la subjetividad de los individuos con los que estamos trabajando. En este caso, la forma de pensar de la familia permea cada acción que se lleva a cabo, lo que pone un freno o impulsa nuestras propuestas como asesores. Se pudo ver claramente en este predio por ejemplo cuando se habló de las fuentes de nutrientes (abono de cama de pollo), donde, técnicamente, era una propuesta muy clara, pero que, a José Luis por diversos motivos, no le agrada.

Las visitas y los encuentros con los productores siempre fueron muy productivos, las entrevistas personales fueron una fuente esencial de información, en este caso siempre pudieron estar presentes Brenda y José Luis, y hubo intercambios fluidos. Algunos datos de los cultivos fueron muy difíciles de reconstruir, ya que los registros eran poco claros. En este sentido la información en algunos casos no fue exacta y poco útil para aportar a la propuesta, se hace indispensable aquí tener un enfoque sistémico, para ver el predio como un todo, y que los datos específicos de un componente o un indicador en particular, no limiten el entendimiento del sistema.

Si bien cada tópico de este trabajo final fue abordado con las herramientas disponibles, surge de la discusión entre los participantes que queda pendiente para futuros trabajos la generación de estos dispositivos de medición, que son cada uno un trabajo en sí mismo, pero robustecerían y dinamizarían mucho la utilización del nuevo marco utilizado (MEDITAE). A pesar de estas debilidades identificadas en los indicadores, el marco aportó una visión global de los sistemas focalizando en el entendimiento y análisis de los procesos socio-ecológicos lo que enriqueció la discusión y permitió agudizar una mirada agroecológica. En este sentido se vuelve sumamente útil para ampliar la mirada de los técnicos y estudiantes, visualizar las falencias de los sistemas, pero a su vez valorarlos, en sus componentes y su importancia social y ecológica, también pensando en formas de generar valor agregado y que la producción familiar tenga alternativas a futuro mediante “atributos intangibles” (Riveros & Heinrichs, 2014).

También se denota un enorme potencial del marco MEDITAE como dispositivo de evaluación de prácticas o herramientas productivas, pudiéndolo utilizar a la inversa que en nuestros trabajos. Es decir, nos puede ayudar a discernir en que componentes o procesos ecológicos del sistema de producción una herramienta nos promueve o ayuda a levantar limitantes, y para cuales de esos procesos esa misma herramienta va en detrimento, teniendo en cuenta que cualquier tecnología o practica puede tener múltiples efectos sobre en los predios.

Es a considerar las aplicaciones que este abordaje puede tener en la conformación de normativas de certificación, dando herramientas más concretas en la hoja de ruta de los productores, los técnicos y las políticas de estado específicas para la producción familiar, en predios o regionales con el objetivo de recorrer caminos de transición agroecológica en diversos rubros agropecuarios. También el marco tiene un potencial de aprovechamiento en enseñanza, permitiendo que estudiantes profundicen en las características de los sistemas, se potencie la creatividad en la construcción de indicadores, entendiendo las interacciones entre los procesos socioecológicos y su impacto sobre los resultados y objetivos de los agricultores.

Como generalidades del trabajo, se puede decir que, a nivel de inicial, se compartió mucho entre los tesisistas en la construcción del trabajo y discusión del diagnóstico de cada predio, pero no logramos una discusión profunda en términos comparativos entre los distintos predios participantes luego del diagnóstico y propuestas, lo que podría haber sido enriquecedor, ya que los sistemas estudiados tenían diferencias sustantivas en cuanto a lo productivo y a la subjetividad de los productores. La dilatación en el tiempo en la elaboración de los trabajos fue un problema para coordinar estos encuentros. A pesar de esto, en este proceso se han nutrido todas las partes, para nuestra formación profesional, además de los aspectos técnicos, se destaca el ejercicio del dialogo de saberes e intercambio en empatía con los tiempos/objetivos de los productores y compañeros y consideramos que esa es la riqueza principal de nuestros trabajos finales por lo cual, en lo personal, estoy profundamente agradecido.

