



Estudio: Levantamiento de insumos para instrumentos de bonificación y focalización para el Sistema de Incentivos para la Gestión Sostenible de Suelos Agropecuarios (SIGESS)



www.odepa.gob.cl



Oficina de Estudios y Políticas Agrarias

Estudio: “Levantamiento de insumos para instrumentos de bonificación y focalización para el Sistema de Incentivos para la Gestión Sostenible de Suelos Agropecuarios (SIGESS)”

Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile

Artículo producido y editado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – Odepa. Ministerio de Agricultura

El presente documento es susceptible de ser reproducido total o parcialmente bajo condición de que sea citada su fuente. Se hace presente que, si bien el trabajo ha sido encargado por la Odepa, las conclusiones de que da cuenta no necesariamente representan la opinión de esta última.

Directora Nacional y Representante Legal: Andrea García Lizama

En la elaboración de esta publicación participaron:

Soledad Valenzuela

Eduardo Arellano

Oscar Melo

Flavia Maldini

Marco Luraschi

Contraparte técnica:

María José Pizarro

Gabriel Cartes

Romina Aguirre

Informaciones:

Teatinos #40, piso 7, Santiago Chile.

Casilla 13.320 – correo 21

Código postal 8340700

Teléfono: 800 630 990

www.odepa.gob.cl e-mail: odepa@odepa.gob.cl

Ministerio de Agricultura
Oficina de Estudios y Políticas Agrarias

“ESTUDIO LEVANTAMIENTO DE INSUMOS PARA
INSTRUMENTOS DE BONIFICACIÓN Y
FOCALIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE
INCENTIVOS PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE
SUELOS AGROPECUARIOS (SIGESS)”

Informe Final



Enero 2025

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio tuvo por objetivo realizar una sistematización y análisis de las prácticas existentes, tanto en el programa SIRSD-S como en las propuestas de las regiones, desde la perspectiva de la gestión sostenible de suelos. Así mismo, buscó proponer criterios de focalización y priorización de estas propuestas.

En primer lugar, se hizo una revisión de las diferentes evaluaciones que se han hecho del programa desde 1999 a 2022, con el propósito de conocer cómo ha funcionado el programa, y cuál ha sido el impacto y los desafíos que ha tenido que enfrentar en su operación.

A partir de cuadros comparativos que permitieron analizar los diferentes aspectos del programa, las principales conclusiones establecieron que las evaluaciones anteriores a 2010, alcanzaron resultados e impactos positivos y que los recursos no estaban focalizados en suelos erosionados (Gaymer, 2009). Asimismo, se identificó que su mayor colocación se daba en la zona sur, desde El Maule a Los Lagos, principalmente entre pequeños productores (Grez, 2010).

En las evaluaciones más recientes se estimó un impacto positivo en la producción agrícola valorada (PAV) para los beneficiarios Indap (2016) mientras en el año 2022 no se obtuvo un cambio en la PAV significativo, pero sí un resultado positivo en los efectos marginales de impacto entre 2016 y 2022, y en ambos periodos se comprueba que hay una buena ejecución presupuestaria. Sin embargo, la evaluación del periodo 2010-2015, plantea que cerca de la mitad de la superficie bonificada corresponde a suelos sin erosión física. En tanto, la evaluación del periodo 2010-2020 destaca que las bonificaciones se concentraron en los suelos clase III y IV de seco, es decir suelos más degradados. Lo anterior es coherente con la información levantada en los trabajos que hicieron las regiones en torno al Comité Técnico Regional (CTR), donde se identificaron los aportes del programa, y los desafíos que enfrenta en la actualidad, así como las propuestas para mejorar e incorporar nuevas prácticas que tengan un mayor aporte en la gestión sostenible de los suelos.

Posteriormente, se realizó una revisión de la experiencia e iniciativas a nivel internacional en la gestión sostenible de suelo, la cual se utilizó como base para analizar y clasificar las prácticas con la perspectiva de sostenibilidad, a través de indicadores específicos, tales como, productividad, conservación del suelo, biodiversidad, relación con el agua, carbono en el suelo y emisiones de gases efecto invernadero (GEI). Esto permitió construir una matriz de impacto de las prácticas que guió los ejercicios de priorización.

