



Manual para la evaluación de la sustentabilidad de predios agrícolas: diagnóstico, análisis y monitoreo

Autores:

Aart Osman, Victoria Muena Z. y Armando Ahumada

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Boletín INIA / N° 413

ISSN 0717-4829





Manual para la evaluación de la sustentabilidad de predios agrícolas: diagnóstico, análisis y monitoreo

Autores:

Aart Osman, Victoria Mueña y Armando Ahumada

Centro Regional de Investigaciones INIA La Cruz



**Manual para la evaluación de la sustentabilidad de predios agrícolas:
diagnóstico, análisis y monitoreo**

Autores:

Aart Osman, Ing. Agr., Dr. / INIA La Cruz

Victoria Muena, Ing. Agr., Mg. / INIA La Cruz

Armando Ahumada, Ing. Agr. / INDAP

Cita bibliográfica: Osman, A., V. Muena y A. Ahumada, 2019. Manual para la evaluación de la sustentabilidad de predios agrícolas: diagnóstico, análisis y monitoreo. Boletín INIA N° 413 Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Cruz, La Cruz, Chile, p. 80.

Director Regional:

Patricio Fuenzalida R.

Comité editor INIA La Cruz:

Ernesto Cisternas, Carlos Ovalle M., Eliana San Martín y Andrea Torres

© Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, 2019

Ministerio de Agricultura

Centro Regional de Investigación La Cruz

Chorrillos 86

Fono (56-33) 2321780

La Cruz, Región de Valparaíso

Chile

Registro de Propiedad Intelectual:

ISSN 0717-4829

Permitida la reproducción parcial o total de esta obra sólo con permiso previo y por escrito de los autores.

Diseño y diagramación:

versión productora gráfica SpA.

Impresión:

Valente Impresores

Cantidad de ejemplares: 500

Índice

Introducción	7
Capítulo 1	
Sustentabilidad: definiciones y aspectos generales	9
Capítulo 2	
Características generales de la metodología para analizar y monitorear la sustentabilidad	11
2.1. Descripción general de la metodología	11
2.2. El concepto de sustentabilidad y el marco jerárquico para la selección de indicadores	15
Capítulo 3	
Guía práctica para la implementación de la metodología que permite analizar y evaluar la sustentabilidad en predios agrícolas	19
3.1. Aspectos a considerar antes de empezar	19
3.2. Pasos metodológicos	20
Conclusiones	63
Anexo	67
Literatura consultada	79

Agradecimientos

A los integrantes del Grupo de Transferencia Tecnológica (GTT) de extensionistas de INIA La Cruz, conformado por profesionales del Programa de Asesoría Técnica, SAT de INDAP de la provincia de Petorca: Yolanda Cisternas, Luis Molina, David Molina, Dayan Pérez, Fernando Castro, Gabriel Jeria, Patricio Saavedra, Sebastián Fuentes, Rosalba Parra y Víctor Valenzuela.

Los autores reconocen, valoran y agradecen las contribuciones en el trabajo en conjunto realizado por los extensionistas de los programas PRODESAL y funcionarios de las Oficinas del área de INDAP La Ligua y Petorca; y agricultores de la misma zona usuarios de los programas de extensión de INDAP.

Se agradece el apoyo financiero de CONICYT, a través del Programa de Atracción e Inserción de capital Humano Avanzado (PAI)/ Concurso inserción en el sector productivo 2015, Folio N°. 7815010002, y al proyecto de Transferencia Tecnológica bajo esquema de Trabajo Territorial de la región de Valparaíso, para la elaboración del contenido de este manual.

Introducción

La transición hacia una producción agrícola más sustentable es al gran desafío de la agricultura chilena. Forma parte de los lineamientos estratégicos del Ministerio de Agricultura, a través de los servicios del agro, como INDAP e INIA, y de los fondos de apoyo financiero como la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), etc. El desarrollo sustentable comprende los tres ámbitos económico, medioambiental y social, y por ende, avanzar hacia una producción sustentable significa tomar en cuenta estos tres ámbitos en forma integrada. Lo anterior implica considerar múltiples factores que influyen sobre la sustentabilidad de un predio agrícola, que además están relacionados entre sí. Esta complejidad, dificulta el desarrollo de propuestas que abarcan la sustentabilidad en forma integral. El objetivo de la metodología, que presentamos en esta publicación, es ayudar a profesionales, extensionistas y productores a apropiarse e implementar en la práctica el concepto de la sustentabilidad de los sistemas productivos agrícolas.

La metodología y el contenido de este documento fueron desarrollados y aplicados durante 2016-2017 con asesores del Programa de Asesoría Técnica (SAT), y funcionarios del Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP de la provincia de Petorca, que integraron un Grupo de Transferencia Tecnológica (GTT) coordinado por INIA. Los participantes del GTT eran asesores de pequeños productores agropecuarios categorizados como floricultores, fruticultores, horticultores y ganaderos, a través de los programas de extensión. Los profesionales consideraban que la sustentabilidad era un concepto muy teórico y difícil de convertir en propuestas y acciones prácticas que sean aplicables a la realidad de los productores que asesoraban. Con ellos, el equipo técnico del INIA adaptó la metodología MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) (Masera et al., 2000; López Ridaura et al., 2002; Astier et al., 2008), a las necesidades específicas de los profesionales y extensionistas de INDAP en la provincia de Petorca.

Con el uso de esta metodología se genera una herramienta de apoyo para la selección y priorización de prácticas y actividades más sustentables y la evaluación de los resultados de su implementación a través de la identificación de indicadores

que permitan monitorear cómo la sustentabilidad avanza en el tiempo. Al mismo tiempo, el análisis y monitoreo de sustentabilidad incentiva a los participantes a reflexionar cómo sus actividades afectan la sustentabilidad.

Sin lugar a duda, los temas prioritarios y su nivel de avance dependen de la zona geográfica, el sector productivo y los actores involucrados. Aunque fue desarrollada para un contexto específico, la metodología es flexible, y por ende adaptable a cualquier realidad y aplicable a cualquier rubro o multirubro. Es sencilla, pero se debe considerar un conocimiento previo, al menos, en lo que a sustentabilidad se refiere, ya que este concepto debe ser el mismo para todos los actores del sistema.

El contenido del manual entrega una breve introducción al concepto de sustentabilidad, de los aspectos generales de la metodología y de sus alcances. Asimismo, una descripción más detallada de la metodología y cómo se logra incorporar el concepto de sustentabilidad en un sistema agrícola. Además, se guía a los lectores en forma práctica en la implementación de los distintos pasos de la metodología, desde la definición y priorización de los puntos críticos hasta finalizar con las prácticas más adecuadas para abordarlos, y sus indicadores para evaluarlos.

Capítulo 1

Sustentabilidad: definiciones y aspectos generales

La definición más corriente de la sustentabilidad se atribuye a la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (WCED – “*World Commission on Environment and Development*”). La WCED fue instalada en 1983 por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas. En su informe final definen el desarrollo sustentable como:

“aquel que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las posibilidades de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras” (WCED, 1987).

Aplicado a la agricultura, el Consejo de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) definió el desarrollo sostenible como:

“el manejo y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de tal manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Este desarrollo sostenible conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable” (FAO, 1989, página 65; FAO, 2015, página 12).

Traducido a nivel de un productor y su predio agrícola, la sustentabilidad se puede entender como la capacidad de sostener el sistema productivo en el tiempo. Esto conlleva a adoptar una serie de tecnologías y prácticas que permiten que esta actividad sea rentable para el agricultor y al mismo tiempo que él cuide su entorno medioambiental y social. Al largo plazo, la sobrevivencia de un predio agrícola y su rentabilidad económica, dependen del estado de los recursos naturales esenciales para la productividad, como el suelo, el agua, la biodiversidad y sus relaciones con la sociedad. De esta forma la sustentabilidad es simplemente la manera de producir de forma eficiente y eficaz bajo parámetros que permitan proteger el sistema agrícola en sí y su entorno.

Así la sustentabilidad es tomar conciencia acerca de lograr un producto que sea un aporte a la sociedad, pero que en su elaboración no perjudique al medio que lo rodea. Es importante que el agricultor se empodere para que tome conciencia del valor del sistema completo de producción y lo que vale su producto final. Al ser consciente de esto, debe ser capaz de generar responsabilidades con su entorno, tanto medioambiental como social.

En línea con la WCED se consideran tres ámbitos para abordar la sustentabilidad:

- **Ámbito Económico:** La actividad productiva se debe valorar adecuadamente y generar los ingresos suficientes para el productor, originando un balance positivo al final de cada temporada. Esto significa, generar los suficientes recursos para reinvertir, pago de deudas relacionadas, y generar recurso suficiente para que el agricultor y quienes dependen de él tengan una calidad de vida óptima.
- **Ámbito Medioambiental:** Protección y uso consciente de los recursos que explota la actividad. Los recursos renovables agua y suelo son los más afectados. Se deben realizar prácticas que apunten a su restauración y uso eficiente. Es importante además evitar las contaminaciones de distintos tipos e incorporar el reciclaje de los productos generados y utilizados en el predio.
- **Ámbito Social:** Es el compromiso y responsabilidad que tiene cada productor y que está llamado a cumplir con su entorno social, esto incluye sus familiares, trabajadores, instituciones privadas y públicas.

En este capítulo se presentaron los aspectos principales de la sustentabilidad. Es un concepto muy amplio y por lo tanto abierto a múltiples interpretaciones. Transferir este conocimiento a intervenciones prácticas y criterios de evaluación requiere una definición más específica, adaptada a la realidad local. Este ejercicio es parte de la presente metodología y será tratado en más detalle en el siguiente capítulo.

Capítulo 2

Características generales de la metodología para analizar y monitorear la sustentabilidad

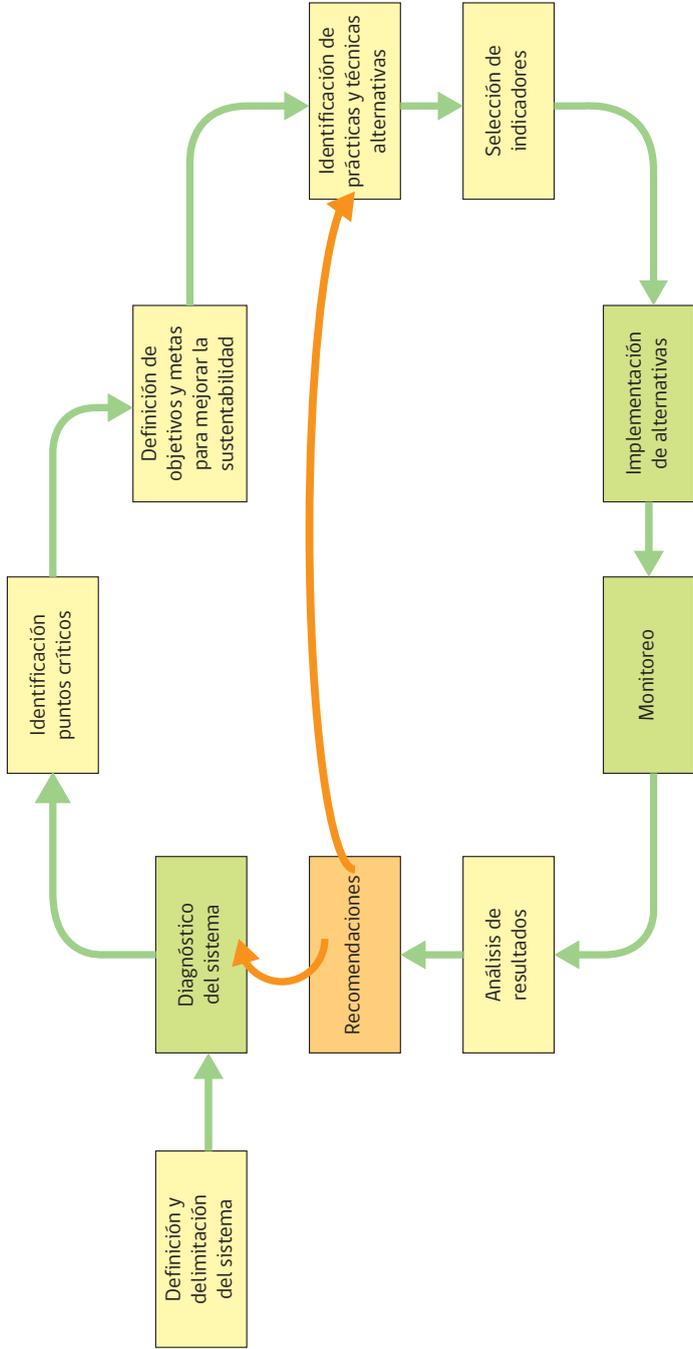
2.1. Descripción general de la metodología

Para el desarrollo de la herramienta se adaptó la metodología MESMIS (*Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad*) (Masera et al., 2000; López Ridaura et al., 2002; Astier et al., 2008), a las necesidades específicas de los profesionales y extensionistas de INDAP en la provincia de Petorca. MESMIS fue desarrollado en México con el fin de fomentar el manejo sustentable de los recursos naturales por pequeños productores y fue aplicado en decenas de países en América Latina, EE.UU. y Europa (Astier et al., 2011; Ripoll Bosch et al., 2012).

La evaluación de la sustentabilidad se realiza a través de un proceso cíclico (**Figura 1**) que incluye, entre otros, los siguientes pasos: diagnóstico de la situación actual, análisis y priorización de puntos críticos que amenazan la sustentabilidad, definición de los objetivos, metas e intervenciones para mejorar la situación actual, monitoreo de los avances con indicadores previamente seleccionados, evaluación y reflexión sobre los avances. Las evaluaciones y reflexiones sobre sus resultados son el insumo para el inicio de un nuevo ciclo. En el capítulo 3, se podrá encontrar una descripción más detallada de los distintos pasos de la metodología y su aplicación práctica.