## 9 REFERENCIAS

- Allen, R. G. (2006). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. FAO.
- Alliaume, F., Rossing, W. A. H., García, M., Giller, K. E., & Dogliotti, S. (2013). Changes in soil quality and plant available water capacity following systems re-design on commercial vegetable farms. *European Journal of Agronomy*, *46*, 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.11.005>
- Altamirano, A., Da Silva, H., Durán, A., Echevarría, A., Panario, D., & Puentes, R. (1976). *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: Vol. 1. Clasificación de suelos del Uruguay*. MAP.
- Altieri, M. (1987). *Agroecology: The scientific basis of alternative agriculture*. Westview Press.
- Altieri, M. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Nordan-Comunidad.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2016). Agroecología y soberanía alimentaria en América Latina. En E. Bezerra & J. Pérez-Cassarino (Orgs.), *Soberanía Alimentar (SOBAL) e Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) na América Latina e Caribe* (pp. 93-108). UFPR.
- Astori, D., Alonso, J. M., Pérez Arrarte, C., & Goyetche, L. (1982). *La agricultura familiar uruguaya: Orígenes y situación actual* (Vol. 8). Fundación de Cultura Universitaria.
- Berrueta, C., Giménez, G., & Dogliotti, S. (2021). Scaling up from crop to farm level: Co-innovation framework to improve vegetable farm systems sustainability. *Agricultural Systems*, *189*, Artículo e103055. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103055>
- Caporal, F. R., & Costabeber, J. A. (2005). *Agroecología como matriz disciplinar para un novo paradigma de desenvolvimento rural* [Contribución]. Tercer Congresso Brasileiro de Agroecologia, Florianópolis, Brasil.
- Castaño, J. P., Giménez, A., Ceroni, M., Furest, J., & Aunchayna, R. (2011). *Caracterización agroclimática del Uruguay: 1980-2009*. INIA.
- Cerdá, E., Zamora, M., Carrasco, N., Pusineri, L., De Luca, L., & Pérez, R. (2015). *Agroecología vs agricultura actual II: Demanda de energía, balance y eficiencia energética en cultivos extensivos en el centro sur bonaerense* [Contribución]. V Congreso Latinoamericano de Agroecología, La Plata.
- Chaboussou, F. (1987). *La teoría de la trofobiosis: Nuevos caminos para una agricultura sana*. Fundación Gaiael; Centro de Agricultura Ecológica Ipé.
- Checkland, P. (1989). Soft systems methodology. *Human Systems Management*, *8*(4), 273-289.

- Chiappe, M. (2013). *La producción familiar en Uruguay: Evolución y perspectivas* [Contribución]. 1er Seminario Internacional sobre el desarrollo local y rural sostenible, Chillán.
- Ciampitti, I., & García, F. (2007). Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios: Hortalizas, frutales y forrajeras. *Archivo Agronómico*, (12).  
[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B0EE369040F863003257967004A1A41/\\$FILE/AA%2012.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B0EE369040F863003257967004A1A41/$FILE/AA%2012.pdf)
- Colnago, P., Favretto, G., Carriquiri, M., Bianco, M., Carámbula, M., Cabrera, G., & Dogliotti, S. (2023). How to foster changes towards farm sustainability?: Learning outcomes from a co-innovation project on vegetable-beef cattle family farms in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 27, Artículo e1012.  
<https://doi.org/10.31285/AGRO.27.1012>
- Colnago, P., & Vilaró, F. (2016). *Mejora de la sostenibilidad del cultivo de papa en sistemas de producción familiar de Canelones*. CSIC. <https://www.csic.edu.uy/content/mejora-de-la-sostenibilidad-del-cultivo-de-papa-en-sistemas-de-produccion-familiar>
- Coutts, J., Botha N., & Turner, J. A. (2014). *Evaluating a co-innovation policy initiative* [Contribución]. 11th European IFSA Symposium, Germany.
- Coutts, J., White, T., Blackett, P., Rijswijk, K., Bewsell, D., Park, N., & Botha, N. (2017). Evaluating a space for co-innovation: Practical application of nine principles for co-innovation in five innovation projects. *Outlook on Agriculture*, 46(2), 99-107.
- Darnhofer, I. (2015). Socio-technical transitions in farming: Key concepts. En L. A. Sutherland, I. Darnhofer, G. Wilson, & L. Zagata (Eds.), *Transition pathways towards sustainability in agriculture: Case studies from Europe* (pp. 17-31). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781780642192.0017>
- de Olde, E. M., Moller, H., Marchand, F., McDowell, R. W., MacLeod, C. J., Sautier, M., Halloy, S., Barber, A., Bengé, J., Bockstaller, C., Bokkers, E. A. M., de Boer, I. J. M., Legun, K. L., Le Quellec, I., Merfield, C., Oudshoorn, F. W., Reid, J., Schader, C., Szymanski, E., ... Manhire, J. (2017). When experts disagree: The need to rethink indicator selection for assessing sustainability of agriculture. *Environment, Development and Sustainability*, 19(4), 1327-1342. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9803-x>
- Dogliotti, S., Galván, G., & Rodríguez J. (1998). *El cultivo del ajo en el Uruguay*. Universidad de la República.
- Dogliotti, S., García, M. C., Peluffo, S., Dieste, J. P., Pedemonte, A. J., Bacigalupe, G. F., Scarlato, M., Alliaume, F., Álvarez, J., Chiappe, M., & Rossing, W. A. H. (2014). Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agricultural Systems*, 126, 76-86. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.02.009>