Para avanzar en la propuesta de focalización y priorización, se realizaron entrevistas con actores del programa, tanto a nivel nacional como regional, lo que permitió identificar las variables a ser consideradas en la aplicación de instrumentos de priorización. El análisis de la información levantada llevó a plantear la necesidad de que, junto con proponer criterios de focalización, se deben fortalecer y/o desarrollar aspectos que son necesarios para que las priorizaciones propuestas puedan ser efectivas.

Al respecto, se han identificado diversos mecanismos habilitantes, entre los que destacan: la capacitación -aspecto ya considerado en la propuesta de ley de SIGESS; la validación y evaluación de las prácticas; y un trabajo más articulado con INIA, de forma tal, que sea el socio técnico que cuenta con las capacidades y equipos profesionales para la validación de prácticas, capacitaciones, implementación de casos pilotos, y para hacer ensayos de acuerdo a las condiciones de suelo reales de cada macrozona, región o zona.

Dentro de los mecanismos habilitantes también se identifica la gestión de la información existente. El programa ha generado una gran cantidad de información útil, que hoy está disponibles en los sistemas de registro de las instituciones que llevan el programa, sin embargo, por diversas razones, no se ha podido gestionar a través de alguna plataforma o sistema de manejo de datos, que permita analizar la información para mejorar la toma de decisiones respecto de los contenidos técnicos y operativos del programa.

Junto con esto se plantea fortalecer los vínculos con la academia, de manera de aprovechar los aprendizajes de las investigaciones y proyectos que las diferentes universidades realizan a lo largo del país. Dando acceso a la información generada en torno al programa, o estableciendo alianzas con el Ministerio de Ciencias se puede aportar significativamente a la generación y gestión de la información del programa.

Se debe destacar que a partir de los análisis y las entrevistas se evidenció una alta valoración del trabajo y aporte de los Comités Técnicos Regionales (CTR), que reúnen a los profesionales y técnicos que conocen la realidad de los suelos de la región. Esta articulación institucional con el CTR debe seguir fortaleciéndose y respaldando el funcionamiento del programa sobre análisis técnicos.

Por último, se proponen instrumentos de priorización que actuarán a través de incentivos y requisitos sobre el operador y el agricultor, y que utilizarán como medios de implementación el futuro reglamento y los concursos. El operador es un agente clave en la ejecución del programa y en la selección de las prácticas que se postulan al concurso. En muchos casos los operadores participan también en otros programas de Indap o de la comuna, y prestan una asesoría más integral al productor, sin embargo, como asesor siempre responde directamente a la retribución que recibe por sus servicios. Por ello, se proponen bonificaciones diferenciadas por práctica e incentivos económicos adicionales como parte de los instrumentos de priorización, teniendo como base una mayor capacitación en nuevas prácticas de gestión sostenibles de los suelos.

Se propone un segundo instrumento de priorización correspondiente a la segmentación de los recursos, lo que implica asegurar cierta cantidad de recursos para ciertas prácticas o sistemas de gestión productiva, como son la agroforestería y la producción orgánica. Dado que estos son manejos sistémicos más que de prácticas, se considera que no deben competir directamente. La segmentación también puede utilizar para la aplicación de prioridades regionales.

Un tercer instrumento es el puntaje que se da a las variables que se eligen para evaluar las prácticas. Sin duda, éste ha sido el instrumento más utilizado y seguirá siéndolo, porque es el más efectivo en lograr el objetivo. Por ello, se propone dar puntaje directamente a grupos

priorizados de prácticas, de acuerdo a los análisis de focalización y prelación realizados previamente. Por ejemplo, dentro del primer grupo están las prácticas que tienen los mayores impactos positivos en todos los atributos del suelo, y, por ende, debería tener el mayor puntaje (máximo y mínimo), porque reúne a las prácticas de gestión sostenible que se quieren promover.

Este ejercicio de focalización y priorización puede desarrollarse en forma gradual, de manera de ir dando más puntaje a las prácticas con mayor impacto en atributos claves del suelo (conservación, biodiversidad, captura de carbono), y sopesando la productividad en la transición hacia un programa más enfocado a mejorar los atributos ecosistémicos del suelo.

