

Capítulo 8

Desarrollo de una herramienta para el monitoreo de la sustentabilidad de predios agrícolas

Aart Osman y Victoria Muena Z.

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. Esto implica considerar múltiples factores que influyen sobre la sustentabilidad del predio agrícola, que además están interrelacionados.

Esta complejidad, dificulta el desarrollo de propuestas que abarquen la sustentabilidad en forma integral. La metodología que presentamos en el presente capítulo, ayuda a visualizar y analizar los temas relacionados con la sustentabilidad y sus interacciones.

Es una herramienta de apoyo para productores y profesionales, para la selección y priorización de prácticas y actividades más sustentables. Al mismo tiempo, la metodología está orientada a la identificación de un set coherente de indicadores adaptados a la realidad específica de la zona y el sistema de producción de los agricultores. El análisis y monitoreo de sustentabilidad incentiva a los participantes a reflexionar cómo sus actividades afectan la sustentabilidad.

8.1. Metodología

La metodología fue aplicada entre el 2016 y 2017 con asesores del Programa Servicio de Asesoría Técnica (SAT) y funcionarios de INDAP de la provincia de Petorca, que integraron el Grupo de Transferencia Tecnológica (GTT) de Extensionistas de la región de Valparaíso. Los participantes eran asesores de productores categorizados como floricultores, fruticultores, horticultores y ganaderos, a través de los programas de extensión. Este GTT nace por la necesidad de apoyar a los extensionistas de INDAP en temas relacionados con la sustentabilidad.

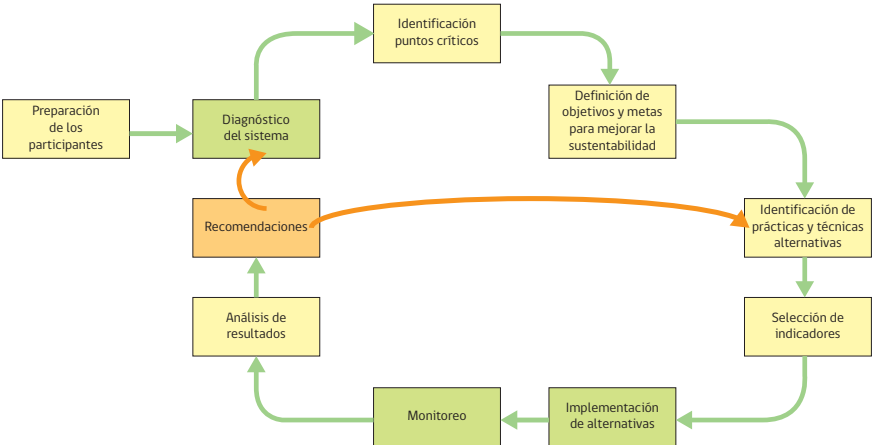
Para el desarrollo de la herramienta se adaptó la metodología MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) (Masera *et al.*, 2000; López Ridaura *et al.*, 2002; Astier *et al.*, 2008), a las necesidades específicas de las labores que realizan los funcionarios 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.

La evaluación de la sustentabilidad se realiza a través de un proceso cíclico que incluye los siguientes pasos: un 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 (**Figura 8.1**).

Las evaluaciones y reflexiones sobre sus resultados son el insumo para el inicio de un nuevo ciclo. En las siguientes secciones de este capítulo se provee una descripción más detallada de los distintos pasos de la metodología y su aplicación práctica, a través de un estudio de caso llevado a cabo en la provincia de Petorca, en el marco del Grupo de Transferencia Tecnológica (GTT) de Extensionistas.

Figura 8.1. Metodología desarrollada e implementada en la provincia de Petorca.



8.2. El contexto teórico

El concepto de sustentabilidad que se emplea en el MESMIS está basado en un enfoque de sistemas, que visualiza el predio como un agroecosistema y considera que para ser sustentable debe poseer los siguientes cinco atributos:

- **Productividad:** tiene la capacidad de proveer el nivel deseado de ingresos económicos, y los productos y servicios -no valorizados económicamente- necesarios para la mantención de la familia de productores, 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 fortalezcan estos atributos en el sistema. Simultáneamente, en línea con los pensamientos de la "Comisión Brundtland" (WCED, 1987) y otros autores, se considera que la sustentabilidad requiere de la búsqueda de un balance entre el desarrollo en los ámbitos económico, medioambiental y social.