- Dogliotti, S., Scarlato, M., Berrueta, C., Barros, C., Reherrmann, F., Rieppi, M., Inetti, C., Soust, G., & Borges, A. (2021). *Análisis y jerarquización de determinantes de las brechas de rendimiento y calidad en los principales cultivos hortícolas del Uruguay*. INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/15695/1/Inia-Fpta-91-proyecto-288-Junio-2021.pdf>
- Doré, T., Makowski, D., Malézieux, E., Munier-Jolain, N., Tchamitchian, M., & Tittone, P. (2011). Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy*, 34, 197-210. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.02.006>
- Douthwaite, M. B. (2002). *Enabling innovation: A practical guide to understanding and fostering technological change*. Zed Books.
- Duru, M., Therond, O., & Fares, M. (2015). Designing agroecological transitions: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1237-1257. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0318-x>
- Eichler Inwood, S. E., López-Ridaura, S., Kline, K. L., Gérard, B., Monsalve, A. G., Govaerts, B., & Dale, V. H. (2018). Assessing sustainability in agricultural landscapes: A review of approaches. *Environmental Reviews*, 26(3), 299-315. <https://doi.org/10.1139/er-2017-0058>
- Fresco, L. O. (1988). *Farming systems analysis: An introduction*. Wageningen Agricultural University.
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos para una agricultura sostenible*. CATIE.
- Gliessman, S., Jedlicka, J., Trujillo, L., Jaffe, R., & Bacon, C. (2007). Agroecología: Promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas: Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 16(1), 3. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/134>
- González de Molina, M., & Caporal, F. R. (2013). Agroecología y política: ¿Cómo conseguir la sustentabilidad? Sobre la necesidad de una agroecología política. *Agroecología*, 8(2), 35-43.
- González de Molina, M., Petersen, P. F., Garrido Peña, F., & Caporal, F. R. (2021). *Introducción a la agroecología política*. CLACSO.
- Google Earth. (2021). [San Bautista, Mapa]. Recuperado el 15 de febrero de 2022, de [https://earth.google.com/web/@-34.43655662,-56.00565493,690.86297426a,0d,35y,0.0004h,26.3834t,-0.0018r/data=ChYqEAgBEgoyMDIxLTA4LTl2GABCAggBOgMKATBCAggASg0I\\_\\_\\_\\_\\_ARAA](https://earth.google.com/web/@-34.43655662,-56.00565493,690.86297426a,0d,35y,0.0004h,26.3834t,-0.0018r/data=ChYqEAgBEgoyMDIxLTA4LTl2GABCAggBOgMKATBCAggASg0I_____ARAA)
- Google Earth. (2024). [San Bautista, Mapa]. Recuperado el 20 de mayo de 2024, de <https://earth.google.com/web/@-34.43655662,->

[56.00565493,690.86297426a,0d,35y,0.0004h,26.3834t,359.9982r/data=ChYqEAgBEgoyMDIzLTEyLTI5GABCAggBOgMKATBCAggASg0I ARAA](https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.04.012)