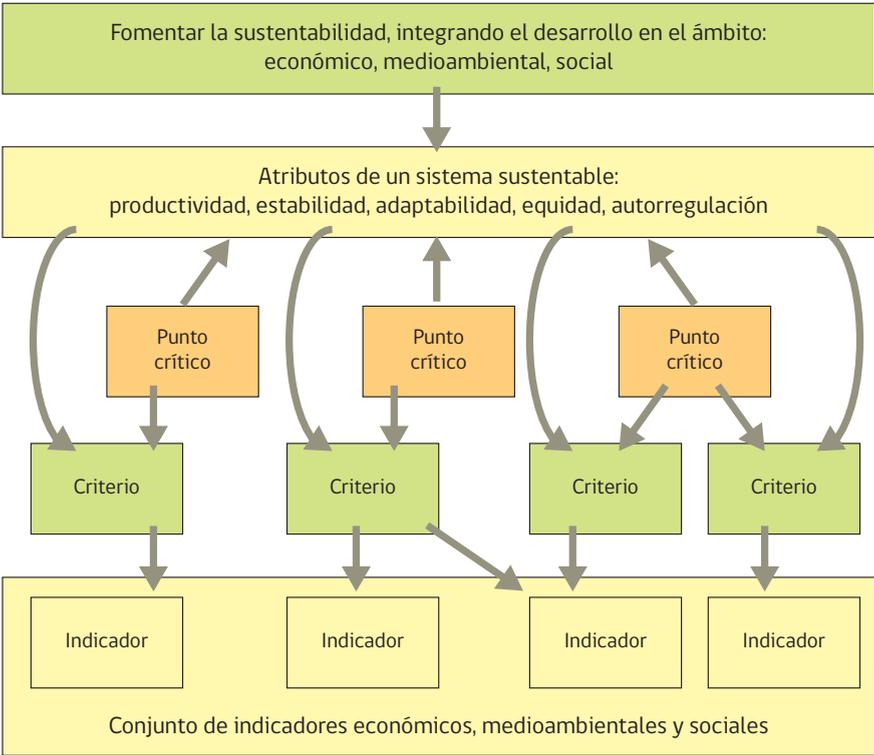
La metodología entrega las pautas para seleccionar un conjunto coherente de indicadores adaptados a la realidad específica de la zona y del sistema de producción de los agricultores, en vez de utilizar indicadores que se apliquen independientes del contexto local. Con este acercamiento, los resultados del monitoreo tienen mayor relevancia para los usuarios en comparación con la aplicación de un conjunto común de indicadores. La apropiación de los resultados de las evaluaciones aumenta cuando se implementa en forma participativa, involucrando todos los actores relevantes en el proceso.

Figura 1: Flujo metodológico para analizar y monitorear la sustentabilidad.



La coherencia entre los indicadores se logra a través de la aplicación de un enfoque de sistemas en conjunto con la implementación de un marco jerárquico (**Figura 2**) para la identificación y selección de indicadores de sustentabilidad (Smyth & Dumanski, 1995; Lammerts van Bueren et al., 1997; van Cauwenbergh et al. 2007), a través de este marco los usuarios especifican su interpretación de la sustentabilidad, sus objetivos y ambiciones (que se denominan criterios), para desarrollar un predio más sustentable y los indicadores para monitorear los avances hacia la sustentabilidad. En el marco jerárquico propuesto por MESMIS los objetivos están vinculados con puntos críticos que amenazan la sustentabilidad del agroecosistema. Esta vinculación promueve que la propuesta de evaluación de sustentabilidad incluya los temas que son de relevancia para los usuarios. En la siguiente sección (2.2.) se describe con más detalle el marco jerárquico utilizado en el presente proyecto.

Figura 2: Marco jerárquico para seleccionar un conjunto coherente de indicadores de sustentabilidad.



Ejemplo de la implementación práctica en Petorca

En la provincia de Petorca, la herramienta para monitorear la sustentabilidad fue desarrollada en forma participativa con los principales usuarios: extensionistas y profesionales de INDAP. Con este grupo de participantes se realizó un ciclo de talleres que combinó capacitaciones teóricas -para entregar el conocimiento necesario para construir la herramienta- y ejercicios prácticos participativos incluyendo en algunas instancias a los agricultores, orientados a la aplicación de la teoría. Durante la parte teórica se trataron los siguientes temas:

- El concepto sustentabilidad y su relación con la producción agrícola
- La transición hacia la sustentabilidad
- Metodologías para evaluar la sustentabilidad
- Diagnóstico participativo de los agroecosistemas

Es importante destacar que el concepto de sustentabilidad es muy amplio y se interpreta en distintas formas. Durante la fase teórica se aspira lograr un entendimiento compartido de los conceptos utilizados.

A través de la parte práctica de la capacitación, los participantes aprendieron a aplicar los conceptos teóricos para identificar y priorizar prácticas de manejo y otras intervenciones orientadas a mejorar la sustentabilidad de los predios, de sus usuarios y el monitoreo de sus avances. Durante la parte práctica los participantes:

- Implementaron el diagnóstico de un predio
- Analizaron y priorizaron sus puntos críticos
- Identificaron prácticas y acciones para mejorar la sustentabilidad y
- Desarrollaron indicadores para el monitoreo de la sustentabilidad

2.2. El concepto de sustentabilidad y el marco jerárquico para la selección de indicadores

El concepto de sustentabilidad que se emplea en el método MESMIS y en este manual, está basado en un enfoque de sistemas en analogía con Conway (1985; 1987), en el cual se visualiza el predio como un agroecosistema y considera que un agroecosistema sustentable debe poseer los siguientes atributos:

- **Productividad:** tiene la capacidad de proveer el nivel deseado de ingresos económicos, productos y servicios -no valorizados económicamente- necesarios para la mantención de la familia del productor, los animales y otros componentes del predio.
- **Estabilidad:** mantiene el mismo nivel productivo bajo condiciones normales y tiene la capacidad de amortiguar los efectos de eventos negativos (por ejemplo: sequía, volatilidad del mercado, huelga).
- **Adaptabilidad:** la capacidad de responder exitosamente a cambios.
- **Equidad:** la capacidad de distribuir los beneficios y asumir los costos (efectos negativos) del sistema en forma razonable y justa.
- **Autorregulación:** capacidad de manejar y regular eventos y relaciones externas.

De esta forma, fomentar la sustentabilidad del predio implica implementar intervenciones que fortalecen estos atributos del sistema. Simultáneamente, en línea con los pensamientos de la "Comisión Brundtland" (WCED, 1987) y otros autores, se considera que la sustentabilidad requiere la búsqueda de un balance entre el desarrollo en los ámbitos económico, medioambiental y social.

El marco jerárquico ayuda a convertir estos conceptos generales sobre la sustentabilidad en objetivos más específicos y en un conjunto de indicadores para monitorear los avances hacia la sustentabilidad. El gran desafío en la utilización de indicadores es la construcción de un conjunto que incluya todos los aspectos relevantes, pero que al mismo tiempo no tenga más indicadores que los que el equipo técnico puede manejar con los recursos disponibles. El marco jerárquico ayuda a ordenar la identificación y selección de indicadores y procura la coherencia entre aquellos seleccionados.

El marco jerárquico aplicado en el presente manual (**Figura 2**) consta de los siguientes niveles:

- **Nivel 1 – Objetivo general:** fomentar la sustentabilidad del predio, integrando su desarrollo en el ámbito económico, medioambiental y social.
- **Nivel 2 – Atributos:** este segundo nivel explicita el concepto de sustentabilidad empleado a través de los cinco atributos mencionados en el inicio de esta sección (Productividad, Estabilidad, Adaptabilidad, Equidad y Autorregulación).
- **Nivel 3 – Puntos Críticos:** son los aspectos y procesos que fortalecen o desafían la sobrevivencia del predio en el tiempo.
- **Nivel 4 – Criterios:** son descripciones más específicas de los atributos. Describen qué aspectos y/o procesos del agroecosistema deben estar funcionando bien – y cómo deben estar funcionando para que se generen los atributos de sustentabilidad. Por ejemplo: los aspectos que son esenciales para mantener la estabilidad del sistema. Al mismo tiempo, los criterios vinculan los puntos críticos con los atributos del sistema. En este sentido también se pueden considerar como el estado deseado de los puntos críticos para alcanzar la sustentabilidad. Ver ejemplos de criterios en la siguiente página.
- **Nivel 5 – Indicadores:** son los parámetros que permiten monitorear el avance hacia el cumplimiento de los criterios.

El conjunto de los puntos críticos, criterios, indicadores y sus valores de referencia, proveen una descripción detallada y específica de los aspectos que los usuarios estiman importantes y sus metas para alcanzar la sustentabilidad.

Ejemplo de la implementación práctica en Petorca: Criterios e indicadores relacionados con los puntos críticos identificados por los extensionistas de la provincia de Petorca:

	Punto crítico	Criterio	Indicador
ECONÓMICO	Canales de comercialización	Fomentar la autonomía comercial.	Nº de clientes
	Ingreso económico	Poder vivir de los ingresos generados por el sistema productivo.	Trabajo fuera del predio
	Capacidad de invertir	Generar suficiente ahorro.	Utilidad
	Uso y costo de insumos externos	Reducir la dependencia de los insumos externos.	Gastos en insumos
MEDIOAMBIENTAL	Disponibilidad de agua	Utilizar el agua en forma eficiente.	Eficiencia del uso del agua
	Calidad del suelo	Fomentar la calidad física, química y biológica del suelo.	Calidad del suelo
	Ocurrencia de plagas y enfermedades	Prevenir la ocurrencia de plagas y enfermedades a través de prácticas de manejo y diseño del predio.	Aplicación de plaguicidas
	Consumo de energía	Fomentar el uso de energía de fuentes renovables.	Generación de energía renovable
SOCIAL	Demanda y disponibilidad mano de obra	Se logra atraer suficiente mano de obra para desarrollar las tareas planificadas.	Atracción de trabajadores
	Acceso a información/ conocimiento	Participación en actividades de capacitación y difusión.	Capacitación
	Cambio generacional	Las futuras generaciones tienen interés en continuar el predio.	Permanencia de jóvenes en el predio
	Estado de salud de los integrantes de la familia	El trabajo en el predio fomenta la salud de la familia.	Enfermedades y/o accidentes relacionados con el trabajo

Capítulo 3

Guía práctica para la implementación de la metodología que permite analizar y evaluar la sustentabilidad en predios agrícolas

El objetivo del presente capítulo es enseñar en forma práctica cómo implementar la metodología. En la sección 3.1., se desarrollan los puntos que se deben tomar en cuenta antes de iniciar la implementación. La sección 3.2. provee una descripción detallada de la metodología.

3.1. Aspectos a considerar antes de empezar

3.1.1. Definición y delimitación del sistema

Las metodologías e indicadores que se aplicarán para el monitoreo de la sustentabilidad dependerán de la escala espacial del sistema en estudio y la escala temporal de las evaluaciones. Considerando la escala espacial uno puede analizar la sustentabilidad a distintos niveles: a nivel de un potrero, predio, cuenca, provincia, país, continente, cadena productiva, etcétera y obtener distintos resultados. Por ejemplo, si los resultados de un análisis del consumo de agua de una cuenca demuestran un balance hídrico positivo, este resultado no excluirá la posibilidad que a nivel de predio o potrero los productores individuales están extrayendo más agua de la disponible según su cuota individual. Asimismo, un balance hídrico podría ser negativo en un año de sequía, y al mismo tiempo positivo si uno considera un período de diez años. Lo anterior destaca la importancia de delimitar desde el inicio el espacio y el período del ejercicio. La presente guía fue desarrollada para analizar la sustentabilidad a nivel de predio.

Además, los actores que implementarán esta metodología necesitan definir el perfil de los productores que participarán en las actividades. Criterios a considerar incluyen, entre otros, ubicación geográfica, rubros y orientación productiva, condición socioeconómica, disposición y motivación de participar en la actividad.

3.1.2. Participantes

Se recomienda desarrollar e implementar la metodología en forma grupal. Se obtiene un mejor resultado cuando se trabaja con un grupo multidisciplinario, que incluye los principales actores de la zona de intervención; estos son: agricultores, agentes de extensión y las instituciones. Un aspecto clave es la participación de los productores con quienes se va a trabajar. En primer lugar, su participación asegura que las propuestas de las intervenciones aborden temas que son de su interés y aplicables a su realidad. En segundo lugar, su conocimiento enriquecerá el diagnóstico, ya que son las personas que mejor conocen su sistema productivo.

Idealmente participarán en todos los pasos de la metodología, pero lograr este grado de participación no siempre es factible por su disponibilidad de tiempo e interés en participar en reuniones y talleres no directamente relacionados con sus actividades productivas. Si solamente se logra su participación durante una parte del proceso, será importante involucrarlos en los pasos claves: la identificación de puntos críticos (paso 3), determinación de criterios (paso 4), la elaboración de las propuestas de intervención (paso 5) y la presentación y evaluación de los resultados (paso 7).

3.1.3. Intervenciones y monitoreo individualizado para cada predio o a nivel de grupos de productores

La metodología se puede utilizar para identificar puntos críticos, desarrollar un plan de intervención y monitoreo para predios de usuarios individuales o para un conjunto de usuarios. La siguiente descripción de la metodología está orientada al desarrollo de planes y un sistema de monitoreo a nivel de múltiples grupos de productores, ya que permitirá comparar los avances entre productores y entre grupos de productores. No obstante, también se puede utilizar la presente guía para desarrollar planes individuales.