El enfoque gradual permite balancear productividad y sostenibilidad, priorizando prácticas con impactos positivos en todos los atributos del suelo y adaptando las prioridades a las realidades regionales.

CONTENIDO

I INTRODUCCIÓN	8
II OBJETIVOS	9
III METODOLOGÍA	10
III RESULTADOS	14
1 Análisis del comportamiento histórico del SIRSD-S.....	14
1.1 Descripción del Programa.....	14
1.2 Evaluación de impacto del programa sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios.....	21
1.3 Análisis de las prácticas bonificadas en el periodo 2010 - 2023.....	24
2 Análisis DE INICIATIVAS INTERNACIONAL.....	26
2.1 Programas y prácticas de gestión sustentable.....	27
2.2 Evidencia del impacto de la implementación de prácticas asociadas a la salud de suelo.....	32
2.3 Clasificación e impacto de las prácticas para la gestión sostenible de suelos...	38
3 análisis del DE DIAGNÓSTICO y PRÁCTICAS PROPUESTAS POR REGIONES...	41
3.1 Análisis del diagnóstico realizado por las regiones.....	41
3.2 Propuestas de prácticas.....	52
3.3 Priorización de prácticas.....	53
4 ANÁLISIS DE BRECHAS.....	56
4.1 Prácticas más utilizadas en la última década.....	57
4.2 Impactos potenciales de las prácticas propuestas.....	63
4.3 FICHAS TÉCNICAS.....	63
5 PROPUESTA DE CRITERIOS DE Focalización Y SELECCIÓN.....	68
5.1 La focalización.....	68
5.1.1 Criterio 1: Matriz de impacto.....	70
5.1.2 Criterio 2: Complementariedad de prácticas.....	75
5.1.3 Criterio 3: Sistemas de gestión productiva.....	76
5.1.4 Criterio 4: Minimizar impactos negativos.....	77
5.2 Instrumentos de priorización.....	78
5.3 Mecanismos habilitantes y coherencia de políticas sectoriales.....	79
5.4 Rol de los operadores en la ejecución del programa.....	83

5.4.1	Elementos identificados en el diagnóstico y sus efectos sobre el programa:	
	83	
6	Propuesta de aplicación de instrumentos de priorización	95
6.1	Resultados Taller de Validación.....	102
7	Comentarios FINALES	107
8	Referencias.....	109

ANEXOS

Anexo1: Descripción del Programa SIRSD-S

Anexo 2: Análisis de Fichas Técnicas (archivo excel)

Anexo 3: Sistemas de Puntaje de Concursos

I INTRODUCCIÓN

El programa de Sistemas de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos (SIRSD-S), creado por la Ley 20.412 del año 2010 perdió su vigencia en febrero del año 2022, por lo que, actualmente, se encuentra en discusión el proyecto de ley que crea el programa para la Gestión Sostenible de los Suelos (SIGESS), Boletín N° 16.391-01, lo que le otorga continuidad, pero con modificaciones que tienen como propósito responder de mejor forma a las realidades actuales.

El SIGESS tiene por objetivo impulsar la adopción de prácticas por parte de los agricultores que permitan mejorar y mantener las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos agropecuarios, así como para contribuir a la producción sustentable de alimentos.

El nuevo programa mantendrá la ejecución del instrumento de bonificación de prácticas a través del Servicio Agrícola Ganadero (SAG) e Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) mediante planes de manejo (PM) elaborados por operadores acreditados. Los PM presentan y organizan de forma detallada las prácticas y actividades que se llevarán a cabo para la gestión sostenible del suelo agropecuario, indicando insumos, plazos y fechas de ejecución, y el predio a intervenir.

Odepa ha licitado el estudio “Levantamiento de insumos para instrumentos de bonificación y focalización para el Sistema de Incentivos para la Gestión Sostenible de los Suelos – SIGESS”. El presente documento corresponde al informe final de dicho estudio y presenta una propuesta para priorizar la adopción de prácticas orientadas a la gestión sostenible de los suelos a través de mejorar y mantener las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos agropecuarios, así como para contribuir a la producción sustentable de alimentos.