- Grisa, C., & Sabourin, E. (2019). *Agricultura familiar: De los conceptos a las políticas públicas en América Latina y el Caribe*. FAO.
- Groot Kormelinck, A., Bijman, J., & Trienekens, J. (2019). Characterizing producer organizations: The case of organic versus conventional vegetables in Uruguay. *Journal of Rural Studies*, 69, 65-75. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.04.012>
- Hall, A. (2006). Public-private sector partnerships in an agricultural system of innovation: Concepts and challenges. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 5(1), 3-20. <https://doi.org/10.1386/ijtm.5.1.3/1>
- Hernández Aracena, R. (1993). Teorías sobre campesinado en América Latina: Una evaluación crítica. *Revista Chilena de Antropología*, (12), 179-200. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/120266>
- Hoffecker, E. (2021). Understanding inclusive innovation processes in agricultural systems: A middle-range conceptual model. *World Development*, 140, Artículo e105382. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105382>
- Holland, J. H. (1987). Complex adaptive systems: A primer. *Santa Fe Institute Bulletin*, 2(1), 8-10.
- Krzywoszynska, A. (2019). Making knowledge and meaning in communities of practice: What role may science play?: The case of sustainable soil management in England. *Soil Use and Management*, 35(1), 160-168. <https://doi.org/10.1111/sum.12487>
- Lacombe, C., Couix, N., & Hazard, L. (2018). Designing agroecological farming systems with farmers: A review. *Agricultural Systems*, 165, 208-220. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.014>
- Leeuwis, C. (2000). Reconceptualizing participation for sustainable rural development: Towards a negotiation approach. *Development and Change*, 31(5), 931-959.
- Ley No 19.717: *Declaración de interés general y creación de una comisión honoraria nacional y plan nacional para el fomento de la producción con bases agroecológicas*. (2018). IMPO. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19717-2018>
- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS*. Mundi-Prensa.
- Meynard, J. M., Dedieu, B., & Bos, A. P. (2012). Re-design and co-design of farming systems: An overview of methods and practices. En I. Darnhofer, D. Gibbon, & B. Dedieu (Eds.), *Farming systems research into the 21st century: The new dynamic* (pp. 405-429). Springer.
- Medina, J. M., Merchán, C., & de Febrer, M. T. (2004). Contexto del derecho a la alimentación. En Prosalus, Caritas Española, & Veterinarios sin Fronteras (Eds.), *Campaña "derecho a la alimentación: Urgente"*.

[https://www.fuhem.es/media/ecosocial/file/Boletin%20ECOS/ECOS%20CDV/Bolet%20C3%ADn%204/der\\_hum\\_alim.pdf](https://www.fuhem.es/media/ecosocial/file/Boletin%20ECOS/ECOS%20CDV/Bolet%20C3%ADn%204/der_hum_alim.pdf)

- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2016). *Definición del productor familiar agropecuario: Resolución N°1.013/016*. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/institucional/normativa/resolucion-n-1013016-mgap-definicion-del-productor-familiar-agropecuario>
- Morales, Á. (2015). *Agricultura familiar en el Uruguay: Problemáticas relacionadas al relevo generacional* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/5734>
- Mottet, A., Bicksler, A., Lucantoni, D., De Rosa, F., Scherf, B., Scopel, E., & Tiftonell, P. (2020). Assessing transitions to sustainable agricultural and food systems: A Tool for Agroecology Performance Evaluation (TAPE). *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 1-21. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.579154>
- Müller, S. (1996). *Como medir la sostenibilidad: Una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales*. IICA.
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., Kobayashi, M., Tamura, N., McGreevy, S., & Hitaka, K. (2020). Assessing the agroecological status of a farm: A principle-based assessment tool for farmers. *Agro Sur*, 48(2), 29-41. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2020.v48n2-04>
- Odum, H. T. (1983). *Systems ecology: An introduction*. University of Michigan.
- Oficinas de Estadísticas Agropecuarias. (2013). *Censo general agropecuario 2011: Resultados definitivos*. MGAP.
- Organización de las Naciones Unidas. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común*. <https://digitallibrary.un.org/record/139811?ln=es&v=pdf>
- Pimentel, D., & Pimentel, M. (1990). Comment: Adverse environmental consequences of the Green Revolution. *Population and Development Review*, 16, 329-332.
- Piñeiro, D. (1999). Trabajadores rurales y flexibilización laboral: El caso de Uruguay. En S. Aparicio & R. Benencia (Coords.), *Empleo rural en tiempos de flexibilidad* (pp. 99-132). La Colmena.
- Prost, L., Martin, G., Ballot, R., Benoit, M., Eric, J., & Christian, B. (2023). Key research challenges to supporting farm transitions to agroecology in advanced economies. *Agronomy for Sustainable Development*, 43, 11. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00855-8>
- Red de Agroecología del Uruguay. (2020). *Conceptualización institucional*. Recuperado el 6 de diciembre de 2020, de [www.redagroecologia.uy](http://www.redagroecologia.uy)
- Riveros, H., & Heinrichs, W. (2014). *Valor agregado en los productos de origen agropecuario: Aspectos conceptuales y operativos*. IICA.