3.2. Pasos metodológicos

La metodología que permite realizar la selección y priorización de las prácticas y actividades más sustentables, y monitorear los avances hacia la sustentabilidad consta de siete pasos:

- **Paso 1:** Inducción del proceso a los participantes y visualización del resultado esperado al implementar la metodología.
- **Paso 2:** Diagnóstico del agroecosistema.
- **Paso 3:** Identificación y priorización de los puntos críticos del sistema.

- **Paso 4:** Elaboración de criterios.
- **Paso 5:** Identificación de intervenciones para fomentar la sustentabilidad.
- **Paso 6:** Determinación de indicadores de sustentabilidad y el monitoreo.
- **Paso 7:** Procesamiento, análisis y presentación de los resultados.

En las siguientes páginas se describen los siete pasos de la metodología en detalle. A partir del Paso 2, la descripción de cada paso al inicio tiene una descripción general, seguido por una descripción de un ejemplo de la implementación en la práctica basada en la experiencia generada con el GTT en la provincia de Petorca. Al final se presenta, en forma detallada, el procedimiento para su aplicación.

Figura 3. Actividad de capacitación de extensionistas pertenecientes al GTT.



Paso 1: Inducción del proceso a los participantes y visualización del resultado esperado al implementar la metodología

El concepto de sustentabilidad es muy amplio y se interpreta en forma distinta dependiendo, entre otros, de los valores y normas que cada persona adquirió a través de sus orígenes culturales y su formación. Es importante aclarar el concepto y crear un lenguaje y entendimiento común. Al mismo tiempo la implementación de la metodología para analizar y evaluar la sustentabilidad requiere conocimientos específicos sobre:

- el diagnóstico de un agroecosistema y su análisis
- el diagnóstico rural rápido participativo y técnicas de comunicación con productores
- la identificación de los indicadores y el monitoreo

Por lo anterior, es imprescindible intercambiar conocimiento y capacitar a los participantes del grupo en los temas, tal como se observa en la **Figura 3**. El contenido y la intensidad de estas capacitaciones se deben adaptar al nivel de conocimiento del grupo.

En el caso del GTT de extensionistas en la provincia de Petorca se desarrolló e implementó la herramienta durante un curso teórico-práctico con el enfoque didáctico “aprender-haciendo”. Cada paso se desarrolló durante una o más (según las necesidades de los participantes) sesiones de media jornada, iniciando con una introducción teórica al tema del día, seguido por ejercicios grupales orientados a la implementación de la teoría en terreno.

Paso 2: Diagnóstico del agroecosistema

El objetivo del diagnóstico es detectar las condiciones y las causas que amenazan la sustentabilidad de los predios agrícolas. Este ejercicio está orientado a recopilar información sobre:

- cómo el manejo del agroecosistema que realizan las familias de productores, afecta la sustentabilidad de sus predios
- qué factores externos afectan la sustentabilidad de los predios y cómo estos lo afectan.

A través de estas tres Etapas:

- Etapa 1: Elaboración de una guía para la recopilación de los datos necesarios para el diagnóstico
- Etapa 2: Implementación del diagnóstico
- Etapa 3: Sistematización de los resultados

Los resultados obtenidos serán insumos para los siguientes pasos de la metodología que incluyen la determinación de puntos críticos, criterios y la identificación de indicadores. Obviamente la calidad y representatividad de los resultados dependen de los predios visitados.

El número y el método de selección de los predios incluidos en el diagnóstico serán claves para obtener resultados representativos. Idealmente se aplica el diagnóstico a una muestra grande de predios elegidos al azar. La determinación del número de predios depende de la heterogeneidad de los predios en la zona. Con más heterogeneidad entre los productores, se requiere incluir más predios para obtener resultados confiables. Generalmente se elige una muestra entre 20 y 30 productores. No obstante lo anterior, en la práctica a menudo faltan los recursos y el tiempo para realizar el diagnóstico en un número elevado de predios. En la presente metodología seguimos los principios del Diagnóstico Rural Rápido, orientado a la recopilación de datos en forma acelerada.

En vez de un número grande de productores, se propone visitar una muestra reducida de agricultores, que en su conjunto representen la diversidad presente en la zona. Luego, se valida la información durante un taller con un número mayor de productores. El ejemplo de la implementación del paso 3 en la práctica (ver página 34), se demuestra el proceso de validación de los resultados en el caso del GTT en la provincia de Petorca.

• **Etapa 1: Elaboración de una guía para la recopilación de los datos necesarios para el diagnóstico**

La tarea integra la caracterización de los distintos componentes (o subsistemas) y recursos del agroecosistema; sus interrelaciones y relaciones con su entorno; las prácticas de manejo; determinantes biofísicos y socioeconómicos; concentrándose en temas que pueden afectar la sustentabilidad en forma positiva o negativa. El diagnóstico generalmente empieza con la recopilación de la información estadística disponible en censos, literatura e internet. Además se consulta con funcionarios de organizaciones dedicadas a la recopilación de este tipo de información o las personas que conducen estudios en la zona. En una segunda etapa se realiza entrevistas semi-estructuradas con los productores y otros actores relevantes (asesores, compradores, oferentes de insumos y servicios, etc.). Para estructurar estas entrevistas y aumentar la confiabilidad de la información recopilada, se recomienda utilizar técnicas gráficas - como el dibujo de mapas, diagramas de flujos, calendarios agrícolas, etc. diseñadas para el estudio de sistemas agrícolas (Conway, 1985; Reijntjes et al., 1992; Chambers, 2007).

Para la implementación de las entrevistas semi-estructuradas con productores, se recomienda implementar técnicas participativas desarrolladas para el diagnóstico de agroecosistemas (**Cuadro 1**). Aplicar estas técnicas ayuda a mantener la estructura durante la entrevista semi-estructurada y mejorar la calidad de la información recopilada, ya que la representación visual de la información durante la entrevista fomenta la retroalimentación por el entrevistado. Durante los años se han publicado gran cantidad de manuales sobre el diagnóstico rural participativo. Una publicación en español, y accesible a través de internet, es el material publicado por IICA: 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación (Geilfus, 2002).

Cuadro 1: Técnicas que se aplican en un Diagnóstico Rural Rápido.

- Mapeo del predio o transecto de la zona
- Mapeo de redes de actores externos
- Elaboración de calendarios
- Elaboración de líneas históricas
- Elaboración de visiones del futuro

• Etapa 2: Implementación del diagnóstico

Consiste en la implementación del plan elaborado en la etapa anterior: la recopilación de datos disponibles tanto en la literatura como en bases de datos, y la realización de entrevistas en los predios seleccionados (**Figura 4**).

Figura 4. Aplicación del diagnóstico en predios usuarios de INDAP que reciben asesoría de los extensionistas del GTT.



• **Etap 3: Sistematización de los resultados**

Se sistematiza la información recopilada, elaborando una descripción escrita y gráfica del sistema. Para la sistematización escrita se recomienda utilizar un formato estándar (ver **Cuadro 2**, como ejemplo). La descripción gráfica consiste en la elaboración de un diagrama que incluye todos los componentes del sistema, recursos, relaciones con el entorno y los distintos flujos entre los distintos ítems incluidos en el diagrama (Ver **Figura 5**, como ejemplo).

Ejemplo de la implementación del paso 2 en la práctica:

El trabajo con los extensionistas se inició con una capacitación sobre el diagnóstico rural rápido y las distintas técnicas para implementar el diagnóstico. Después de la capacitación los extensionistas elaboraron un plan de trabajo para el diagnóstico, que incluía los datos a recopilar, la fuente de información para cada dato y en el caso de las entrevistas las técnicas participativas a implementar para obtener la información. Luego se aplicó el diagnóstico a un usuario por rubro. Es importante tomar en cuenta que INDAP y sus asesores, ya cuentan con mucha información sobre sus usuarios y gran parte de esta información está disponible en bases de datos internas. Por lo anterior, se evitó recopilar información durante las entrevistas que ya estaba disponible.

Instrucciones de trabajo para desarrollar el Paso 2

▪ Etapa 1: La elaboración de una guía para la recopilación de los datos necesarios para el diagnóstico

En esta etapa se determina:

- la información que se necesita recopilar
- la fuente/ubicación de esta información
- la metodología de su recopilación
- estimación del tiempo/costos para su recopilación
- la persona responsable para su recopilación

La tarea se realiza en la siguiente forma:

1. Elaborar una lista con los posibles factores que influyen sobre la sustentabilidad y otra información que se considera importante.
2. Indicar la fuente de información de cada factor y la persona responsable para su recopilación.
3. Para la información a recopilar a través de entrevistas con productores:
 - a. Determinar el número de productores que se van a visitar y los criterios para seleccionar los productores.
 - b. Indicar las técnicas que se van a aplicar para cada ítem de la lista elaborada en el punto 1 y el orden de su aplicación. (ver **Cuadro 1**: Técnicas que se aplican en un Diagnóstico Rápido Rural).
 - c. Estimar el tiempo requerido para ejecutar la entrevista y analizar si será necesario adaptarla al tiempo disponible.
 - d. Para cada técnica a utilizar elaborar una lista de preguntas claves.
 - e. Si la entrevista será ejecutada por más de una persona, se necesita dividir tareas entre los participantes.
4. Elaborar un plan de trabajo para la recopilación de datos que incluye:
 - a. los datos a recopilar
 - b. fuente de información,
 - c. metodología de recopilación,
 - d. responsable de la recopilación
 - e. y carta Gantt.

Nota: El procedimiento descrito arriba está aplicado a equipos de trabajo que ya tienen algún grado de conocimiento de la zona y sus productores. En el caso que no se cuente con este conocimiento dentro del equipo, será necesario realizar un número de entrevistas previas con personas claves, es decir productores y profesionales con mucho conocimiento sobre la agricultura de la zona, orientadas a la identificación de los principales temas relacionados con la sustentabilidad y posibles fuentes de información.

▪ **Etapa 2: Implementación del diagnóstico**

Implementar el plan de trabajo elaborado en la etapa anterior.

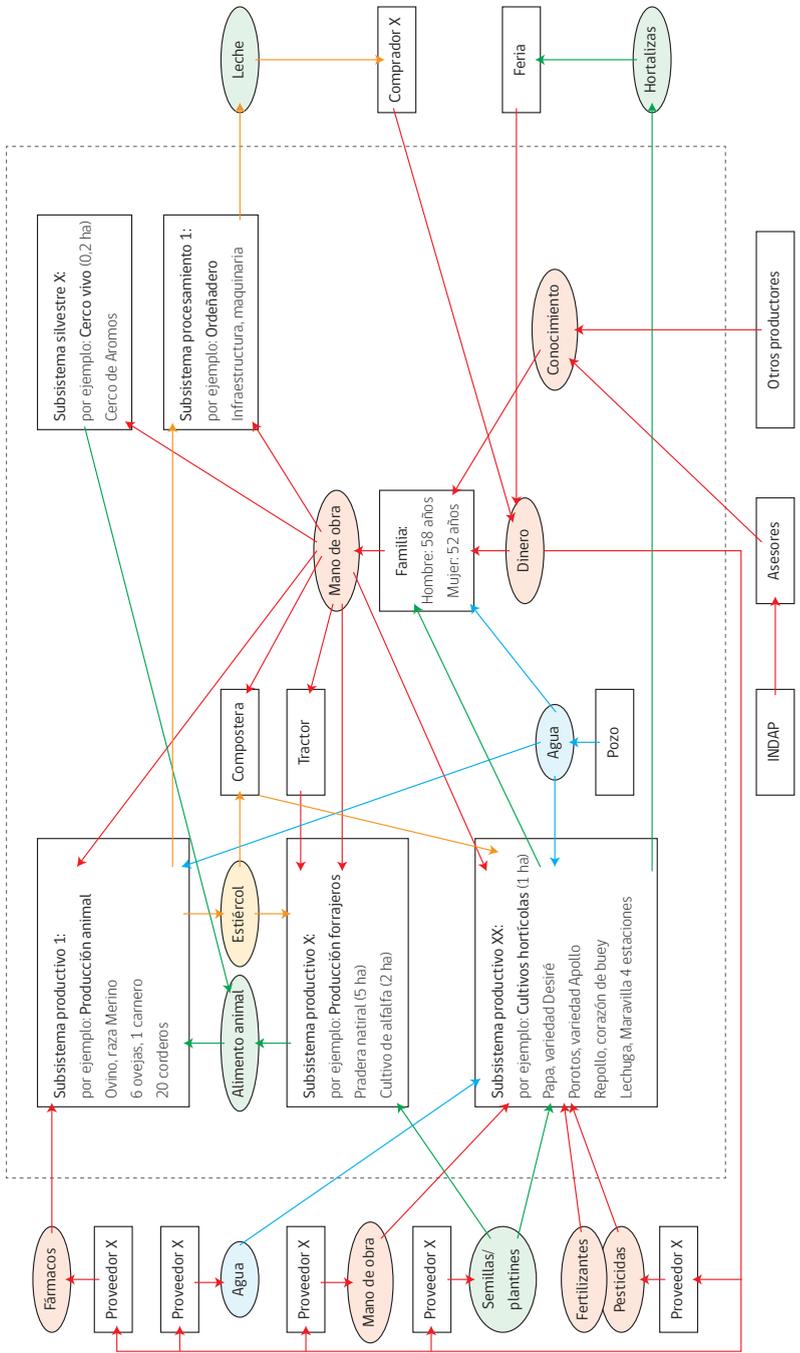
▪ **Etapa 3: Sistematización de los resultados**

La información se procesa elaborando una representación gráfica del sistema (**Figura 5**) y una descripción escrita (**Cuadro 2**).