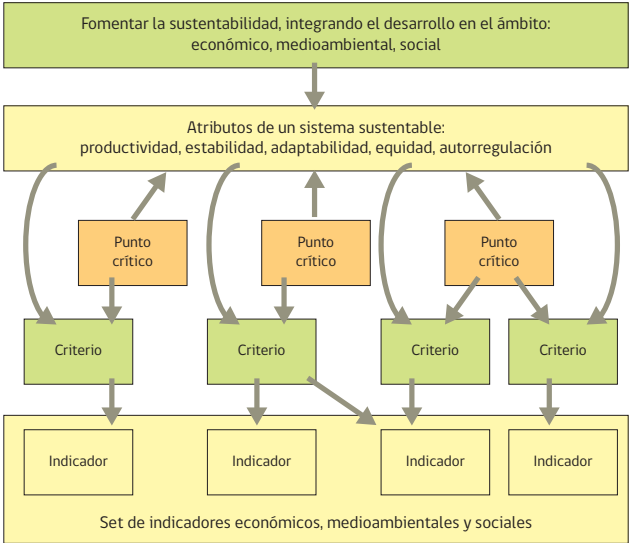
Para traducir este concepto general sobre la sustentabilidad, a la realidad local y acciones prácticas, se emplea un marco jerárquico (**Figura 8.2**). A través de este marco, los usuarios especifican su interpretación de la sustentabilidad, sus objetivos y ambiciones (que se denominan criterios) para 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 los puntos críticos que amenazan la sustentabilidad del agroecosistema. Esta vinculación promueve que la propuesta de evaluación de sustentabilidad incluye los temas que son de relevancia para los usuarios.

El marco jerárquico aplicado en el estudio de caso que se presenta en este capítulo consiste en cinco niveles (**Figura 8.2**):

- **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: un criterio que fomenta el atributo "estabilidad" puede ser "la diversificación de especies de cultivos" 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. En el **Cuadro 8.2** se encuentran

Figura 8.2. Marco jerárquico para seleccionar un set coherente de indicadores de sustentabilidad.



ejemplos de criterios relacionados con puntos críticos identificados en la provincia de Petorca.

- **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 estimen importante y sus ambiciones para alcanzar la sustentabilidad.

8.3. Pasos para el desarrollo de la metodología y resultados de la implementación

La metodología para la selección, priorización de prácticas y actividades más sustentables, y para monitorear los avances hacia la sustentabilidad, fue desarrollada en forma participativa con los actores principales: extensionistas y funcionarios de INDAP.

Con este grupo de participantes se realizó un ciclo de talleres que combinaban clases teóricas -para entregar el conocimiento necesario para construir una herramienta- y ejercicios prácticos participativos, en alguno de los cuales se incorporaron a los productores, con el objetivo de aplicar la teoría.

A continuación se describen los siete pasos de la metodología, implementación y principales resultados:

- Paso 1: Preparación y motivación de los participantes en la actividad.
- 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.

Información complementaria se encuentra en la publicación "Manual para la evaluación de la sostenibilidad de predios agrícolas :diagnóstico, análisis y monitoreo. Boletín INIA 413;Osman et al., 2019.

Paso 1: Preparación y motivación de los participantes en la actividad

Capacitaciones

El concepto de sustentabilidad es muy amplio y se interpreta en forma distinta dependiendo de los valores y normas que cada persona adquirió a través de sus orígenes culturales, experiencia y 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, entre otros elementos, conocimientos específicos sobre:

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

En el marco del GTT de extensionistas se pudo observar que es imprescindible intercambiar conocimiento y capacitar a los participantes del grupo en estos temas. El contenido y la intensidad de estas capacitaciones se deben adaptar al nivel de conocimiento y avance del grupo.

Definición y delimitación del sistema

Las metodologías e indicadores que se aplicaron para el monitoreo de la sustentabilidad dependieron de la escala espacial del sistema bajo 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, un predio, cuenca, provincia, país, continente, 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, productores individuales esten 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 subraya la importancia de delimitar desde el inicio el espacio y el período del ejercicio. Además, se necesita definir el perfil de los productores que participan en las actividades.