- Rocha, B. (2014). *Diagnóstico y diseño de un sistema de producción hortícola-lechero en la zona este de Uruguay establecimiento de la familia López* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Rossing, W. A. H., Albicette, M. M., Aguerre, V., Leoni, C., Ruggia, A., & Dogliotti, S. (2021). Crafting actionable knowledge on ecological intensification: Lessons from co-innovation approaches in Uruguay and Europe. *Agricultural Systems*, 190, Artículo e103103. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103103>
- Rossing, W. A. H., Dogliotti, S., Bacigalupe, G. F., Cittadini, E., Mundet, C., Mariscal Aguayo, V., Douthwaite, B., & Álvarez, S. (2010). Project design and management based on a co-innovation framework. En I. Darnhofer & M. Grötzer (Eds.), *Proceedings: Building sustainable rural futures: The added value of systems approaches in times of change and uncertainty* (pp. 402- 412). IFSA.
- Ruggia, A., Dogliotti, S., Aguerre, V., Albicette, M. M., Albin, A., & Blumetto, O. (2021). The application of ecologically intensive principles to the systemic redesign of livestock farms on native grasslands: A case of co-innovation in Rocha, Uruguay. *Agricultural Systems*, 191, Artículo e103148. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103148>
- Salcedo, S., de la O, A. P., & Guzmán, L. (2014). El concepto de agricultura familiar en América Latina y el Caribe. En S. Salcedo & L. Guzmán (Eds.), *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de política* (pp. 17-34). FAO.
- Sarandón, S. J. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En S. J. Sarandón (Ed.), *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 393-414). Ediciones Científicas Latinoamericanas.
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, 19-28.
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). *Agroecología*. Universidad Nacional de La Plata.
- Scarlato, M. (2023). *Ecological intensification pathways for vegetable production systems in south Uruguay* [Disertación de doctorado, Wageningen University]. Wageningen University. <https://doi.org/10.18174/637260>
- Scarlato, M., Bertoni, P., Bao, L., Rossing, W., Dogliotti, S., & Bianchi, F. (2023). Flowering plants in open tomato greenhouses enhance pest suppression in conventional systems and reveal resource saturation for natural enemies in organic systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 347, Artículo e108389. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108389>
- Scarlato, M., & Colnago, P. (2023). Strategies and tools for the transition to agroecological-based vegetable production systems. *Agrociencia Uruguay*, 27(Supp.), Artículo e1207. <https://doi.org/10.31285/AGRO.27.1207>
- Scarlato, M., Dogliotti, S., Bianchi, F. J. J. A., & Rossing, W. A. H. (2022). Ample room for reducing agrochemical inputs without productivity loss: The case of vegetable

- production in Uruguay. *Science of The Total Environment*, 810, Artículo e152248. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152248>
- Scarlato, M., Rieppi, M., Alliaume, F., Illarze, G., Bajsa, N., Bertoni, P., Bianchi, F. J. J. A., Echeverriborda, G., Galván, G., García de Souza, M., Gilsanz, J. C., González, P., Dieste, J., Trasante, T., Rossing, W. A. H., & Dogliotti, S. (2024). Towards the development of cover crop - reduced tillage systems without herbicides and synthetic fertilizers in onion cultivation: Promising but challenges remain. *Soil and Tillage Research*, 240, e106061. <https://doi.org/10.1016/j.still.2024.106061>
- Sellepiane, A., & Sarandón, S. (2008). Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*, 3(3), 67-78. <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/7531/5438>
- Sevilla Guzmán, E. (2011). *Sobre los orígenes de la agroecología en el pensamiento marxista y libertario*. Plurales Editores.
- Spedding, C. I. W. (1979). *Ecología de los sistemas agrícolas*. Blume.
- Sollier, S., & Zaccari, F. (2002). Evaluación agronómica de cultivares de zapallo en dos zonas de producción de Uruguay. En S. Carballo (Ed.), *Seminario de actualización en el cultivo de zapallo: Mesa Nacional de Cucurbitáceas* (pp. 24-32). INIA.
- Stuiver, M., Leeuwis, C., & van der Ploeg, J. D. (2004). The power of experience: Farmers' knowledge and sustainable innovations in agriculture. En J. S. C. Wiskerke & J. D. van der Ploeg (Eds.), *Seeds of transition: Essays on novelty production, niches and regimes in agriculture* (pp. 93-118). Van Gorcum. <https://edepot.wur.nl/338074>
- Stupino, S. A. (2020). Las plantas espontáneas: De “malezas” a componentes claves de la biodiversidad en los agroecosistemas. En S. J. Sarandón (Coord.), *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable* (pp. 70-88). Universidad Nacional de La Plata.
- Tittonell, P. (2019). Las transiciones agroecológicas: Múltiples escalas, niveles y desafíos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Cuyo*, 51(1), 231-246.
- Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria.
- Trabelsi, M., Mandart, E., Le Grusse, P., & Jean-Paul, B. (2016). How to measure the agroecological performance of farming in order to assist with the transition process. *Environmental Science and Pollution Research International*, 23, 139-156.
- Unidad Agroalimentaria Metropolitana. (2024). *Precios mayoristas de frutas y hortalizas frescas: 052024* [Conjunto de datos]. Observatorio granjero. <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1-i7bJ9vm-QzgBxfycDzpH6Ckw4mySuN/edit?gid=1259921656#gid=1259921656>
- Van Cauwenbergh, B. K., Bielders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Ciudad, V., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Reijnders, J., Sauvenier, X., Valckx, J., Vanclooster, M.,