La tarea se realiza de la siguiente forma:

1. Elaborar un diagrama de cada agroecosistema (predio) diagnosticado (ver **Figura 5**, como ejemplo). El dibujo incluye:
 - a. Los componentes claves del agroecosistema,
 - b. Los recursos e insumos internos y externos (agua; energía; nutrientes; infraestructura: pozos, canales, galpones, corrales, etc.; productos sanitarios; mano de obra; conocimiento; dinero; etcétera).
 - c. Los actores y los factores externos que influyen sobre el funcionamiento del sistema
 - d. Las interacciones entre los distintos componentes
2. Describir los determinantes biofísicos y socioeconómicos de cada agroecosistema diagnosticado, los sub-sistemas identificados en el diagrama (punto anterior) y los actores y factores externos, considerando, entre otros, los ítems sugeridos en la **Cuadro 2**.

Figura 5: Diagrama genérico de un agroecosistema.



Cuadro 2: Aspectos genéricos para describir un agroecosistema.

Determinantes	
<p>Biofísicas, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Clima, precipitación anual, meses libres de heladas, temperatura máxima mes más cálido, temperatura mínima mes más frío · Tipo de suelo, · Altitud, · Pendiente, · Disponibilidad de agua, · (Agro) Ecosistemas y elementos del paisaje en los alrededores 	
<p>Socio-económicas, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Tenencia de la tierra (propietario, arrendatario, mediero) · Tamaño del predio, · Tipo de unidad productiva (familiar o empresa); número de integrantes de la familia; número de trabajadores · Edades de los integrantes, · Estado de salud, · Nivel educacional, · Nivel económico, · Destino de la producción, · Acceso a: <ul style="list-style-type: none"> · conocimiento, · infraestructura, · tecnología, · insumos, · financiamiento y · mercado · Grado organizacional 	

	<p>Subsistema productivo X, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Tamaño, · Especies de cultivos/animales, variedades/razas, · Prácticas de manejo del suelo, manejo del cultivo/animal, manejo de la fertilidad del suelo/alimentación animal, manejo sanitario, rotaciones, cosecha · Uso/disponibilidad de insumos, agua, mano de obra · Maquinaria, grado de mecanización · Productos y destinos · Productividad agronómica y económica · Problemas/dificultades encontrados · Impacto al entorno (p. ej. contaminación, erosión, recursos hídricos áreas silvestres, comunidad)
	<p>Subsistema elaboración/procesamiento X, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Descripción del proceso · Maquinaria, grado de mecanización · Productos y destinos · Desechos y destinos · Productividad · Problemas/dificultades encontrados · Impacto al entorno (por ejemplo : contaminación, erosión, recursos hídricos áreas silvestres, comunidad)
	<p>Subsistema Silvestre o área "sin" manejo X, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Descripción del área · Productos o servicios que ofrece · Contribución económica · Intervenciones de manejo · Grado de mantención/ degradación
	<p>Otros factores relevantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Indica si existen actores, instituciones, aspectos legales que influyen sobre la sustentabilidad del sistema.

Paso 3: Identificación y priorización de los puntos críticos del sistema

Un punto crítico se define como un aspecto o proceso que limita o fortalece la sustentabilidad del predio. La construcción de la lista de puntos críticos consiste en cuatro etapas:

- Etapa 1: Fortalezas y debilidades, con respecto a la sustentabilidad del sistema.
 - Etapa 2: Construcción de una lista de puntos críticos.
 - Etapa 3: Generación de una lista general de puntos críticos para la zona de trabajo.
 - Etapa 4: Priorización de los puntos críticos.
- **Etapa 1: Fortalezas y debilidades, con respecto a la sustentabilidad del sistema**

Se analizan las fortalezas y debilidades del sistema con relación a la sustentabilidad. Para este fin se definen las fortalezas como “Características del sistema que contribuyen a la capacidad del sistema de sostenerse en el tiempo” y las debilidades como “Características del sistema que desafían la sobrevivencia del sistema”.

▪ **Etapa 2: Construcción de una lista de puntos críticos**

Se revisa la larga lista generada en la etapa anterior, agrupando ítems relacionados y eliminando ítems redundantes. Además se chequea si se logró analizar el sistema en forma balanceada, tomando en cuenta cada uno de los cinco atributos que confieren sustentabilidad al sistema y considerando las tres dimensiones (económica, medioambiental y social). Si la asociación de los puntos críticos con los atributos y dimensiones demuestran atributos y/o dimensiones poco cubiertas por los puntos críticos, se reanalizará el diagnóstico con énfasis en las áreas deficitarias en el análisis inicial.

▪ **Etapa 3: Generación de una lista general de puntos críticos para la zona de trabajo**

Se combinan las listas de los distintos predios diagnosticados en una sola lista general de puntos críticos para la zona de trabajo.

• Etapa 4: Priorización de los puntos críticos

Para avanzar hacia la sustentabilidad se necesita fortalecer los cinco atributos (productividad, estabilidad, adaptabilidad, equidad y autorregulación), y por ende los criterios identificados, en forma integral. No obstante, sobre todo con sistemas con muchos problemas de sustentabilidad, será necesario desarrollar un plan de trabajo a largo plazo, programando las actividades según su prioridad. Por otro lado, también se tiene que tomar en cuenta, que las intervenciones abordarán aspectos técnicos, económicos y sociales, por lo cual se necesita buscar alianzas entre distintos actores e instituciones.

Para construir un ranking, se puede aplicar una de las distintas técnicas de priorización descritos en la literatura sobre metodologías participativas (Geilfus, 2002), como por ejemplo la “matriz de problemas” (ver **Cuadro 6**). Es importante destacar que cualquier metodología participativa para construir un ranking debe basarse en el juicio del experto, es decir, el participante del ejercicio, y por ende, a pesar que se asignan valores numéricos a los ítems de la lista, la metodología se considera cualitativa. La calidad de los resultados del ejercicio se mejora incorporando suficiente espacio de discusión sobre las elecciones de cada participante y al proveer la posibilidad a los participantes de modificar su opinión en base de estas discusiones.

Ejemplo de la implementación del paso 3 en la práctica

En el trabajo realizado con el GTT de extensionistas se efectuó este ejercicio con los datos del diagnóstico y el conocimiento de los extensionistas de los predios, además de información de otros productores que asesoran. Para validar los resultados obtenidos por los extensionistas, se realizaron tres talleres con 65 productores y extensionistas distintos, divididos en grupos de trabajo de entre 5 y 7 personas más un facilitador (persona capacitada en la metodología que tiene el rol de guiar al grupo durante el ejercicio)

Los grupos consistían en productores del mismo rubro principal: flores, hortalizas, frutales, apicultura y ganadería. Además se formó un grupo con los extensionistas que atienden a los productores de los rubros antes mencionados. Durante los talleres se solicitó a los productores y a los extensionistas identificar y priorizar puntos críticos. La priorización final se realizó en tres etapas (ver **Figura 6** y **Figura 7**):

La **primera selección** se realizó a través de una votación, dejando hasta 3 puntos críticos por ámbito. En la segunda etapa, el grupo evaluó el efecto de los puntos críticos seleccionados en cinco propiedades que se consideraban esenciales para un desarrollo sustentable:

- Generar un buen ingreso, que permita mantener la familia con los ingresos del predio.
- Calidad de vida: satisfacer las necesidades no materiales de los integrantes de la familia y estar contento con su vida y trabajo en el predio.
- Cuidar los recursos esenciales para la producción agrícola: (la salud de la familia, el suelo, el agua, la biodiversidad, la energía).
- Vivir en armonía con sus vecinos, proveedores, compradores, autoridades y su entorno físico.
- Tener la capacidad de responder a emergencias (climáticas económica, etcétera) y nuevas situaciones.

Durante la **tercera etapa** el investigador INIA procesó los resultados de los talleres, uniformó el lenguaje y construyó un ranking consolidado, calculando el número de veces que cada ítem fue mencionado y el número de veces que cada ítem fue priorizado.

Figura 6. Grupo de productores realizando el ejercicio de priorización. Clasificaron los puntos críticos según los tres ámbitos: económico, medioambiental y social. En la foto los productores están analizando los resultados de la votación de los puntos críticos más importantes con sus pares. Una vez terminada la primera discusión, se evaluarán los puntos críticos seleccionados según los criterios de la matriz en la derecha de la foto.



Figura 7. Floricultor explicando la priorización de su grupo durante la sesión plenaria del taller.



Instrucciones de trabajo para desarrollar el Paso 3

Para identificar los puntos críticos, para cada predio incluido en el diagnóstico, se realiza un análisis de las fortalezas y debilidades del agroecosistema, utilizando la información generada en el paso anterior. Los primeros dos etapas se realizan para cada predio incluido en el diagnóstico (Paso 2). Una vez generada la lista de puntos críticos por predio, se genera una lista general de puntos críticos para la zona geográfica del diagnóstico.

▪ Etapa 1. Fortalezas y debilidades, con respecto a la sustentabilidad del sistema

Para este ejercicio se define las fortalezas y debilidades en la siguiente manera:

Fortaleza: Característica del sistema que contribuye a la capacidad del sistema de sostenerse en el tiempo.

Debilidad: Característica del sistema que desafía la sobrevivencia del sistema.

La tarea se realiza en la siguiente forma:

1. Se trabaja en forma grupal, utilizando papelógrafos y tarjetas.
2. Se prepara un papelógrafo para cada uno de los siguientes componentes del agroecosistema identificado en el Paso 1 (ver **Cuadro 3** como ejemplo):
 - a. Los distintos subsistemas,
 - b. Los recursos internos del sistema, entradas de insumos y otros materiales, y sus flujos
 - c. Los actores y factores externos
3. Se completa cada papelógrafo de la siguiente forma:

Cada integrante del grupo anota utilizando unas tarjetas las fortalezas y debilidades del componente del sistema que aparecen en el papelógrafo (una tarjeta por fortaleza y/o debilidad), posteriormente se colocan las tarjetas en el papelógrafo. Se revisa y discute las tarjetas entregadas. Se reduce el número de tarjetas, eliminando tarjetas que tocan el mismo tema, dejando solamente una tarjeta por tema. Si durante esta discusión surgen nuevos tópicos se pueden incluir nuevas tarjetas.

4. Se prepara un papelógrafo con título "agroecosistema entero" y se revisa con el grupo si surgen nuevas tarjetas con fortalezas y debilidades.

Nota: Si para algún componente no encuentran fortalezas o debilidades, se deja el papelógrafo en blanco.

Cuadro 3: Cuadro genérico para la elaboración de las fortalezas y debilidades del agroecosistema.

Subsistema:
Fortaleza:
Debilidad:
Recurso/Entrada/flujo:
Fortaleza:
Debilidad:
Entorno: Actores/Factores externos
Fortaleza:
Debilidad:
Agroecosistema integrado
Fortaleza:
Debilidad:



• **Etapa 2: Construcción de una lista de puntos críticos**

Recordemos que un punto crítico se define como un aspecto o proceso que limita o fortalece la sustentabilidad del agroecosistema. Por lo tanto, en esta etapa se utilizan las tarjetas de fortalezas y debilidades generadas en la etapa anterior para crear una lista balanceada de puntos críticos del predio. Se considera la lista como balanceada si los puntos críticos de la lista cubren los tres ámbitos (social, económico y ambiental) del desarrollo sustentable y los cinco atributos de un sistema sustentable:

Productividad: tiene la capacidad de proveer el nivel deseado de ingresos económicos, productos y servicios no monetizados.

Estabilidad: mantiene el mismo nivel productivo bajo condiciones normales y tiene la capacidad de amortiguar los efectos de eventos negativos (por ejemplo: sequía, volatilidad del mercado, huelga).

Adaptabilidad: la capacidad de responder exitosamente a cambios.

Equidad: la capacidad de distribuir los beneficios y los costos del sistema en forma razonable y justa.

Autorregulación: capacidad de manejar y regular eventos y relaciones internas y externas.

La tarea se realiza en la siguiente forma:

1. Se ordena en un solo papelógrafo todas las tarjetas (fortalezas y debilidades) elaboradas en la etapa anterior, agrupando los ítems relacionados y dejando una tarjeta por grupo. Esta tarjeta debe expresar la raíz o asunto principal del punto crítico, ver ejemplo:

Ejemplo: se identificaron como fortalezas un "suelo de buena calidad, alta en materia orgánica" y "la siembra de cultivos de cobertura". Son ítems relacionados y se deja "la (buena) calidad de suelo" como Punto crítico, y no "la siembra de cultivos de cobertura", ya que se considera el último ítem una de las soluciones técnicas para mejorar la calidad del suelo.

2. Se elabora en un papelógrafo un cuadro como en el ejemplo (**Cuadro 4**) y

- Se coloca cada tarjeta que quedó después del ejercicio de ordenamiento (ver punto anterior) en el ámbito que corresponde.

Nota: Algunos puntos críticos se pueden relacionar con más de un ámbito. En este caso se asigna el punto crítico al ámbito en lo cual se estima que tiene mayor impacto.

- Se marca con un "X" en las columnas del mismo cuadro el atributo más afectado (en forma positiva o negativa) por el punto crítico. En el caso que el punto crítico afecta varios atributos, solamente marca los dos atributos más afectados.
- Se revisa si ambos, tanto los atributos como los ámbitos están suficientemente cubiertos. En el caso que no todas las áreas están cubiertas o se detecta un desbalance (la mayoría de los puntos críticos son en el ámbito medioambiental y pocos en el ámbito social) se necesita revisar el diagnóstico y completar la lista con temas faltantes.

Cuadro 4: Cuadro genérico para ordenar los puntos críticos.

Ámbito	Punto crítico	Productividad	Estabilidad	Adaptabilidad	Equidad	Autorregulación
Económico						
Medio-ambiental						
Social						

▪ **Etapa 3: Generación de una lista general de puntos críticos para la zona de trabajo**

La lista general se desarrolla combinando las listas individuales de los predios diagnosticados.