Para la herramienta que se desarrolló con el GTT extensionistas, se contempló como sistema de monitoreo un predio agrícola de un usuario INDAP, y las evaluaciones y su análisis se realizaron anualmente.

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 asociada a:

- 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 la afectan.

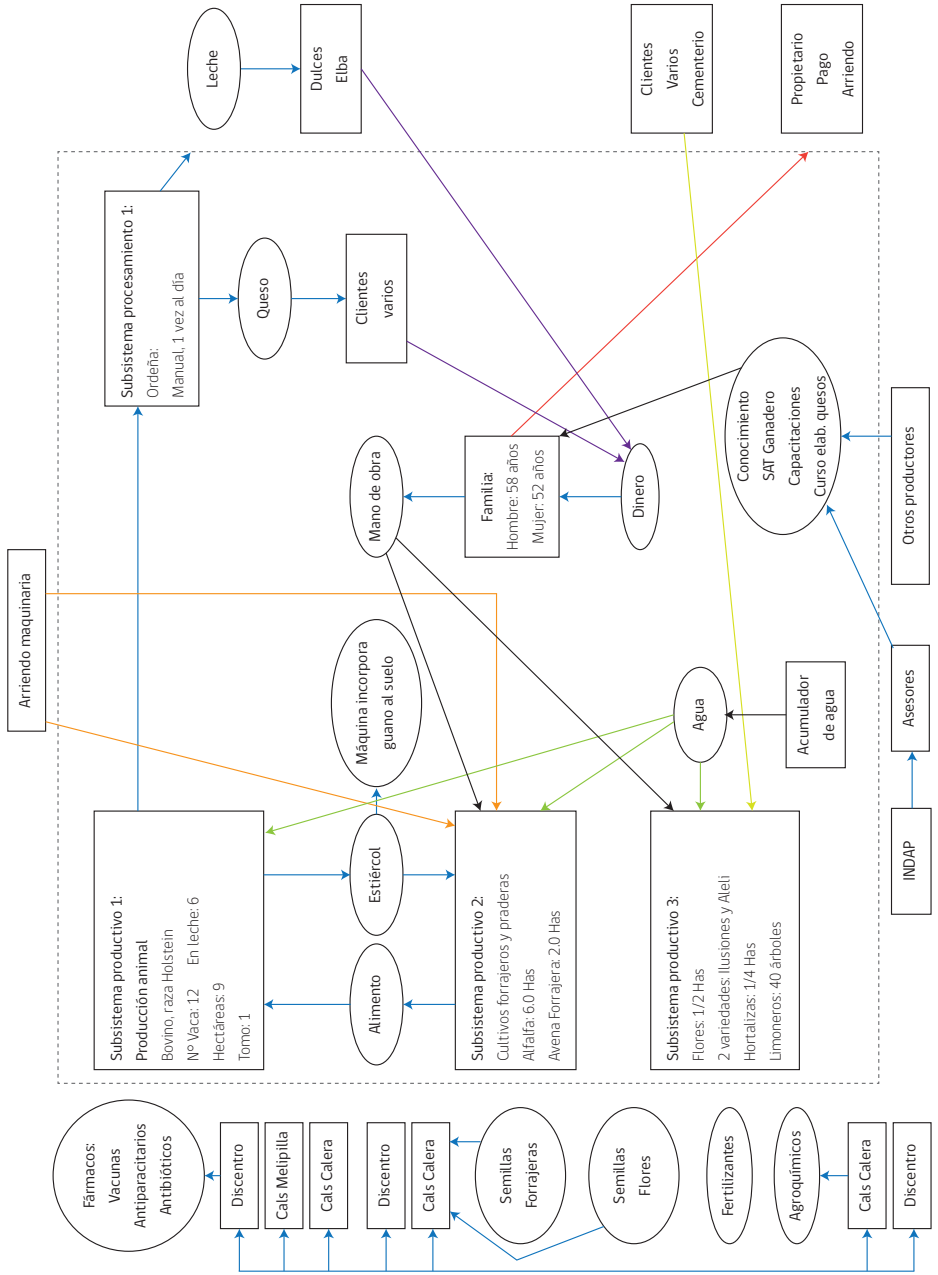
La tarea integra la caracterización de los distintos componentes (o subsistemas) y recursos del agroecosistema; sus interrelaciones y relaciones con su entorno; las prácticas de manejo; determinantes biofísicos y socioeconómicos; concentrándose en temas que pueden afectar la sustentabilidad en forma positiva o negativa. El diagnóstico generalmente empieza con la recopilación de la información estadística disponible en la 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 semiestructuradas con los productores y otros actores relevantes (asesores, compradores, oferentes de insumos y servicios, etcétera). 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, etcétera, diseñadas para el estudio de sistemas agrícolas.