- Veken, B., Wauters, E., & Peeters, A. (2007). SAFE: A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 120(2-4), 229-242. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.09.006>
- Wezel, A., Herren, B. G., Kerr, R. B., Barrios, E., Gonçalves, A. L. R., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(6), Artículo e40. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>

## 10 ANEXOS

## Anexo A.

## Totalidad de indicadores incluidos en el Marco MEDITAE

Proceso ecológico	Indicadores de Resultado	Método estimación
	Balance de nutrientes del sistema	Ingreso N, P, K – Salida N, P, K (Ciampitti & García, 2007)
	Balance de nutrientes en cultivos principales	N, P, K extraído – N, P, K aportado (Scarlatto et al., 2023)
	Niveles de nutrientes principales en el suelo	P disponible (ppm, Bray & Kurtz, 1945) K, Na, Ca, Mg intercambiable (meq 100g <sup>-1</sup> , Isaac & Kerber, 1971)
	Fijación biológica de N	(ha de leguminosas/ha cultivada) por año <sup>-1</sup> .
Ciclo de nutrientes	pH y conductividad eléctrica del suelo	pH and conductividad eléctrica (CE) (relación 1:2.5 suelo:agua y suelo:KCl )
	Eficiencia de uso de nutrientes	Kg producto cosechado / aportes NPK (Hedlund et al., 2003)
	Problemas de deficiencia de nutrientes	Frecuencia de ocurrencia de síntomas visibles: 1: sin síntomas, 2: no todos los años en algunos cultivos, 3: todos los años en algunos cultivos principales, 4: todos los años en todos los cultivos principales
	Erosión de suelo	1: sin signos visuales, 2: local y ligera, 3: local y severa o generalizada y ligera, 4: generalizada y severa
	COS activo relativo	COS mineralizable actual / COS mineralizable original x 100 (Dogliotti et al., 2014). Textura del suelo (Forsythe, 1975) y análisis SOC (Nelson & Sommers, 1996).
	Balance anual de COS	Estimado por entradas de C (abonos verdes + pasturas + enmiendas orgánicas + restos de cultivo) y salidas de carbono (cosecha, mineralización) en cuadros - invernáculos representativos o con análisis de suelo disponible. Cuando sea posible, utilizando modelos empíricos para la región (Alliaume et al., 2013).
Ciclo de Carbono	Erosión de suelo	1: sin signos visuales, 2: local y ligera, 3: local y severa o generalizada y ligera, 4: generalizada y severa
	Profundidad del horizonte superficial del suelo	Con descripción de perfil de suelo disponible, profundidad media (m) de cuadros - invernáculos cultivados.
	Actividad biológica del suelo	e.g. respiración
	Número de cultivos por año	Promedio de número de cultivos/cuadro o invernáculo