La tarea se realiza de la siguiente forma:

Se elabora un cuadro de acuerdo a este ejemplo (**Cuadro 5**):

1. Combina las listas de los predios individuales en una lista única, manteniendo la división en los tres ámbitos (económico, medioambiental y social), generando un cuadro como el ejemplo (ver **Cuadro 5**).
2. Chequea la formulación de los puntos críticos, y en el caso que se detecta que no para todos los predios han utilizado el mismo lenguaje, armoniza las formulaciones de los puntos críticos.
3. Suma los puntos críticos idénticos y anota en el cuadro en cuántos predios el punto crítico fue diagnosticado
4. Para cada ámbito, alista los puntos críticos en orden de relevancia, empezando con los puntos más diagnosticados.

Cuadro 5: Ejemplo de un cuadro que combina los puntos críticos de los distintos predios diagnosticados.

Ámbito	Punto crítico	Número de veces diagnosticado
Económico		
Medio-ambiental		
Social		

• **Etapa 4: Priorización de los puntos críticos**

Si se obtiene una lista larga de puntos críticos, y sus criterios correspondientes, se estima necesario priorizar. Se recomienda realizar un ranking de los puntos críticos de cada ámbito (económico, medioambiental y social) y seleccionar entre 3 y 5 ítems por ámbito.

Se puede hacer una primera priorización basada en el número de veces que se ha detectado cada punto crítico (ver etapa anterior y **Cuadro 5**). Después de esta primera priorización se eliminan los puntos críticos pocas veces detectados. Con los puntos críticos más comunes se realiza un análisis más detallado para determinar su orden de importancia, que consiste en estimar el efecto de cada punto crítico en los otros puntos críticos (ver **Cuadro 6**).

La tarea se realiza de la siguiente forma:

1. Del cuadro generado en la etapa anterior se eliminan los puntos críticos menos frecuentes, diagnosticados en <20% de los predios, dejando como mínimo 3 puntos críticos por ámbito. En el caso que en uno de los ámbitos, esta selección dejara menos de 3 puntos críticos, se mantendrán los puntos críticos más diagnosticados. En el caso de empates entre puntos críticos se mantendrán todos los puntos críticos con el mismo puntaje.
2. Para los puntos críticos seleccionados se analiza el efecto (positivo, neutro y negativo) de cada punto crítico en los otros puntos críticos seleccionados, entre sí, según el ejemplo en **Cuadro 6**. Si el efecto de mejorar el ítem X sobre ítem Y es:
 - a. Muy positivo se asigna 2 puntos
 - b. Positivo se asigna 1 punto
 - c. Neutro se asigna 0 puntos
 - d. Negativo se asigna -1 punto
 - e. Muy negativo se asigna - 2 puntos
3. Suma los números de cada columna: el orden de la priorización sigue el orden del puntaje de mayor a menor. En el caso de empates se sugiere considerar el número de veces que el punto crítico fue diagnosticado.

Cuadro 6: Un ejemplo de un matriz de problemas.

Ambito	Medioambiental			Económico			Social		
	Punto Crítico	Deterioro del suelo	Uso eficiente del agua	Incidencia de plagas
Medioambiental	Deterioro del Suelo		1	0					
	Uso eficiente del agua	2		0					
	Incidencia de plagas	1	1						
Económico	Ingreso	2	1	1					
	Dependencia intermediarios	0	0	1					
	Capacidad de invertir	1	0	0					
Social	Carga Laboral	-2	-1	-1					
	Estado de salud familia	0	0	1					
	Asociatividad	0	1	0					
	SUMA	4	3	2					

Paso 4: Elaboración de criterios

Los criterios describen el estado deseado de los puntos críticos identificados. Por ejemplo, uno de los puntos críticos señalados por productores y extensionistas de la provincia de Petorca es la dependencia de un número limitado de compradores. En este caso se definió como criterio “fomentar la autonomía comercial”. Los criterios vinculan, por un lado, el punto crítico, con los atributos de sustentabilidad. Por otro lado, proveen las directrices hacia un futuro más sustentable, y por ende, guían la identificación de intervenciones e indicadores para el monitoreo de la sustentabilidad del sistema. Por lo anterior, la redacción de los criterios es clave, ya que determina el grado de ambición de los esfuerzos para alcanzar la sustentabilidad. El caso de la contaminación con pesticidas se puede utilizar para demostrar la existencia de distintos niveles de ambición. En este caso: si se define como criterio “fomentar un manejo orientado a la prevención de la ocurrencia de plagas y enfermedades”, se invita a buscar soluciones que incluyan cambios en el manejo del cultivo y en el diseño del predio. Mientras tanto, cuando el criterio determinado será como “evitar el uso de productos con etiquetas rojos”, muy probablemente solamente se ocuparán de reemplazar las pesticidas más tóxicos por insecticidas menos tóxicos.

Ejemplo de la implementación del paso 4

Los criterios se elaboran a través de discusiones grupales. En el caso de Petorca, la lista final fue el resultado de un trabajo interactivo entre los extensionistas, funcionarios INDAP y funcionarios INIA. En una primera sesión los extensionistas, separados por rubro, elaboraron los criterios para los puntos críticos que habían identificado para su propio rubro.

El investigador INIA utilizó esta información para elaborar una lista transversal, es decir, una lista con puntos críticos y criterios válidos para todos los rubros. Esta lista fue mejorada durante una sesión con 2 funcionarios INDAP y dos profesionales del INIA. Luego, se invitó a los extensionistas a opinar y mejorar la lista. Los resultados se encuentran en la página 17.

Instrucciones de trabajo para desarrollar el Paso 4

La tarea se realiza en la siguiente forma:

Para cada punto crítico priorizado en el paso anterior se elabora por lo menos un criterio, a través de un trabajo grupal, aplicando la técnica de lluvias de ideas, utilizando tarjetas y papelógrafos:

1. Considera el primer punto crítico
2. Cada integrante del grupo anota uno o más ideas para el criterio en tarjetas (una idea por tarjeta)
3. Se colocan las tarjetas en el papelógrafo
4. Se discuten y reformulan las ideas hasta que se llega a un consenso sobre la versión final del criterio.

Nota: *a menudo se puede asociar más de un criterio con un punto crítico. Aunque se puede proponer más de un criterio, será importante analizar la relevancia de cada criterio y su contribución a fortalecer el atributo asociado con el punto crítico y solamente mantener los criterios esenciales para el fortalecimiento del (o los) atributos de sustentabilidad.*

Paso 5: Identificación de intervenciones para fomentar la sustentabilidad

El objetivo final de la implementación de la metodología es concientizar a los usuarios sobre los temas que afectan la sustentabilidad y fomentar cambios en el manejo de los predios. Los productores generalmente necesitan “ver para creer”. El monitoreo (Paso 5) ayuda a visualizar el problema y el efecto de distintas intervenciones. Distinguimos dos formas para visualizar el efecto de distintas prácticas de manejo e intervenciones:

1. Evaluar y comparar un número de predios durante la misma temporada (o una serie de temporadas) y analizar las diferencias entre los predios y sus efectos en la sustentabilidad.
2. Medir cambios en el tiempo en el mismo predio (o un número de predios), de preferencia antes y después de una o más intervenciones, y evaluar el efecto de esta(s) intervención(es) en la sustentabilidad.

Si se opta por la primera forma se puede omitir el paso 5 y seguir al paso 6.

En el caso de evaluar el efecto de intervenciones, será conveniente utilizar los puntos críticos para orientar la selección de intervenciones, identificando soluciones que ayudan a alcanzar los criterios relacionados con los puntos críticos.

Ejemplo de la implementación del paso 5

Los integrantes del GTT de extensionistas de la provincia de Petorca identificaron a través de acuerdos grupales los siguientes criterios para priorizar: (1) contribución a alcanzar el criterio relacionado con el punto crítico, (2) facilidad de su implementación y (3) probabilidad de su adopción por los usuarios. Los resultados se encuentran en el **Cuadro 7**.

Cuadro 7: Ejemplos de propuestas de intervenciones elaboradas por los extensionistas del GTT en la provincia de Petorca.

	Punto crítico	Criterio	Propuestas de prácticas e intervenciones
ECONÓMICO	Canales de Comercialización	Fomentar la autonomía comercial	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Diversificar la producción con otras especies. ▫ Generación de red de comercialización. ▫ Agregar valor a la producción en la etapa de postcosecha: mejorar prácticas de postcosecha, calidad del producto, formatos de embalaje, trazabilidad, etcétera.
	Ingreso económico	Vivir de los ingresos generados por el sistema productivo	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Mejorar rendimiento. ▫ Establecer un precio base para la venta. ▫ Mejoras genéticas del rebaño. ▫ Establecimiento de praderas.
	Capacidad de invertir	Generar suficientes ahorros	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Diseño de una planilla simple que permita visualizar los ingresos y egresos y capacitación en su uso.
	Uso y costo de insumos externos	Reducir la dependencia de los insumos externos	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Reciclaje de materia vegetal. ▫ Siembra de abonos verdes.

MEDIOAMBIENTAL	
Disponibilidad de agua	Utilizar el agua en forma eficiente
Calidad del suelo	Fomentar la calidad física, química y biológica del suelo
Ocurrencia de plagas y enfermedades	Prevenir la ocurrencia de plagas y enfermedades a través de prácticas de manejo y diseño del predio
Consumo de Energía	Fomentar el uso de energía de fuentes renovables
Demanda y disponibilidad mano de obra	Se logra atraer suficiente mano de obra para desarrollar las tareas planificadas
Acceso a información/ conocimiento	Participación en actividades de capacitación y difusión
Cambio generacional	Las futuras generaciones tienen interés en continuar el predio
Estado de salud de los integrantes de la familia	El trabajo en el predio fomenta la salud física y mental de la familia
SOCIAL	
	<ul style="list-style-type: none"> Instalar y mejorar sistema de riego tecnificado. Mejorar labores de mantenimiento del sistema de riego tecnificado. Reciclaje de materia vegetal y animal. Mejorar manejo del suelo con abonos orgánicos, biopreparados y cultivos de cobertura. adopción de técnicas de labranza. Utilización de sistema de monitoreo de plagas y enfermedades. Manejo de plagas con pesticidas orgánicos y enemigos naturales. Uso de corredores biológicos y manejo de la biodiversidad. Instalación de paneles fotovoltaicos y otras fuentes de energías renovables a través de la postulación a proyectos. Disminuir uso de energía. Planificación de cultivos según disponibilidad de mano de obra. Incorporación de tecnologías (mecanización). Establecer unidades demostrativas. Fomentar el acceso a nuevas tecnologías de información. Cursos de capacitación, talleres y charlas. Incentivos (subsídios para proyectos y créditos blandos) dirigidos a jóvenes. Mejores condiciones laborales en el predio. Fomentar participación de los jóvenes en actividades de capacitación y el programa SAT de INDAP. Capacitación en manejo de agroquímicos (FR). Capacitación en legislación laboral (H).

Instrucciones de trabajo para desarrollar el Paso 5

En este paso se identifica posibles prácticas de manejo y otras acciones que se tiene que implementar para alcanzar los criterios identificados en el paso anterior. A través de discusiones grupales, para cada punto crítico se construye una lista de posibles prácticas y acciones. Luego se selecciona las prácticas y acciones más adecuadas utilizando un set de criterios que incluye su impacto en los atributos de sustentabilidad y/o los criterios relacionados con los puntos críticos y su costo/facilidad de implementación. Además será importante identificar los responsables de su implementación.

La tarea se realiza en la siguiente forma:

1. Para cada punto crítico priorizado en el Paso 3 se identifican soluciones que contribuyen a alcanzar la meta deseada (el criterio definido en el paso anterior), aplicando la técnica de lluvias de ideas, utilizando tarjetas y papelógrafos:
 - a. Considera el primer punto crítico
 - b. Cada integrante del grupo anota uno o más soluciones en tarjetas (una solución por tarjeta)
 - c. Se coloca las tarjetas en el papelógrafo
 - d. Se discutan y reformulan las soluciones, eliminando soluciones repetidas
2. Priorización: una vez elaborada la lista de soluciones, se califica, en una escala de 1 - 5 (1=baja, 5 = alta)
 - a. la probabilidad que la intervención contribuye a alcanzar la meta (criterio de diagnóstico)
 - b. la facilidad de su implementación (considerando requerimientos de inversiones en dinero, conocimiento, tiempo, etcétera)
 - c. la probabilidad de su adopción por el productor
 - d. Suma el puntaje y selecciona para cada punto crítico la(s) intervención(es) mejor evaluadas
3. Para las intervenciones seleccionadas indica quien(es) necesitan asesorar/ apoyar al productor en su implementación.

Nota: *En el caso que falta información o conocimiento para poder determinar soluciones, anota la información/conocimiento faltante y las acciones necesarias para obtener esta información.*

Paso 6: Determinación de indicadores de sustentabilidad y el monitoreo

Los indicadores son parámetros que permiten medir si el predio se desarrolla en la dirección deseada, es decir, el grado de cumplimiento con los criterios definidos en el Paso 4.