Se sistematizó la información recopilada, elaborando una descripción escrita y gráfica del sistema. Para la sistematización escrita se recomendó utilizar un formato estándar. 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 8.3** como ejemplo).

El trabajo con el GTT de 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 incluyó 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 cuentan con mucha

Figura 8.3. Diagrama de un sistema productivo, que corresponde a la información levantada por el grupo de extensionistas del GTT de Petorca del rubro ganadero.



información sobre sus usuarios y gran parte de esta información está disponible en las bases de datos internas. Por lo anterior, durante las entrevistas se evitó recopilar información que ya estaba disponible.

Paso 3: Identificación de los puntos críticos

La construcción de la lista de puntos críticos consiste de los siguientes tres sub-pasos. En el paso 8.3.1., 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”. En el paso 2 se revisa la larga lista generada en el paso anterior, agrupando ítems relacionados y eliminando ítems redundantes. En el paso 3 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.

En el trabajo realizado con el GTT de extensionistas se realizó este ejercicio con los datos del diagnóstico y su conocimiento de los predios y de otros que ellos también asesoran.

Para validar los resultados obtenidos por los extensionistas, se organizaron tres talleres con productores de los cuatro rubros, complementado con un grupo de apicultores. Durante estos talleres se pidió a los productores realizar el ejercicio de identificar y priorizar sus puntos críticos.

Priorización

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, es 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 abordan aspectos técnicos, económicos y sociales, por lo cual se necesita buscar alianzas entre distintos actores e instituciones.

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. Para construir el ranking, se puede aplicar una de las distintas técnicas de priorización descritos en la literatura sobre metodologías participativas.

En el caso de la provincia de Petorca la priorización final se realizó en dos fases:

En la primera fase se realizaron tres talleres con 65 productores y extensionistas distintos, divididos en grupos de trabajo entre 5 y 7 personas más un facilitador. 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 y realizar la priorización en dos etapas (ver **Figura 8.4** y **Figura 8.5**).

Figura 8.4. Realización de ejercicio de priorización con grupo de productores.



Cuadro 8.1. Puntos críticos de los sistemas productivos en la provincia de Petorca y su priorización según productores y extensionistas

ÁMBITO	PUNTO CRÍTICO	ESPECIFICACIÓN	Importancia relativa (%) ¹
ECONÓMICO	Canales de comercialización	Dependencia de un número limitante de compradores	32
	Capacidad de invertir	Falta de capital para inversiones	16
	Alto uso y costo de insumos externos	Altos costos y oferta limitada de insumos agrícolas	11
	Dependencia de pocos rubros/productos	Sobreoferta de productos y servicios	10
	Disponibilidad de alimentación animal	Periodos del año con escasez de alimentación	10
	Ingreso económico	Bajo ingreso familiar	6
	Falta de mecanización	Pocas actividades productivas cuentan con mecanización	5
	Rendimiento productivo	Baja productividad	4
	Acceso a semillas/material genético adecuado	Falta acceso a material genético vegetal/animal de buena calidad.	2
	Disponibilidad de Agua	Periodos frecuentes des escasez hídrico asociados al cambio climático	31
MEDIO AMBIENTAL	Calidad del suelo	Suelos deteriorados (erosion, compactación, pérdida material orgánica)	28
	Consumo de Energía	Implementación limitada de energía renovable	13
	Contaminación del medio ambiente con plaguicidas	Contaminación por pesticidas	10
	Ocurrencia de plagas y enfermedades	Perdidas por plagas y enfermedades	7
	Biodiversidad	Monocultivos y poca diversidad varietal aumentan el riesgo de pérdidas por plagas, enfermedades y eventos climáticos	5
	Perdida/reciclaje de nutrientes	Falta reciclaje de restos de cultivos.	3