II OBJETIVOS

Objetivo general:

Realizar una sistematización y análisis de las fichas técnicas, que incluyen las actividades o prácticas existentes, y propuestas por las regiones que podrán ser bonificadas por el programa y proponer criterios de focalización adecuadas a las realidades edafoclimáticas de las diferentes regiones, así como levantar propuestas para orientar el actuar de los operadores en marco del programa.

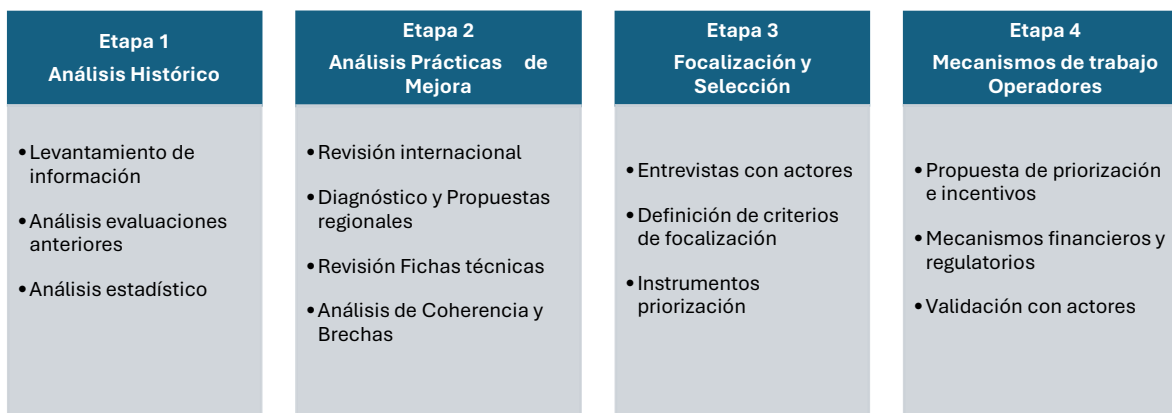
Objetivos Específicos:

1. Analizar información del comportamiento histórico del programa SIRSD-S en cuanto a las prácticas financiadas a nivel macrozonal, y por zona homogénea en caso de ser pertinente, y contrastarlas con las características y amenazas de los suelos para la producción de alimentos.
2. Analizar las fichas técnicas de las prácticas del SIRSD-S y las propuestas a nivel regional para el nuevo programa, identificando la coherencia y brechas en relación con los objetivos del SIGESS, proponiendo nuevas prácticas a financiar en caso de ser necesario.
3. Proponer criterios para la focalización o prelación de prácticas y criterios de selección de planes de manejo según las características de los suelos que permitan adecuarse a las realidades edafoclimáticas de las diferentes regiones que puedan ser incorporados en las bases de los concursos de cada región. Los criterios de selección propuestos deben estar orientados hacia la gestión sostenible de los suelos.
4. Proponer mecanismos financieros o reglamentarios que permitan orientar el actuar de los operadores hacia el logro de los objetivos del programa.

III METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el estudio se estructuró la metodología sobre cuatro etapas, asociando cada una de ellas a los objetivos propuestos en el estudio. En la Figura 1 se presenta una visión general, y a continuación se describen cada una de las etapas.

Figura 1 Metodología Desarrollada



Fuente: elaboración propia

Etapa 1: Análisis del Comportamiento Histórico del SIRSD-S

Levantamiento de información

En primer lugar, se hizo un levantamiento de información y revisión de todas las evaluaciones realizadas al programa, tanto las hechas al SIRSD como la SIRSD-S. Se consideraron los siguientes estudios:

- Evaluación de impacto de INDAP para el periodo 1996-2000 (Caro, Melo y Foster, 2006)
- Evaluación de impacto de SAG e INDAP para el periodo 2001-2005 (EMG, 2007)
- Evaluación por Panel de expertos de Programas Gubernamentales para el periodo 2005-2008 solicitado por la DIPRES (Gaymer et al., 2009).
- Un análisis de gestión política y pública del SIRSD para el periodo 1996-2009 (Grez, 2010).
- Diseño de evaluación de programas nuevos en el 2011, del Centro de Microdatos (2011), encargado por la DIPRES.
- Estudio de línea base en 2011 (Donoso et al., 2012)
- Evaluación de desempeño e impacto para el periodo 2010-2015 (ODEPA, 2016).
- Diseño de una estrategia para la evaluación del programa sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos SIRSD-S para el periodo 2018-2021 (Odepa, 2017).
- Evaluación de impacto del programa sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos SIRSD-S (Subsecretaría del Ministerio de Agricultura, 2021).
- Informes de evaluación de DIPRES de diferentes años.