Para seleccionar los indicadores más adecuados para el monitoreo del avance hacia la sustentabilidad, se debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Permitir medir cambios/diferencias en los puntos críticos identificados.
Se debe considerar ¿qué propiedades se espera que van a manifestar cambios dentro del período del monitoreo?. Si el monitoreo va acompañado con la implementación de prácticas se debe considerar las propiedades que cambiarán como resultado de la implementación de las prácticas. Si uno considera, por ejemplo, el suelo, este tiene propiedades que no cambian durante nuestra vida, como la textura (arenosa, arcillosa) y otras que si cambian rápidamente como la fertilidad química. En este caso, la textura no se puede utilizar como indicador. Intervenciones para mejorar la sustentabilidad, orientado al suelo, comúnmente tienen el fin de aumentar el contenido de materia orgánica. Sin embargo, en este caso se tiene que tener en cuenta que cambios en el contenido de materia orgánica solamente se van a notar a largo plazo, después de por lo menos 3 años. Entonces, si el periodo de monitoreo durará menos tiempo, la materia orgánica tampoco será un buen indicador. En este caso se tendrá que utilizar propiedades que pueden mostrar cambios en menos tiempo, como por ejemplo la presencia de lombrices o el tamaño y la estabilidad de los agregados del suelo.
- Fáciles de medir
Será recomendable utilizar indicadores que se pueden medir sin la necesidad de contar con implementos o maquinarias difíciles de conseguir o de alto costo y sin la necesidad de contratar personal especializado. Por ejemplo, existen distintos parámetros y metodología para evaluar la actividad biológica del suelo. Se podría analizar todos los microorganismos presentes, pero implica análisis costosos en laboratorios especializados. En este sentido, evaluar la presencia de lombrices sería más sencillo.
- Confiables y reproducibles
Se necesita priorizar metodologías que generan resultados replicables en el tiempo y no dependan de la persona que aplica la metodología. En general, implica preferir metodologías cuantitativas sobre cualitativas. Sin embargo,

también la implementación de metodologías cuantitativas depende de la interpretación de la persona que aplica la metodología. Por lo anterior será indispensable contar con protocolos para las mediciones y practicar su implementación.

- Sencillo de interpretar

Los parámetros que están directamente relacionados con los fenómenos conocidos y observables por un productor son más fáciles de entender. Por ejemplo, para productores será más fácil entender que el agua de riego tiene un alto contenido de sales, que el agua tiene una alta conductividad eléctrica. Por lo anterior se recomienda evitar el uso de índices, como la huella de carbono, índice de felicidad, etcétera, ya que para entender estos índices se necesita conocer la composición de los parámetros originales y la fórmula del cálculo del índice. Además, como el índice es una composición de varias variables, conocer solamente su valor final no es suficiente para saber cuál(es) de las variables originales ameritan intervenciones.

Además de identificar los indicadores, será necesario establecer la fórmula o manera de establecer su valor, las metodología(s) para obtener los datos, el período y frecuencia de las mediciones y los responsables de obtener la información.

Una vez determinados los indicadores será preciso determinar el valor ideal o deseado y el valor absolutamente no deseado del indicador. Estos umbrales máximos y mínimos permitirán interpretar los valores medidos en la práctica.

La manera de establecer estos valores depende de cada indicador y del conocimiento disponible. En primer lugar, se recomienda consultar a los productores sobre sus metas y valores que consideran como no aceptables para cada indicador. En segundo lugar se puede establecer los valores en base a promedios y valores máximos y mínimos que se encuentran en las estadísticas y publicaciones de la zona. Otra forma es realizar una línea base de un grupo de alrededor de 30 productores y utilizar estos datos para establecer los umbrales.

Ejemplo de la implementación del paso 6 en la práctica

En el caso de Petorca, la determinación de indicadores, su forma de medición y sus valores se realizó en dos etapas. Primero, los cuatro grupos de trabajo de los extensionistas, elaboraron una lista de indicadores para su rubro, relacionado con los criterios que habían determinado en el Paso 4.

En la segunda etapa el investigador INIA utilizó esta información para elaborar una lista transversal, es decir, una lista de indicadores, fórmulas y metodologías de medición, válidos para todos los rubros. Esta lista fue mejorada durante una sesión con dos funcionarios INDAP y dos profesionales del INIA. Luego, se invitó los extensionistas a opinar y mejorar la lista.

Cuadro 8: Criterios e indicadores relacionados con los puntos críticos identificados por los productores y los extensionistas de la provincia de Petorca.

PUNTO CRÍTICO	Criterio	Indicador	Fórmula
ECONÓMICO	Canales de Comercialización	Nº de clientes	Σ procesadores, distribuidores, cadenas de retail, comerciantes y puestos de venta directa asociado al agricultor.
	Ingreso económico	Trabajo fuera del predio	Σ días de trabajo fuera del predio de los integrantes de la familia.
	Capacidad de invertir	Utilidad	Σ (ingresos generados por los rubros principales/año) - Σ (costos de los rubros principales/año)/superficie del (los) rubro(s) principal(es) (o cabezas de ganado en el caso de la ganadería).
	Uso y costo de insumos externos	Gastos en insumos	Σ costos de insumos/ Σ valor de venta del (los) rubro(s) principal(es).
	Disponibilidad de agua	Eficiencia del uso del agua	% del superficie cultivado con sistema tecnificado.
MEDIOAMBIENTAL	Calidad del suelo	Calidad del suelo	Índice según metodología para la determinación de la condición biológica del suelo (Sabaini & Avila, 2015).
	Ocurrencia de plagas y enfermedades	Aplicación de plaguicidas	$[(\# \text{aplicaciones químicas de etiqueta roja} * 4) + (\# \text{aplicaciones químicas de etiqueta amarilla} * 3) + (\# \text{aplicaciones químicas de etiqueta azul} * 2) + (\# \text{aplicaciones químicas de etiqueta verde})] / \# \text{cultivos}$.
	Consumo de energía	Ahorro de energía	$(\text{kWh electricidad utilizada durante los tres meses de mayor consumo del año anterior} - \text{kWh electricidad utilizada durante los mismos tres meses del año actual}) / \text{kWh electricidad utilizada durante los tres meses de mayor consumo del año anterior} * 100\%$.

SOCIAL				
Demanda y disponibilidad mano de obra	Se logra atraer suficiente mano de obra para desarrollar las tareas planificadas	Atracción de trabajadores	# de veces/año con falta de trabajadores.	
Acceso a información/ conocimiento	Participación en actividades de capacitación y difusión	Capacitación	Σ jornadas/año de asistencia a actividades de capacitación orientadas a la sustentabilidad de cada integrante adulto de la familia.	
Cambio generacional	Las futuras generaciones tienen interés en continuar el predio	Presencia de jóvenes en el predio	Escala grado: 0= ya o todavía no hay jóvenes (entre 16 y 35 años) en el predio, 1 = existen jóvenes pero no manifiestan interés en permanecer productivamente en el predio, 2 = existen jóvenes en el predio con interés pero sin participación y 4= existen jóvenes con interés y participación en la estructura productiva del predio.	
Estado de salud de los integrantes de la familia	El trabajo en el predio fomenta la salud física y mental de la familia	Enfermedades y/o accidentes relacionados con el trabajo	Σ días/año no trabajados por razones de salud/# personas que trabajan en el predio.	

Instrucciones de trabajo para desarrollar el Paso 6

La tarea se realiza en la siguiente forma:

1. Para cada Punto Crítico y criterio definidos en los Paso 3 y Paso 4 se identifican indicadores que contribuyen a alcanzar la meta deseada (el criterio definido en el paso anterior), aplicando la técnica de lluvias de ideas, utilizando tarjetas y papelógrafos:
 - a. Considera el primer punto crítico
 - b. Cada integrante del grupo anota uno o más indicadores y su fórmula de medición en tarjetas (un indicador por tarjeta)
 - c. Se colocan las tarjetas en el papelógrafo
 - d. Se discuten y reformulan los indicadores y fórmulas, eliminando tarjetas repetidas
2. Selección de los indicadores más aptos: se revisa si los indicadores propuestos cumplen con los criterios mencionados en el párrafo de introducción de este paso. Con este fin se completa el **Cuadro 9**, evaluando cada indicador, para los cuatro criterios de la tabla asignando un valor entre 1 y 5 (5 = muy positivo y 1 = muy negativo), y se elige para cada criterio el indicador mejor evaluado.
3. Determinación de los valores de referencia. Para cada indicador seleccionado se determina el
 - valor máximo = valor ideal o deseado y
 - Valor mínimo = el valor absolutamente no deseado.

Esta etapa requiere tiempo ya que implica recopilar información no fácilmente disponible. Se contemplan tres formas para determinar estos valores de referencia:

- Consultar los productores involucrados y expertos en los temas relacionados con los indicadores a través de un taller o entrevistas.
- En base de valores (promedios, mínimos y máximos) que se encuentran en los datos estadísticos y las publicaciones de la zona.
- realizar una línea base de un grupo de alrededor de 30 productores y utilizar estos datos para establecer los valores máximos y mínimos.

Cuadro 9: Criterios para evaluar y priorizar indicadores.

PUNTO CRÍTICO	INDICADOR	Facilidad de tener acceso a los datos	Tiempo y costo para recolectar los datos	Confiablez de (las metodologías para obtener) los datos	Mide los cambios deseados en el punto crítico	TOTAL



Paso 7: Procesamiento, análisis y presentación de los resultados

Para facilitar la presentación y reflexión sobre los resultados se propone utilizar un gráfico radial ya que éste permite captar los distintos puntos críticos en una sola imagen y visualizar cambios en el tiempo o entre predios (Figura 8). El conjunto de indicadores para evaluar la sustentabilidad normalmente es muy diverso: consiste de indicadores cuantitativos y cualitativos, expresados en distintas unidades y escalas. Para lo cual se debe realizar en dos etapas:

▪ **Etapla 1: Estandarización de los valores**

La construcción de un gráfico radial requiere estandarizar la escala de los distintos indicadores. Una forma sencilla es transformar los valores de cada indicador a una escala de 0 a 100, en lo cual el 0 es el umbral mínimo y el 100 el umbral máximo o el valor deseado del indicador.

▪ **Etapla 2: Construcción de la planilla de datos Excel**

Para el procesamiento de los datos y la generación de los gráficos será conveniente construir planillas electrónicas, en un programa como Microsoft Excel.

Los gráficos servirán como insumo para discusiones con los productores y como insumo para determinar cómo se puede fortalecer la sustentabilidad del predio. Cabe destacar que el avance hacia la sustentabilidad es un proceso dinámico, que requiere reflexiones periódicas sobre los avances y metas, que incluye revisar y actualizar, si fuera necesario, los puntos críticos, criterios e indicadores. Por ende, la metodología se debe aplicar como un proceso cíclico (**Figura 1**).

Ejemplo de la implementación del paso 7

En el caso de la provincia de Petorca se desarrolló una herramienta que consiste de un documento con tres formularios (**Anexo 1**).

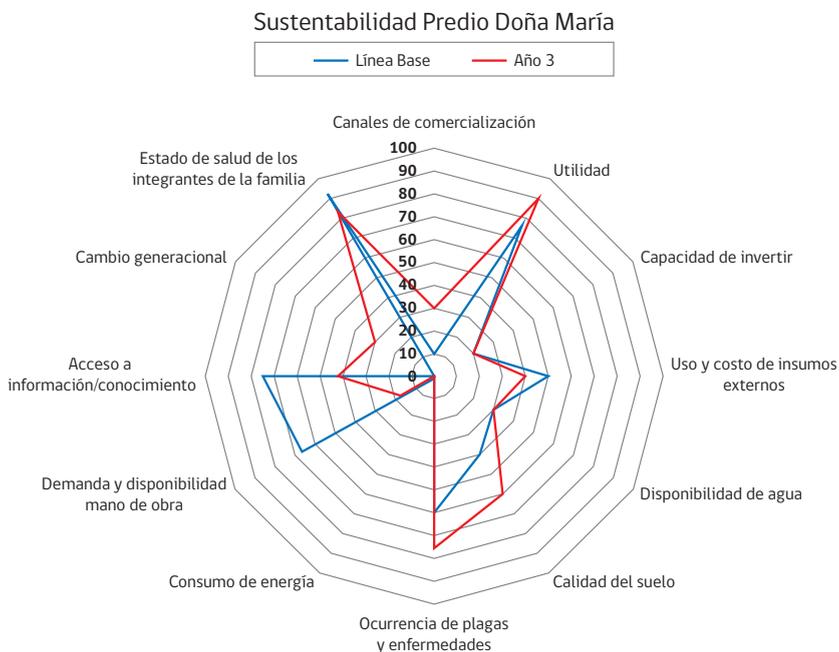
Planilla 1: Un formulario para registrar **datos generales** del predio

Planilla 2: Un formulario para llenar los **resultados del monitoreo** de un conjunto de **12 indicadores de sustentabilidad** que permiten medir el comportamiento del predio.

Planilla 3: Un formulario para llenar los resultados del monitoreo de un conjunto de indicadores que permiten medir el grado de adopción de prácticas propuestas por el extensionista.

Los indicadores de adopción de las prácticas de la planilla son específicos para cada rubro y extensionista. Los indicadores de la planilla 2 son idénticos para cada rubro pero sus valores de referencia, es decir, los valores que se estiman como deseado y absolutamente no deseado, pueden variar entre rubros. No obstante, en la presentación final todos los valores medidos de los indicadores se convierten a un valor en una escala de 0 -100 (0 = estado no deseado y 100 = estado deseado) en forma automática, a través de fórmulas incorporadas en la planilla. Al llenar el formulario la planilla también genera un gráfico de los resultados (Figura 8).

Figura 8: Ejemplo de una presentación gráfica de los resultados del monitoreo.



Instrucciones de trabajo para desarrollar el Paso 7

▪ Etapa 1. Estandarización de los valores

La tarea se realiza en la siguiente forma:

Se asigna el valor "0" al valor no deseado y el valor "100" al valor deseado. Considera los siguientes ejemplos:

- Ejemplo 1: Se detectó la falta de canales de comercialización como punto crítico y alcanzar autonomía comercial como criterio. Para monitorear avances se eligió como Indicador el "número de clientes del productor", se estima que el valor mínimo es 0 (un productor que no vende su producción). El número máximo de compradores no es ilimitado.

Sobre la base de la experiencia en la zona se decidió que para un productor el número ideal de compradores será "5". Pueden haber productores con más compradores pero se considera que un número mayor a 5 no aumenta la autonomía comercial. En este caso se asigna el valor "100" al valor medido = 5.