SOCIAL			
Demanda y disponibilidad mano de obra	Escasez y alto costo de mano de obra capacitada		28
Acceso a información/ conocimiento	Deficiente acceso a conocimiento de punta sobre el manejo de cultivos y animales		9
Educación	Bajo nivel de educación, sobre todo de los trabajadores		8
Grado de organización	Falta de asociatividad		8
Estado de salud de los integrantes de la familia	Alta carga laboral.		7
Manejo de información	Registro y análisis de datos para apoyar la toma de decisiones en el manejo del predio y los cultivos		6
Deficiente acceso a caminos	Estado de caminos dificulta el transporte		6
Cambio generacional	Jovenes migran del campo por falta de mejores oportunidades e incentivos de desarrollo		5
Relaciones comerciales no confiables	Malas experiencias con compradores disminuyen la confianza en los socios comerciales		2
Acceso a tierra	Tamaño del predio y títulos de propiedad influyen sustentabilidad económica		2
Acceso al agua	Regularizar acceso requiere alto grado de conocimiento, e inversiones de tiempo y dinero		2
Permiso sanitario	Obtener permisos legales requiere alto grado de conocimiento, e inversiones de tiempo y dinero		2

¹ La importancia relativa es el porcentaje de los votos emitidos dentro del mismo ámbito (económico, medioambiental, social). Primero se calculó la importancia relativa para cada grupo que participó en los talleres (ver texto arriba) y luego para cada ítem se calculó el promedio de todos los grupos.

Cuadro 8.2. Criterios e indicadores relacionados con los puntos críticos identificados por los productores y los extensionistas de la provincia de Petorca.

Punto crítico	Criterio	Indicador	Formula
ECONÓMICO	Canales de Comercialización	Nº de clientes	Σ Procesadores, distribuidores, cadenas de retail, comerciantes y puestos de venta directa asociados 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	Utilizar el agua en forma eficiente	% de la superficie cultivada con sistema tecnificado
MEDIOAMBIENTAL	Calidad del suelo	Calidad del suelo	Índice según metodología para la determinación de la Condición Biológica del Suelo (Manual de Sabaini & Avila, 2015).
	Ocurrencia de plagas y enfermedades	Aplicación de plaguicidas	$[(n^{\circ}$ aplicaciones químicas de etiqueta roja*4) + $(n^{\circ}$ aplicaciones químicas de etiqueta amarilla*3) + $(n^{\circ}$ aplicaciones químicas de etiqueta azul*2) + $(n^{\circ}$ aplicaciones químicas de etiqueta verde)]/ n° cultivos.
	Consumo de Energía	Generación de energía renovable	$(\text{kWh electricidad renovable generada}/\text{kWh electricidad total utilizada}) * 100\%$.
		Fomentar el uso de energía de fuentes renovables	

SOCIAL				
Demanda y disponibilidad mano de obra	Se logra atraer suficiente mano de obra para desarrollar las tareas planificadas	Atracción de trabajadores	nº 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 miembro adulto de la familia.	
Cambio generacional	Las futuras generaciones tienen interés en continuar en 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/nº personas que trabajan en el predio.	

Cuadro 8.3. Propuestas de intervenciones elaboradas por los extensionistas del GTT en la provincia de Petorca

	Punto crítico	criterio	propuestas de prácticas e intervenciones (rubro ¹)
ECONÓMICO	Canales de Comercialización	Generar una diversidad de productos que permite abastecer a mercados distintos	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificar la producción con otras especies (FL, H). • Generación de red de comercialización (FR). • Agregar valor a la producción en la etapa de poscosecha: mejorar prácticas de poscosecha, calidad del producto, formatos de embalaje, trazabilidad, etc. (FR). • Diferenciarse a través de certificaciones (FR). • Adaptar la fecha de siembra a la demanda y precios del mercado (H). • Aplicar sistema peso animal (balanza) para transparentar información del peso del animal en el momento de su venta (G).
	Ingreso económico	Poder vivir de los ingresos generados por el sistema productivo	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener un mínimo número de unidades productivas (invernaderos) (se necesitan mínimo 6 invernaderos para una operación rentable) (FL). • Mejorar rendimiento (FR). • Establecer un precio base para la venta (H). • Mejoras genéticas del rebaño (G). • Establecimiento de praderas (G).
	Capacidad de invertir	Generar suficiente ahorros	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanizar labores (FL). • Diseño de una planilla simple que permita visualizar los ingresos y egresos y capacitación en su uso (FL, FR, H, G).
	Uso y costo de insumos externos Disponibilidad de Agua	Reducir la dependencia de los insumos externos Utilizar el agua en forma eficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje de materia vegetal (FL, FR). • Siembra de abonos verdes (H). • Instalar y mejorar sistema de riego tecnificado (FL, FR, H, G). • Uso de tecnología para la realización de control de riego (FR, H). • Mejorar labores de mantenimiento del sistema de riego tecnificado (FR).