Se realizó un análisis de las diferentes evaluaciones del programa SIRSD-S definiendo el contexto y los objetivos en que ellas se desarrollaron, ya que algunas estaban dirigidas a

evaluar el desempeño, otras valoraron el impacto y otras se orientaron a diseñar las evaluaciones y definir la línea base.

El análisis histórico del programa se centró en las prácticas definidas y financiadas por el SIRSD-S a nivel macrozonal y zonas homogéneas, asumiendo la clasificación señalada en los términos de referencia:

1. Macrozona Norte: regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.
2. Macrozona Centro Norte: regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso.
3. Macrozona Centro Sur: regiones Metropolitana, del Libertador General Bernardo O'Higgins, El Maule, Ñuble y Biobío.
4. Macrozona Sur: regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.
5. Macrozona Austral: regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y la Antártica Chilena.

Para facilitar un análisis se elaboraron tablas comparativas definiendo dos periodos relevantes: 1999-2010 y 2011 a 2021, y los caracterizando los parámetros que definen el alcance de la evaluación. Esto permitió identificar los resultados que son relevantes para los fines del presente estudio. Los parámetros utilizados fueron: año publicación; tipo de evaluación; periodo evaluado; territorio; institución evaluada; prácticas evaluadas.

Luego, en base a la información facilitada por la contraparte, proveniente tanto de SAG como Indap, se realizaron análisis estadísticos de forma de actualizar algunas series presentadas en los estudios analizados, como también complementarlas con nuevos indicadores.

Etapas 2: Análisis de Prácticas de Mejoras de Suelo

A.- Revisión de Experiencias Internacionales

Se realizó una revisión de la experiencia internacional en cuanto a las prácticas de manejo de suelo adoptadas o en proceso de adopción y su potencial impacto, de forma de contar con evidencia científica con la cual calificar y clasificar las diferentes prácticas. Se tomaron como referencia las iniciativas y programas para la gestión de sustentabilidad y cambio climático desarrolladas en otros países y/o organismos multinacionales, centrando los análisis en lo que se refiere al suelo:

- Estrategia para el suelo de la Unión Europea al 2030.
- Programa Nacional de Sistemas Agrícolas Sustentables 2023-2027- USDA
- FAO Global Soil Partnership Action Framework 2022-2030
- Australia Plan de Acción Nacional por el Suelo 2023-2028

Luego, se propuso una clasificación de las prácticas con foco en la gestión sustentable, que posteriormente, se utilizó para evaluar sus impactos sobre los diferentes atributos del suelo, basados en la experiencia, información y análisis reportados por la iniciativa Conservation Evidence. <https://www.conservationevidence.com/>.

Para la evaluación de las clases de práctica se elaboró una matriz de impacto, considerando los diferentes atributos relevantes para el manejo sostenible y funciones del suelo, y haciendo una evaluación cualitativa de los potenciales impactos.

B.- Revisión de propuestas a nivel regional para el nuevo programa

Se hizo una revisión y caracterización del trabajo de las regiones realizado en el marco del nuevo programa SIGESS, donde se conformaron mesas regionales con los diferentes actores del programa para hacer una evaluación de los aspectos positivos y aquellos que debían ser mejorados en el contexto del nuevo programa, y también identificar propuestas de prácticas que tengan un impacto positivo en la recuperación y conservación del suelo, como también sobre sistemas productivos alimentarios más sustentables.

Posterior a eso, se hizo un análisis de brecha, para lo cual se utilizó la pauta de evaluaciones de impacto en los atributos del suelo sistematizado a nivel internacional (matriz de impacto), y se aplicó, tanto a las prácticas realizadas en la última década como parte del programa, como a las prácticas priorizadas por las regiones en el contexto del nuevo programa.