En el caso anterior el valor ideal (5) es más alto que el valor no deseado (0). Pero también se pueden contemplar casos donde el valor deseado es más bajo que el valor no deseado. Considere el siguiente ejemplo:

- Ejemplo 2: Se detectó la contaminación con plaguicidas como punto crítico y un manejo y diseño del predio orientado a la prevención de plagas como criterio. Para ello se eligió "el número de aplicaciones con plaguicidas" como indicador. En este caso el ideal será 0 aplicaciones y la situación no deseada un número alto de aplicaciones, por ejemplo 52 aplicaciones por año cuando en la zona se acostumbra aplicar semanalmente.

En este ejemplo también se asigna el valor 0 al valor absolutamente no deseado: 52 y el valor 100 a predios con cero aplicaciones de pesticidas.

En los dos casos anteriores uno de los valores de referencia era "0": 0 clientes en el primer ejemplo y 0 aplicaciones con pesticidas en el ejemplo 2. También se puede imaginar casos donde ninguno de los valores de referencia corresponde a una medición "0". Si regresamos al primer ejemplo: en Chile es extraño que se encuentren zonas con productores que no venden su producción, es decir que

tienen 0 clientes. Es más común trabajar con productores que tienen al menos 1 canal de comercialización. En este caso será más adecuado elegir 1 como el valor mínimo no deseado y asignar el valor 0 a los predios que solamente tienen un comprador.

Tomando en cuenta lo anterior en el **Cuadro 10**, se presentan las fórmulas para la estandarización de los valores de referencia para distintas situaciones:

Cuadro 10: Fórmulas para la estandarización de los valores de referencia para distintas situaciones.

Valor mínimo (no deseado) real (A)	Valor máximo (ideal) real (B)	Fórmula para convertir el valor medido (X) a la escala 0-100.
0	>0	$(X/B)*100$
>0	0	$(1 - (X/A))*100$
>0	>A	$((X-A)/(B-A))*100$
>B	>0	$(1-(X-B)/(A-B))*100$

▪ **Etapa 2: Construcción de la planilla de datos Excel**

Se utiliza la planilla construida con el GTT de Petorca, como ejemplo ver **Anexo 1.2**.

La tarea se realiza en la siguiente forma:

Llenar en columna:	
A:	Ámbitos (económico, medioambiental, social) al cual pertenecen los ítems de las siguientes columnas
B:	Puntos críticos
C:	Criterios
D:	Indicador
E:	Fórmula para medir el indicador
F:	Definiciones y aclaraciones de los términos utilizados en la fórmula
G:	Criterio para la determinación del valor NO DESEADO del indicador
H:	Criterio para la determinación del valor DESEADO del indicador
I:	Metodología para obtener los datos necesarios
J:	Comentarios/ insumos necesarios para obtener la información
K:	Valor NO DESEADO del indicador (según el criterio de la columna G)
L:	Valor DESEADO del indicador (según el criterio de la columna H)
M:	Valor medido Año X
N:	Valor medido Año X+1
O:	Valor medido Año X+2, etc.
P:	Valor estandarizado Año X: llenar fórmula según Cuadro 10
Q:	Valor estandarizado Año X+1: llenar fórmula según Cuadro 10
R:	Valor estandarizado Año X+2: llenar fórmula según Cuadro 10

1. Construcción de la planilla de indicadores para medir el comportamiento del predio.
2. Con el cursor en una celda vacía de la planilla, por ejemplo, la celda S1 se construye el gráfico radial:
 - a. Seleccionar con el mouse todas las celdas de las columnas P, Q y R que están asociadas a un punto crítico de la columna C.
 - b. En la barra arriba en la pantalla se elige "insertar", luego "gráficos", luego "todos los gráficos" y luego "radial" y al final "aceptar". Ahora aparece el gráfico en la planilla.

- c. Para incluir los títulos en el gráfico, con el cursor en el gráfico se presiona el botón derecho del mouse y se elige "datos" y en la parte derecha de la ventana que aparece se presiona editar y en la nueva ventana se incluyen las celdas con los nombres de los criterios (Cx hasta Cxx). Se presiona dos veces aceptar y ahora los criterios aparecen en el gráfico.
- d. Para agregar nombres a las series (Año X, Año X+1, etc.), con el cursor en el gráfico se presione el botón derecho del mouse y se elige "datos" y en la parte izquierda de la ventana que aparece se presione el nombre de la serie que desea cambiar (serie 1, serie 2, etc.). en la nueva ventana se incluyen las celdas con el texto de la serie. Por ejemplo la celda P1, si esta celda contiene el texto "Año X", etcétera.

Conclusiones

El nuevo desafío en la producción agrícola sustentable en manos de la Agricultura Familiar Campesina, AFC.

A través del tiempo la Agricultura Familiar Campesina (AFC) ha sido el pilar de cada sociedad, asegurando el alimento de la población. Con ello se han desarrollado una serie de innovaciones y tecnologías que se han implementado a través de la historia y que permiten optimizar cada vez más los procesos relacionados a la agricultura.

Prácticas agrícolas con estándares de calidad y medio ambientales, como el cuidado del suelo, el agua, la biodiversidad y la producción limpia, libre de elementos que puedan ser mínimamente peligrosos para el ser humano, son relevantes para alcanzar una producción sustentable en el tiempo. El compromiso de cada agricultor, es fundamental para alcanzar un paso significativo en el desarrollo y la implementación de prácticas orientadas a una agrícola sustentable.

En el desarrollo de los procesos productivos es fundamental lograr un equilibrio económico, social y medio ambiental que permita a los productores de la AFC tener sistema sustentable en el tiempo. Para alcanzar este equilibrio, los productores deben ser capaces de entender sus sistemas productivos como un sistema integrado, económicamente sustentable y en armonía con su entorno. La metodología presentada en este manual tiene el fin de apoyar este proceso.

Al aplicar la metodología los extensionistas y productores logran identificar los aspectos claves donde cada unidad productiva puede y debe realizar cambios, implementando las prácticas recomendadas por cada equipo y en el mismo tiempo cuantificar el impacto de los cambios en los indicadores de sustentabilidad. En el desafío de seguir este camino sustentable, los productores cuentan con el apoyo del Ministerio de Agricultura, a través de INIA e INDAP, el cual a través de sus programas de extensión agrícola tiene la oportunidad de aplicar esta herramienta para apoyar el camino hacia una sustentabilidad real.

La implementación de la metodología

Al ser esta una metodología de tipo “participativa”, la implementación en forma correcta y la generación de buenos resultados, es decir, cambios en el manejo del predio que realmente contribuyen a la sustentabilidad dependen de varios factores como el grado de participación, la forma de tomar decisiones y las habilidades técnicas y sociales del equipo que implementa la metodología. A continuación se elabora estos factores.

Un aspecto clave es la participación de los productores con quienes se va a trabajar. En primer lugar, su participación asegura que las propuestas de intervenciones aborden temas que son de su interés y aplicables a su realidad. En segundo lugar, su conocimiento enriquecerá el diagnóstico ya que son las personas que mejor conocen su sistema productivo. Idealmente participarán en todos los pasos de la metodología. Pero lograr este grado de participación no siempre es factible por su disponibilidad de tiempo e interés en participar en reuniones y talleres, dado que algunos, no las perciben como directamente relacionados con sus actividades productivas. Si se logra su participación durante una parte del proceso, será importante involucrarlos en los pasos claves: la identificación de puntos críticos, determinación de criterios y la elaboración de propuestas de intervención. La importancia de la participación de productores también fue destacada por los integrantes del GTT de extensionistas la provincia de Petorca, durante la evaluación final de las capacitaciones.

Otros aspectos claves son la capacitación y las habilidades del equipo involucrado en la implementación de la metodología. En el caso de INDAP son los extensionistas y los funcionarios de INDAP encargados de la implementación. Integrar el concepto de sustentabilidad en su trabajo habitual no es evidente, ya que se visualiza a los productores y predios en forma distinta. En la actualidad se encasillan los productores según su rubro, es decir, su actividad agrícola principal. Por lo tanto, los productores son clasificados como horticultores, floricultores, ganaderos, etc. Sin embargo en Chile, los usuarios de INDAP generalmente son “multirubro”. Con los extensionistas de Petorca visitamos “horticultores”, que también tenían ganado y “ganaderos” que también cultivaban flores. Incluir el tema de sustentabilidad en su trabajo, implicará salir del enfoque rubrista y fomentar el desarrollo del predio, con todos sus componentes y recursos, en forma integral. Además, se necesita ampliar el enfoque, que actualmente privilegia la productividad a un enfoque que toma en cuenta aspectos ambientales y sociales. Adicionalmente, necesitarán tener las habilidades de trabajar en forma participativa con los productores. Aunque la metodología que aplicamos en Petorca considera estos aspectos, se

necesita adaptar el contenido y la intensidad de las capacitaciones al nivel de conocimiento previo de los participantes.

Finalmente es importante considerar quienes lideran la toma de decisiones en los pasos claves de la implementación de la metodología: la identificación de los puntos críticos, la definición de los criterios, la elaboración de propuestas de intervención y la determinación de los valores de referencia de los indicadores. La definición de los criterios y los valores de referencia de los indicadores determinan la orientación y nivel de ambición de los esfuerzos para alcanzar la sustentabilidad.

El caso de la contaminación con plaguicidas se puede utilizar para demostrar la existencia de distintos niveles de ambición. En este caso: si se define como criterio *“fomentar un manejo orientado a la prevención de la ocurrencia de plagas y enfermedades”*, se invita a buscar soluciones que incluyan cambios en el manejo del cultivo y el diseño del predio.

Mientras el criterio sea *“evitar el uso de productos con etiquetas rojas”*, muy probablemente solamente se preocuparán de reemplazar los pesticidas más tóxicos por insecticidas menos tóxicos. En la opinión de los autores, en el caso de la implementación de la metodología por extensionistas de INDAP, los funcionarios de INDAP tendrán que tomar protagonismo en la toma de decisiones en estrecha colaboración con los productores.

Cabe destacar que el avance hacia la sustentabilidad es un proceso dinámico, que requiere reflexiones periódicas sobre los avances y metas, que incluye revisar si fuese necesario a objeto de actualizar los puntos críticos, criterios e indicadores. Por ende, la metodología se debe aplicar como un proceso cíclico (**Figura 1**).

Anexo

ANEXO 1: Las planillas de datos excel para procesar la información del monitoreo, elaboradas en el GTT de extensionistas Petorca.

El archivo consiste en tres planillas:

1. Antecedentes generales: Antecedentes generales del productor (Anexo 1.1.)
2. Indicadores generales: Indicadores para monitorear el avance hacia la sustentabilidad (Anexo 1.2.)
3. Formulario - Indicadores - Práctica: Indicadores para medir el grado de adopción de prácticas e intervenciones sustentables.

ANEXO 1.1: Planilla antecedentes generales

Antecedentes	
Nombre	
Primer Apellido	
Segundo Apellido	
RUT	
Dirección	
Comuna	
Región	
Teléfono	
Correo Electrónico	
Nombre del predio	
Ubicación geográfica:	Latitud
	Longitud
Rubros principales	
Superficie total del predio (ha)	
Superficie rubros principales (ha) o número de animales por especie	

Como herramientas de apoyo para la recopilación de la información para los indicadores de la hoja "indicadores generales" se necesita elaborar:

Un croquis de la parcela que incluye por lo menos:

- los distintos potreros, cultivos y/o animales
- establos, área de ordeña. almacenaje de alimentos
- áreas de packing, procesamiento y bodegas
- áreas de elaboración de compost y otros insumos
- sistema de riego, pozos
- maquinaria

Calendario agrícola (mensual) que incluye por lo menos:

- festivos y otros hitos importantes
- fenómenos climáticos importantes como inicio y término de las lluvias, heladas, etc.
- cultivos y sus labores
- animales y sus labores
- labores de procesamiento
- otros labores.

ANEXO 1.2: Planilla indicadores generales

Ambito	Punto Crítico	Especificación	Criterio	Indicador	Formula	
ECONÓMICO	Canales de Comercialización	Dependencia de un número limitante de compradores	Fomentar la autonomía comercial.	Nº de clientes	" _Procesadores, Distribuidores, Cadenas de retail, Comerciantes y Puestos de Venta Directa asociado al agricultor. NOTA: si la suma es > 5 se registra "5"."	
ECONÓMICO	Ingreso económico	Bajo Ingreso familiar	Poder vivir de los ingresos generados por el sistema productivo.	Trabajo fuera del predio	_ jornadas de trabajo fuera del predio de los integrantes adultos de la familia. Nota: si se obtiene un valor del indicador que es mayor al VALOR NO DESEADO (ver columna L), se registra el valor indicado en la celda L4.	
ECONÓMICO	Capacidad de invertir	Falta de capital para inversiones	Generar suficiente ahorros.	Utilidad	_(ingresos generados por los rubros principales/año) - _(costos de los rubros principales/año)/superficie del (los rubro(s) principal(es) (o cabezas de ganado en el caso de la ganadería).	