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

¹ Rubro asesorado por el grupo de extensionistas que priorizó la práctica o intervención: FL = Flores; FR = Frutales; H = Hortalizas; G = Ganaderos.

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. Dado lo anterior, la redacción de los criterios es clave, ya que determinan 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 invitó a buscar soluciones que incluyan cambios en el manejo del cultivo y en el diseño del predio. Mientras tanto, cuando el criterio determinado fue “evitar el uso de productos con etiquetas rojas”, muy probablemente, solo se preocuparon de reemplazar las pesticidas más tóxicos por pesticidas menos tóxicos.

Los criterios se elaboran a través de intercambios de opiniones y acuerdos grupales. En el caso del GTT de extensionistas la lista final (**Cuadro 8.2**), fue el resultado de un trabajo interactivo entre los extensionistas, funcionarios INDAP e INIA. En una primera sesión los extensionistas, separados por rubro, elaboraron los criterios para los puntos críticos que identificaron 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 funcionarios INDAP y profesionales del INIA. Luego, se invitó a los extensionistas a opinar y mejorar la lista.

Paso 5: Identificación de intervenciones para fomentar la sustentabilidad

En este paso se identifican posibles prácticas de manejo y otras acciones que se deben implementar para alcanzar los criterios identificados en el paso anterior. A través de discusiones grupales, para cada punto crítico se construyó una lista de posibles prácticas y acciones. Luego se seleccionaron 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 se identificó a los responsables de su implementación.

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 8.3**.

Paso 6: Determinación de indicadores de sustentabilidad y el monitoreo

Los indicadores son parámetros que nos 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 identificar indicadores de sustentabilidad se puede consultar la literatura disponible y accesible a través de internet.

Para seleccionar los indicadores más adecuados para el monitoreo del avance hacia sustentabilidad, se debe considerar 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 periodo 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 se considera el suelo, por ejemplo, este tiene propiedades que no cambian durante nuestra vida, como la textura (arenosa, arcillosa) y otras que sí 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 uno tiene que tomar en cuenta que cambios en el contenido de materia orgánica solamente se van a notar a más largo plazo, después de por lo menos tres años. Entonces, si el período 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 puede 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 pueden analizar los microorganismos presentes en el suelo, pero implica implica análisis costosos en laboratorios especializados. En este sentido, evaluar la presencia de lombrices será 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 varios variables, conocer solamente su valor final no es suficiente para saber cual(es) de las variables originales ameritan intervenciones.

- **Recursos y tiempo necesario para su implementación.**

Es importante considerar la disponibilidad de recursos para el monitoreo y adecuar el número de indicadores y/o su costo de implementación al presupuesto financiero y tiempo disponible.

Además de identificar los indicadores, es necesario construir, 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 que se han determinado los indicadores, es 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 sobre la base de 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 unos 30 productores y utilizar estos datos para establecer los umbrales.

En el caso del GTT de extensionistas, 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, relacionada con los criterios que se habían determinados 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, formulas y metodologías de medición, válidos para todos los rubros. Esta lista fue mejorada durante una sesión con funcionarios INDAP y profesionales del INIA. Luego, se invitó los extensionistas a opinar y mejorar la lista. El resultado final se encuentra en el **Cuadro 8.2**.