Al mismo tiempo, se hizo un análisis de las fichas técnicas de las prácticas actuales con un enfoque de sustentabilidad, destacando las labores que deben ser ajustadas y/o mejoradas para que se orienten a una gestión sostenibles de los suelos.

Etapas 3: Propuesta de Criterios de Focalización y Selección

En esta etapa se abordaron los aspectos relevantes para realizar una focalización y selección efectiva de las prácticas que tienen un mayor aporte hacia la gestión sostenible de los suelos, incorporando funciones y elementos de impacto ambiental presentes en la propuesta del nuevo programa, sin dejar de lado los aspectos de productividad.

En primer lugar, se realizó un levantamiento de información a través de entrevistas con actores relevantes del programa, desde los encargados en las instituciones que operan el programa (Indap y SAG), asesores privados, y universidades, alcanzado a hacer 11 entrevistas de preguntas abiertas. Además, se entrevistaron 8 operadores de diferentes regiones del país.

Definición de Criterios e Indicadores

Dado que como resultados de las etapas anteriores se contaba con un conjunto de prácticas de manejo de suelos amplia, las cuales contaban con distintos niveles de evidencia de sus impactos y que se clasifican en diferentes ámbitos de acción, se desarrolló un sistema de focalización y selección de las diferentes prácticas de manejo directo de suelo.

Se definieron cuatro criterios de selección, el primero de ellos está referido a la matriz de impacto, la cual permitió a través de diferentes ejercicios de prelación agrupar y simplificar las prácticas en clases con un enfoque de sostenibilidad presente en el nuevo programa, a través de lo cual se pudo sustentar la posterior propuesta de priorización.

Los otros criterios buscan hacerse cargo de la realidad de las prácticas y permitir que la priorización no menoscabe el valor de una práctica por ser diferentes, es así como se plantearon los criterios de complementariedad; sistema de gestión productiva; y minimización de impactos negativos.

Junto con los criterios de focalización se identificó un conjunto de mecanismos habilitantes, que corresponden a aquellos aspectos y ámbitos de acción que son necesarios de desarrollar para que la focalización pueda ser efectiva en los instrumentos de priorización y medios de implementación.

Etapas 4: Propuesta de Mecanismos de Trabajo de Operadores

La etapa final del estudio se realizó un análisis pormenorizado del rol de los operadores, con el fin de que la propuesta de priorización abordará un aspecto fundamental para la selección de prácticas, como son los incentivos y medios de implementación para que los actores centrales de la operatividad del programa respondan adecuadamente a los estímulos y se materialice la adopción de prácticas de gestión sostenible de los suelos.

Luego, con todos los insumos levantados se realizó un diagrama de priorización de las prácticas sostenibles, en el cual se relacionan todos los aspectos antes analizados, y se hace la propuesta final de instrumentos de priorización y medios de implementación.

Por último, con el borrador de la propuesta de priorización de prácticas para gestión sostenible de los suelos, se realizó un taller de validación, donde participaron 13 personas representantes de Indap y SAG, tanto nivel central como de regiones, y seremias, y la contraparte del estudio.

La actividad se estructuró en dos etapas, en primer lugar, se hizo una presentación del estudio y de la propuesta, y luego, los asistentes se dividieron en dos grupos de trabajo en los cuales se conversó y discutió respecto de los diferentes aspectos de la propuesta y del programa, y se levantó valiosa retroalimentación para ajustar la propuesta.

III RESULTADOS

1 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL SIRSD-S

1.1 Descripción del Programa

El SIRSD-S está dirigido a productores agrícolas que presentan algún nivel de degradación en sus suelos, ya sea de tipo física y/o química, y consistía en una bonificación estatal de los costos netos de actividades relacionadas con el manejo para mejoras de suelos. En el contexto de este programa se debe entender suelo degradado como aquel que no está en las mejores condiciones para la producción agrícola. En el Anexo 1 se presenta una descripción más detallada del programa.

Durante la ejecución del Programa se han realizado diferentes estudios y evaluaciones, algunas han tenido por objetivo evaluar el desempeño, otras se han propuesto medir el impacto del Programa, y otros estudios se han dirigido a elaborar propuestas de evaluación.