Proceso ecológico	Indicadores de Resultado	Método estimación
Regulación biótica y sucesión vegetal	Intensidad de laboreo de suelo	Número de intervenciones con herramientas (a campo e invernáculo) por año <sup>-1</sup> . (Alliaume et al., 2013).
	Actividad biológica del suelo	e.g. respiración
	Relevancia de malezas problemáticas	Frecuencia de plagas problemáticas. 1: sin ocurrencia, 2: no todos los años en algunos cultivos, 3: todos los años en algunos cultivos principales, 4: todos los años en todos los cultivos principales Malezas problemáticas: perennes o anuales con alta tasa inicial de crecimiento, alta tasa y mecanismos diversos de multiplicación, mecanismos de resistencia, presente en más del 20% del área cultivada
	Diversidad de malezas	Número de malezas en cultivos principales. Escala: <5, 5-10, 10-15, 15-20, >20
	Relevancia de plagas problemáticas	Frecuencia de plagas problemáticas (requieren control específico o afectan rendimiento o calidad comercial): 1: sin ocurrencia, 2: no todos los años en algunos cultivos, 3: todos los años en algunos cultivos principales, 4: todos los años en todos los cultivos principales
	Relevancia de enfermedades problemáticas	Frecuencia de enfermedades problemáticas (requieren control específico o afectan rendimiento o calidad comercial): 1: sin ocurrencia, 2: no todos los años en algunos cultivos, 3: todos los años en algunos cultivos principales, 4: todos los años en todos los cultivos principales
	Disponibilidad de agua para riego	Agua disponible (m <sup>3</sup> ) para riego por año <sup>-1</sup>
Ciclo del agua	Calidad del agua	Escala acorde a restricciones biológicas y/o químicas para la producción: 1: sin problemas, 2: <50% de las fuentes sin restricciones, 3: 50-75% de las fuentes con restricciones, 4: >75% de las fuentes con restricciones
	Erosión de suelo	1: sin signos visuales, 2: local y ligera, 3: local y severa o generalizada y ligera 4: generalizada y severa
	Productividad del sistema	(t de alimento producido total) (ha totales) <sup>-1</sup> (año) <sup>-1</sup>
	Productividad del área cultivada	(t de alimento producido total) (ha cultivada) <sup>-1</sup> (año) <sup>-1</sup>
Flujo de Energía	Rendimiento de los cultivos principales	(Berrueta et al., 2019; Colnago et al., 2023; Dogliotti et al., 2014; Dogliotti et al., 2021)
	Relación área cosechada y área cultivada	ha cosechada / ha cultivada
	Balance de energía	Salidas de E – entradas de E

Proceso ecológico	Indicadores de Resultado	Método estimación
	Eficiencia de uso de energía	Entradas de E / salidas de E
	Ingreso neto familiar (INF)	IKp + Salarios Fictos
	INF/h trabajo familiar	INF/hs trabajadas por la familia
	Productividad del trabajo	(Ingreso de capital [IK] / hs trabajo) (Colnago et al., 2021)
	Relación costos efectivos y totales	Costos en efectivo / Costos totales
	Relación ingresos y egresos	Costo totales [CT] / producto bruto [PB]
	Número de personas potencialmente alimentadas por año	kg alimento año <sup>-1</sup> / 0.4*365 (OMS: 400 g de vegetales fresco por persona por día)
Socio-Económico y cultural	Número de trabajadores por área total	EH / ha total
	Equivalente hombre (EH) por área cultivada	EH / ha cultivada
	Proporción de mano de obra familiar	EH familiar / EH total
	Plusvalía	Productividad del trabajo / salario
	Eficiencia de comercialización	Precio promedio obtenido / precio mercado mayorista (informe semanal de precios e ingresos al Mercado Modelo). Estimado anual para los cultivos principales
	Percepción de calidad de vida	1: muy insatisfecho, 2: algo insatisfecho, 3: satisfecho, 4: muy satisfecho, 5: extremadamente satisfecho
	Estabilidad laboral	Número de trabajadores permanentes / número total de trabajadores

*Nota.* No todos los indicadores fueron calculados en este trabajo, pero si fueron incluidos en la discusión y reflexión del trabajo

### Referencias bibliográficas

Alliaume, F., Rossing, W. A. H., García, M., Giller, K. E., & Dogliotti, S. (2013). Changes in soil quality and plant available water capacity following systems re-design on commercial vegetable farms. *European Journal of Agronomy*, 46, 10-19.  
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.11.005>