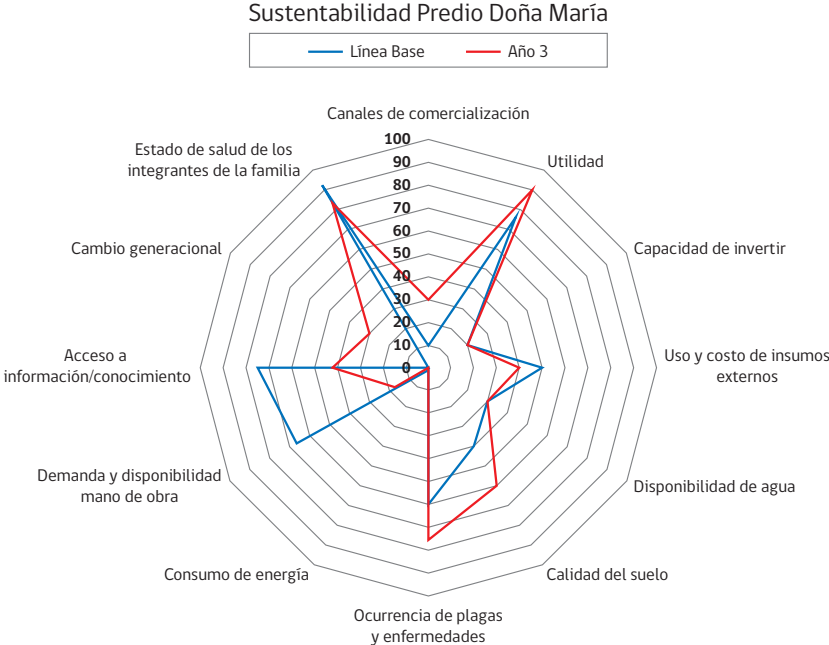
Paso 7: Procesamiento, análisis y presentación de los resultados

Para facilitar la presentación y reflexión sobre los resultados se propone utilizar un gráfico radial, ya que estos permiten captar los distintos puntos críticos en una sola imagen y visualizar cambios en el tiempo o entre predios (**Figura 8.6**). El set de indicadores para evaluar la sustentabilidad normalmente es muy diverso: consiste de indicadores cuantitativos y cualitativos, expresados en unidades y escalas distintas. 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.

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 si

será necesario actualizar los puntos críticos, criterios e indicadores. Por ende, la metodología se debe aplicar como un proceso cíclico (Figura 8.6).

Figura 8.6. Ejemplo de un presentación gráfica de los resultados del monitoreo.



En el caso de Petorca se desarrolló una herramienta que consiste de un documento con tres formularios:

- Planilla 1 - Un formulario para registrar datos generales del predio.
- Planilla 2 - Un formulario para llenar los resultados del monitoreo de un set de 12 indicadores de sustentabilidad que permiten medir el comportamiento del predio.
- Planilla 3 - Un formulario para llenar los resultados del monitoreo de un set 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 (ver **Figura 8.6**).

8.4. Reflexiones finales y conclusiones

En este capítulo se presentó una metodología para analizar los puntos críticos que afectan la sustentabilidad y para monitorear sus avances con indicadores de sustentabilidad. Luego de discutir los principales resultados y los temas que son importantes a tomar en cuenta al implementar esta metodología con extensionistas de INDAP y otras organizaciones e instituciones interesadas en su aplicación.

La metodología fue desarrollada con funcionarios y extensionistas del INDAP, adaptando la metodología MESMIS a sus necesidades. Abordar el tema de sustentabilidad en forma integral, considerando el ámbito económico, medioambiental y social, era nuevo para la mayoría de los participantes. Gran parte de los extensionistas que participaron en el GTT de extensionistas de Petorca, consideraban el concepto de sustentabilidad como difuso, teórico y difícil de traducir a acciones prácticas, apropiadas para la implementación con sus usuarios, los productores. Necesitaban una metodología para guiarlos en hacer operativa la sustentabilidad, es decir, que los oriente y apoye en la toma de decisiones al desarrollar e implementar las propuestas de trabajo con sus usuarios. Al mismo tiempo necesitaban un instrumento para monitorear los avances hacia la sustentabilidad de los predios de los productores. Los resultados presentados demuestran que, a través de la implementación de la metodología desarrollada, lograron identificar y priorizar los temas relevantes para la sustentabilidad y seleccionar los indicadores para monitorear sus avances.

Asimismo, lograron traducir un concepto considerado lejano a la realidad de los productores en propuestas y actividades tangibles. Finalmente, también se logró desarrollar una herramienta de apoyo para procesar y presentar los resultados asociado a un diagnóstico inicial y un monitoreo en el tiempo.