Definiciones y aclaraciones	Criterio para el determinar el valor NO DESEADO del indicador	Criterio para el valor DESEADO del indicador	Metodología	Comentarios/ insumos necesarios para obtener la información
<p>*Procesador: empresa o EIRL que transforma productos del predio a escala comercial; distribuidor: empresa o EIRL que revenden los productos a otras empresas comerciales; cadena de retail: cadena de supermercados; comerciantes: empresas o EIRL que venden a consumidores; puesto de venta directo: el predio mismo o puestos en ferias o otros espacios de acceso público."</p>	<p>mínimo = 1</p>	<p>máximo = 5</p>	<p>Utilizar croquis del predio, este debe incluir todos los potreros y áreas de procesamiento. Preguntar cuales son los productos que se cosechan/producen en cada potrero y/o área de procesamiento presente en el mapa y cómo y a quien se le comercializa. Sumar los comerciantes y/o procesadores u otros canales de comercialización distintos a los mencionados.</p>	<p>Utilizar croquis del predio</p>
<p>"Se cuenta solamente el número de integrantes adultos (>17 años) que forman parte del hogar en forma permanente. No se incluyen los siguientes integrantes de la familia: estudiantes de la educación secundaria y superior; discapacitados y/o >65 años con estado de salud frágil."</p>	<p>120*#adultos que viven del predio.</p>	<p>máximo =0</p>	<p>Utilizar calendario agrícola: preguntar por cada adulto de la familia, por cada mes cuantos días trabaja en la parcela cuantos días trabaja afuera de la parcela. Chequea la coherencia de las respuestas con los labores necesarios indicados en el calendario. Suma los días de trabajo mencionados. Nota: si se obtiene un valor del indicador que es mayor al VALOR NO DESEADO (ver columna L), se registra el valor indicado en la celda L4.</p>	<p>Utilizar Calendario</p>
<p>*Ingreso= valor total de la venta de la producción de los rubros principales; Costo: incluye costo de mano de obra externa y interna, maquinaria, insumos, energía, riego, material de embalaje, costos de comercialización. NOTA: en el caso de un resultado negativo se anota "0"."</p>	<p>mínimo = 0</p>	<p>1,5 * Resultado económico del rubro según la ficha técnica INDAP de la zona. En el caso de flores: 1,5 *(0,5 * resultado económico clavel + 0,5 * resultado económico alstroemeria). En el caso de hortalizas: 1,5 * 3 * resultado económico lechuga. En el caso de ganado y apicultura: 1,5* resultado económico/cabeza o colmena.</p>	<p>Para el valor de venta de los rubros principales: preguntar la productividad de cada potrero/animal y multiplica este valor con el valor promedio de venta/unidad indicado por el productor. Suma los valores de venta de los distintos rubros. Para los costos: Utilizar calendario agrícola: preguntar la cantidad y costo de cada insumo indicado en el calendario. Suma los costos. Resta la suma de los costos de la suma del valor de las ventas y divide el monto obtenido por la superficie (en ha) ocupado por los rubros (o por el número de cabezas de animales).</p>	<p>Utilizar calendario</p>

Continúa en la siguiente página.

Ámbito	Punto Crítico	Especificación	Criterio	Indicador	Formula	
ECONÓMICO	Uso y costo de insumos externos	Alto uso y costo de insumos externos	Reducir la dependencia de los insumos externos.	Gastos en insumos para el (los rubros) principal(es)	$\frac{\text{costos de insumos}}{\text{valor de venta del (los) rubro(s) principal(es)}}$	
M. AMBIENTE	Disponibilidad de agua.	Escasez de Agua	Utilizar el agua en forma eficiente.	Eficiencia del uso del agua.	$\frac{\text{\% del superficie cultivado con sistema tecnificado.}}{\text{\% del superficie cultivado}}$	
MEDIO AMBIENTE	Calidad del suelo	Suelo deteriorado	Fomentar la calidad física, química y biológica del suelo.	Calidad del suelo.	<p>Índice según metodología para la determinación de la condición biológica del suelo (Manual de Sabaini & Avila, 2015).</p>	

Definiciones y aclaraciones	Criterio para el determinar el valor NO DESEADO del indicador	Criterio para el valor DESEADO del indicador	Metodología	Comentarios/ insumos necesarios para obtener la información
Insumos: semillas (y plantulas), fertilizantes y abonos químicos y orgánicos, productos fitosanitarios y herbicidas químicos y no químicos pesticidas, herbicidas, reguladores del desarrollo vegetativo y generativo, farmacos, vacunas, productos hormonales.	mínimo = 1	máximo=0	Para los costos utilizar calendario agrícola; preguntar la cantidad y costo de cada insumo indicado en el calendario. Suma los costos. Para el valor de venta de los rubros principales: preguntar la productividad de cada potrero/animal y multiplica este valor con el valor promedio de venta/unidad indicado por el productor. Suma el valor de la venta de los rubros. Divide y el valor total de los costos por el valor total de las ventas. Nota: los rubros principales se definió en el indicador anterior.	Utilizar calendario
Riego Tecnificado, uso de bombas, filtros,	mínimo = 0	máximo = 100	Bajar mapa del predio de google earth, indicar y calcular/estimar área bajo cultivo y calcular/estimar área bajo riego técnificado.	Utilizar Mapa del predio
asesoria en incorporaci3n de rastrojos, aplicaci3n de enmiendas, compostaje y/o lombricultura, abonos verdes, cero labranza	minimo=5	Maximo= 15	*Utilizar mapa del predio y preguntar el productor que indique áreas con suelo de calidad bueno, regular y malo. Si no hay diferencias en calidad de suelo aplicar la metodología en tres lugares representativos y calcular el promedio de estas tres observaciones; si se encuentran suelos de distintas calidades se repite la metodología en dos lugares por cada categoría (bueno, regular, malo), se calcula el promedio por categoría. Luego se determina el valor del predio: (% suelo de categoría buena * promedio de las dos observaciones del suelo bueno + % suelo de categoría regular * promedio de las dos observaciones del suelo regular + % suelo de categoría malo * promedio de las dos observaciones del suelo malo).*	Mapa del predio. Palas, saco, tabla, varas de medida, paleta de abañil o cuchillo.

Continúa en la siguiente página.

Ámbito	Punto Crítico	Especificación	Criterio	Indicador	Formula	
MEDIO AMBIENTE	Ocurrencia de plagas y enfermedades	Ocurrencia de plagas y enfermedades	Prevenir la ocurrencia de plagas y enfermedades a través de prácticas de manejo y diseño del predio	Aplicación de productos fitosanitarios y veterinarios	Para Hortalizas, Flores y Frutales: [(#aplicaciones químicas de etiqueta roja*4)+ (#aplicaciones químicas de etiqueta amarilla*3)+(#aplicaciones químicas de etiqueta azul*2)+(#aplicaciones químicas de etiqueta verde)]/#cultivos (Nota: si en una aplicación utilizan varios productos, cada producto contará como una aplicación), Para Ganado: _ productos veterinarios QUE SE DESEA REDUCIR o EVITAR por Animal)/#animales	
MEDIO AMBIENTE	Consumo de Energía	Consumo de Energía	Fomentar el uso de energía de fuentes renovables	Ahorro de energía	$(\text{kWh electricidad utilizada durante los tres meses de mayor consumo del año anterior} - \text{kWh electricidad utilizada durante los mismos tres meses del año actual}) / \text{kWh electricidad utilizada durante los tres meses de mayor consumo del año anterior} * 100\%$	
SOCIAL	Demanda y disponibilidad mano de obra	Escasez y alto costo de mano de obra	Se logra atraer suficiente mano de obra para desarrollar las tareas planificadas.	Atracción de trabajadores	# de jornadas/año con falta de trabajadores	
SOCIAL	Acceso a información/ conocimiento	Conocimiento	Participación en actividades de capacitación y difusión.	Capacitación	_jornadas/año de asistencia a actividades de capacitación orientadas a la sustentabilidad de cada miembro adulto de la familia	

Definiciones y aclaraciones	Criterio para el determinar el valor NO DESEADO del indicador	Criterio para el valor DESEADO del indicador	Metodología	Comentarios/ insumos necesarios para obtener la información
FUNGICIDAS, INSECTICIDAS Y ACARICIDAS.	*Flores: 52*3=156 (cada semana del año un producto de etiqueta amarilla); Hortalizas y Frutales: 40 (10 aplicaciones con etiqueta roja/especie/año); Ganado: 7*	máximo = 0	Utilizar calendario agrícola y preguntar por cada mes y cultivo cuales productos se aplicaron y cuantas veces.	Utilizar Calendario
	mínimo = -50	máximo = 100	Obtener registro (boleta) de consumo y producción de energía por mes	Conseguir boletas/facturas/ registro de consumo y producción de energía
Preparación de suelo, plantación, pinzado, entutorado y enmallado, riego, fertilización, labores culturales, aplicación de pesticidas, cosecha, selección y embalaje	(Número jornadas que requieren contratación de personal temporal/año)/ha	máximo =0	Utilizar calendario agrícola: preguntar y anotar por cada rubro los labores que aplica, preguntar y anotar por cada labor cuantos jornales hombre requieren por mes y en el caso que el número de jornales exceden la capacidad de la familia, si logró conseguir el número de trabajadores necesarios. Sumar el número de jornales con falta de trabajador.	Utilizar Calendario
actividades de capacitación orientadas a la sustentabilidad: capacitación o difusión que promueve el desarrollo en el ámbito medio-ambiental y/o social y/o capacitaciones orientadas a la productividad agrícola y económica sin descuidar efectos negativos en el desarrollo medioambiental y social; miembros adultos: personas >17 años que forman parte del hogar en forma permanente	mínimo = 0	máximo = 12*#adultos que viven en el predio	Entrevista	

Continúa en la siguiente página.

Ámbito	Punto Crítico	Especificación	Criterio	Indicador	Formula	
SOCIAL	Cambio generacional	Faltan mejores oportunidades e incentivos de desarrollo para jóvenes	Las futuras generaciones tienen interés en continuar el predio.	Presencia de jóvenes en el predio	"Escala grado: 0= ya o todavía no hay jóvenes (entre 16 y 35 años) en el predio, 1= existen jóvenes pero no manifiestan interés en permanecer productivamente en el predio, 2= tiene hijos < 16 años; 3= existen jóvenes en el predio con interés pero sin participación y 4= existen jóvenes con interés y participación en la estructura productiva del predio"	
SOCIAL	Estado de salud de los integrantes permanentes de la unidad productiva	Alta carga laboral	El trabajo en el predio fomenta la salud física y mental de la unidad productiva	Enfermedades y/o accidentes relacionados con el trabajo	_ días/año no trabajados por razones de salud/#personas que trabajan en el predio	

Definiciones y aclaraciones	Criterio para el determinar el valor NO DESEADO del indicador	Criterio para el valor DESEADO del indicador	Metodología	Comentarios/ insumos necesarios para obtener la información
Talleres y Reuniones Técnicas	mínimo = 0	máximo = 4	Entrevista	
Implementación de medidas y prácticas que disminuyen los riesgos de accidentes y enfermedades laborales. Disposición adecuado de productos fitosanitarios, uso MIP, respetar periodos de reingreso, uso de EPP, triple lavado.	"mínimo 12*#personas que trabajan en el predio; En el caso que el #días excede este valor se anota el valor mínimo"	máximo =0	"Utilizar calendario agrícola y preguntar por cada mes si algún faltó más de tres días por enfermedad o accidente; Preguntar por causa y si la causa se estima relacionado con el trabajo en el predio se registra el número estimado de días."	"Calendario; Aplicar cada tres meses?"

Literatura consultada

- Astier, M., O.R. Masera, y Y. Galván-Miyoshi. 2008. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. SEAE/CIGA/ECOSUR/CI Eco/UNAM/GIRA /Mundiprensa/ Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, Valencia, España.
- Astier, M., E.N. Speelman, S. López-Ridaura, O.R. Masera, y C.E. González-Esquivel. 2011. Sustainability indicators, alternative strategies and trade-offs in peasant agro-ecosystems: analysing 15 case studies from Latin America. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9:409-422.
- Chambers, R. 2007. From PRA to PLA and Pluralism: Practice and Theory. IDS Working Paper 286. Institute of Development Studies at the University of Sussex, Brighton, Reino Unido.
- Conway, G.R. 1985. Agroecosystem Analysis. *Agricultural Administration* 20:31-55.
- Conway, G.R. 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Administration* 24:95-117.
- FAO. 1989. The state of food and agriculture. World and regional reviews, sustainable development and natural resource management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.
- FAO. 2015. Construyendo una visión común para la agricultura y alimentación sostenibles. Principios y enfoques. FAO, Roma, Italia. (<http://www.fao.org/3/a-i3940s.pdf>)
- Geilfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. IICA, San José, Costa Rica.
- Lammerts van Bueren, E.M., y E.M. Blom. 1997. Hierarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards. Principles, Criteria, Indicators. Tropenbos Foundation, Wageningen, Países Bajos.
- López Ridaura, S., O. Masera, M. Astier. 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. *Ecological Indicators* 2:135-148.
- Masera, O., M. Astier, y S. López Ridaura. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada (GIRA), Patzcuaro, México.

- Reijntjes, C., B. Haverkort, y A. Waters-Bayer. 1992. Farming for the future. An introduction to Low external input agriculture. MacMillan Press, Reino Unido/ILEIA, Leusden, Países Bajos [la edición en castellano: Reijntjes C, Haverkort B, Waters-Bayer A (1995) Cultivando para el futuro. Introducción a la agricultura sustentable de bajos insumos externos. Nordan Comunidad, Uruguay]
- Ripoll-Bosch, R., B. Díez-Unquera, R. Ruiz, D. Villalba, E. Molina, M. Joy, A. Olaizola, y, A. Bernués. 2012. An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification. *Agricultural Systems* 105:45-56.
- Sabaini, C. y G. Ávila. 2015. Manual de la determinación de la condición biológica de suelo in situ e in visu en los sistemas agrícolas. Programa de Restauración Biológica del Suelo, Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso (CERES), Quillota, Chile.
- Smyth, A.J., y J. Dumanski. 1995. A framework for evaluating sustainable land management. *Canadian Journal of Soil Science* 75:401-406.
- Van Cauwenbergh, N., K. Biala, C. Biielders, V. Brouckaert, L. Franchois, V. Garcia Ciudad, M. Hermy, E. Mathijs, B. Muys, J. Reijnders, X. Sauvenier, J. Valckx, M. Vanclooster, B. Van der Veken, E. Wauters, y A. Peeters. 2007. SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 229-242.
- WCED. 1987. Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.



Boletín INIA / N° 413
www.inia.cl