- Berrueta, C., Borges, A., Giménez, G., & Dogliotti, S. (2019). On-farm diagnosis for greenhouse tomato in south Uruguay: Explaining yield variability and ranking of determining factors. *European Journal of Agronomy*, *110*, e125932. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125932>
- Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, *59*(1), 39-45. <http://dx.doi.org/10.1097/00010694-194501000-00006>
- Ciampitti, I., & García, F. (2007). Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios: Hortalizas, frutales y forrajeras. *Archivo Agronómico*, (12). [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B0EE369040F863003257967004A1A41/\\$FILE/AA%2012.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B0EE369040F863003257967004A1A41/$FILE/AA%2012.pdf)
- Colnago, P., Favretto, G., Carriquiri, M., Bianco, M., Carámbula, M., Cabrera, G., & Dogliotti, S. (2023). How to foster changes towards farm sustainability?: Learning outcomes from a co-innovation project on vegetable-beef cattle family farms in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, *27*, Artículo e1012. <https://doi.org/10.31285/AGRO.27.1012>
- Colnago, P., Rossing, W., & Dogliotti, S. (2021). Closing sustainability gaps on family farms: Combining on-farm co-innovation and model-based explorations. *Agricultural Systems*, *188*, Artículo e103017. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103017>.
- Dogliotti, S., García, M. C., Peluffo, S., Dieste, J. P., Pedemonte, A. J., Bacigalupe, G. F., Scarlato, M., Alliaume, F., Álvarez, J., Chiappe, M., & Rossing, W. A. H. (2014). Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agricultural Systems*, *126*, 76-86. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.02.009>
- Forsythe, W. (1975). *Física de suelos: Manual de laboratorio*. IICA.
- Hedlund, K., Santa Regina, I., Van der Putten, W. H., Lepš, J., Díaz, T., Korthals, G. W., Lavorel, S., Brown, V. K., Gormsen, D., Mortimer, S. R., Rodríguez Barrueco, C., Roy, J., Smilauer, P., Smilauerová, M., & Van Dijk, C. (2003). Plant species diversity, plant biomass and responses of the soil community on abandoned land across Europe: Idiosyncrasy or above-belowground time lags. *OIKOS*, *103*(1), 45-58. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12511.x>
- Isaac, R. A., & Kerber, J. D. (1971). Atomic absorption and flame photometry: Techniques and uses in soil, plant and water analysis. En L. M. Walsh (Ed.), *Instrumental methods for analysis of soil and plant tissues* (pp. 17-37). SSSA.
- Nelson, D. W., & Sommers, L. E. (1996). Total carbon, organic carbon, and organic matter. En D. L. Sparks, A. L. Page, P. A. Helmke, R. H. Loeppert, P. N. Soltanpour, M. A. Tabatabai, C. T. Johnston, & M. E. Sumner (Eds.), *Methods of soil analysis: Part 3. Chemical methods* (pp. 961-1010). SSSA; ASA.
- Scarlato, M., Bertoni, P., Bao, L., Rossing, W., Dogliotti, S., & Bianchi, F. (2023). Flowering plants in open tomato greenhouses enhance pest suppression in conventional systems

and reveal resource saturation for natural enemies in organic systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 347, Artículo e108389.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108389>

**Anexo B***Calculo detallado de productos brutos*

PB	Volumen	Precio 2018-2019 (\$)	Producto bruto (\$)
<b>Boniato</b>	Kg		
bimestre 1	3892	21.5	93400
bimestre 2	3892	19	87563
bimestre 3	3892	21	85617
		PB actividad	266579
<b>Papa</b>	Kg	\$	
bimestre 1	800	24	19200
bimestre 2	800	22.5	18000
bimestre 3	800	22	17600
			54800
<b>Zapallo</b>	Kg	\$	
bimestre 1	4500	12	54000
bimestre 2	4500	12	54000
bimestre 3	4500	15.5	69750
		PB actividad=	177750
<b>Cebolla</b>	Kg	\$	
bimestre 1	1333	14.5	19333
bimestre 2	1333	14	18667
bimestre 3	1333	15	20000
		PB actividad=	58000
<b>Ajo</b>	Kg	\$	
bimestre 1	315	61.5	19373
bimestre 2	315	68	21420
bimestre 3	315	57	17955
		PB actividad=	58748
		<b>PB TOTAL =</b>	<b>615877</b>

---

**Anexo C**

*Compostaje casero (Aporte aprox. 0.3 t)*