La traducción del concepto de sustentabilidad a intervenciones prácticas se logró gracias a la flexibilidad de la metodología. No se propone una lista única de intervenciones e indicadores. Los temas a abordar se ajustan según el resultado del diagnóstico de la situación local. Por lo anterior los indicadores para monitorear la sustentabilidad dependen de:

- Zona geográfica y su entorno (territorio)
- Sistema productivo
- Perfil del productor

La herramienta de apoyo desarrollada con los extensionistas tiene una estructura única, aplicable a todos los rubros, zonas geográficas, tipos de productores, etcétera, pero en el mismo tiempo incorpora la flexibilidad de ajustar el contenido -los puntos críticos, indicadores- a la necesidad local. A pesar de la especificidad de la metodología, gran parte de los puntos críticos identificados en el caso de la provincia de Petorca tuvieron relevancia para los cuatro rubros -flores, hortalizas, fruticultura y ganadería- lo cual permitió identificar un set único de indicadores relevantes para todos los rubros. Esto probablemente también se explica por el hecho que gran parte de los productores no pertenecen a un solo rubro.

Durante la evaluación final de la actividad, los extensionistas, que generalmente se dedican a un solo rubro, valoraron el trabajo en conjunto e intercambio con sus pares dedicados a los otros rubros, ya que con eso enriquecen sus conocimientos y prácticas que pudieran incorporar en los programas de trabajo con sus productores.

La implementación de la metodología 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. 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 abordan temas que son de su interés y aplicables en 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, determinación de criterios y la elaboración de propuestas de intervención.

La importancia de la participación de productores también fue subrayada por los integrantes del GTT de extensionistas la provincia de Petorca, durante la evaluación final de las capacitaciones.

Otro aspecto clave es 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 tema de sustentabilidad en su trabajo habitual no es evidente, ya que requiere apreciar los productores y predios en forma distinta.

En la actualidad se clasifican los productores según su rubro, es decir su actividad agrícola principal. Conocer a los productores por su actividad principal, significa que serán clasificados como horticultores, floricultores, ganaderos, etcétera. 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, etcétera. 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, necesitan 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 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 el

diseño del predio. Mientras cuando el criterio será “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 8.1**).

Literatura consultada

- Astier, M., Masera, O., Galván-Miyoshi, Y. 2008. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Mundiprensa. Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, Valencia, España.
- Astier, M., Speelman, E.N., López-Ridaura, S., Masera, O.R., and Gonzalez-Esquivel, C.E. 2011. Sustainability indicators, alternative strategies and trade-offs in peasant agroecosystems: 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, 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 2013. SAFA (Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems). Indicators. Natural Resources Management and environment Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.
- Geilfus, F. (2002) 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. IICA; Costa Rica.
- Lammerts, van Bueren, E.M., Blom, E.M. 1997. Hierarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards. Principles, Criteria, Indicators. Tropenbos Foundation, Países Bajos.

- López Ridaura, S., Masera, O., and Astier, M. 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. *Ecological Indicators* 2:135-148.
- Masera, O., Astier, M., López Ridaura, S. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA), Patzcuaro, México.
- Musumba, M., Grabowski, P., Palm, C., and Snapp, S. 2017. Sustainable Intensification Assessment Methods Manual. USAID, Feed the future innovation lab, Michigan State University, University of Florida, Kansas State University, EE.UU.
- Osman, A., Muená, V., Ahumada, A. 2019. Manual para la evaluación de la sustentabilidad de predios agrícolas. Diagnóstico, Análisis y Monitoreo. Boletín INIA 413. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Cruz, La Cruz, Chile.
- Reijntjes, C., Haverkort, B., Waters-Bayer, A. 1992. Farming for the future. An introduction to Low external input agriculture. MacMillan Press, Reino Unido/ILEIA, 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., Díez-Unquera, B., Ruiz, R., Villalba, D., Molina, E., Joy, M., Olaizola, A., and Bernués, A. 2012. An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification. *Agricultural Systems* 105:45-56.
- Sabaini, C., y Ávila, G. 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 Dumanski, J. 1995. A framework for evaluating sustainable land management. *Canadian Journal of Soil Science* 75:401-406.
- Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Biolders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Reijnders, J., Sauvenier, X., Valckx, J., Vanclooster, M., Van der Veken, B., Wauters, E., and Peeters, A. 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.