En el marco de la ejecución del Programa en el tiempo, las entidades responsables SAG e INDAP llevan un registro de los productores que participan en el programa, de la superficie y de las bonificaciones entregadas cada año en las diferentes líneas de apoyo del Programa, y de algunas características generales de los beneficiados, pero esta información es capturada para fines de evaluación de desempeño y no cuenta con los indicadores y el detalle suficiente para poder hacer directamente las evaluaciones de impacto.

Se han identificado un conjunto de estudios y evaluaciones, las cuales han sido desarrollados en diferentes momentos en el tiempo. Estas han analizado diferentes periodos con diferentes enfoques y propósitos.

Programa SIRSD

Es importante destacar que el diseño inicial del Programa SIRSD no incorporó un mecanismo de evaluación, por lo cual no se estableció una línea base, que habría sido un importante aporte para las evaluaciones posteriores. Lo anterior, ha obligado a que las diferentes evaluaciones de impacto han tenido que desarrollar metodologías para generar sus grupos de control de forma *expost*.

1. Estudio de Impacto del Sistema de Incentivos para la recuperación de suelos degradados 1999-2001 (EMG, 2002)
2. Evaluación de impacto de INDAP para el periodo 1996-2000 (Caro, Melo y Foster, 2006)
3. Evaluación de impacto de SAG e INDAP para el periodo 2001-2005 (EMG, 2007)
4. Evaluación por Panel de expertos de Programas Gubernamentales para el periodo 2005-2008 solicitado por la DIPRES (Gaymer et al., 2009).
5. Un análisis de gestión política y pública del SIRSD para el periodo 1996-2009 (Grez, 2010).

En el Cuadro 1.1 se identifican algunos de los resultados más destacados de las diferentes evaluaciones 1999-2010.

Las evaluaciones realizadas sobre periodos anteriores al 2010 estiman resultados e impactos positivos, salvo el estudio de EMG (2007) que indica que no encontró impacto positivo en los participantes en el Programa respecto de los controles, salvo una mejora en el índice de calidad del suelo en usuarios del SAG. También se destaca que los recursos no están focalizados en suelos erosionados (Gaymer, 2009), y su mayor colocación se da en la zona sur, del Maule a Los Lagos, focalizándose en pequeños productores (Grez, 2010).

El estudio de Gaymer et al. (2009) para la DIPRES en el marco de las Evaluaciones de Programas Gubernamentales (EPG) hace un análisis de las evaluaciones realizadas y desarrolla una evaluación utilizando un panel de expertos, destacando en sus resultados, que no está bien definida la población objetivo ni los indicadores para medir propósito; además, de la falta de capacitación, asistencia técnica y acreditación de los operadores.

Este informe señala entre sus recomendaciones que el Programa SIRSD debía ampliar su propósito al desarrollo sustentable incorporando aspectos de protección al medio ambiente, recuperación de recursos renovables y recuperación de la condición productiva de manera de enfrentar la problemática de los suelos degradados de forma más integral. Es así que la Ley 20.412 del año 2010 establece el Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD-S), reemplazando y revisando el SIRSD. En esta nueva versión del Programa se establece la obligatoriedad de realizar evaluaciones de las actividades y de los resultados de la intervención, correspondiendo la primera en el año 2016 y la segunda al final de periodo de la ley (Art.16 Ley 20.412).

Cuadro 1.1 Principales Resultados de las Evaluaciones del SIRSD 1999 - 2010

	Año	Tipo de Evaluación	Periodo	Territorio	Institución	Prácticas	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Estudio de Impacto del Sistema de Incentivos para la recuperación de suelos degradados 1999-2001 (EMG, 2002)	2002	Impacto	1999-2001		Indap y SAG		Resultados positivos en la recuperación y productividad del suelo para ambas instituciones	Rentabilidad positiva en Indap, pero no en SAG (productores de altos recursos harían las prácticas igual)	Indicadores utilizados Nivel de fósforo disponible Aumento superficie praderas mejoradas Cobertura del predio con prácticas de conservación Rehabilitación de suelos	
Evaluación de impacto de INDAP para el periodo 1996-2000 (Caro, Melo y Foster, 2006)	2006	Impacto	1996-2000	Maule a Los Lagos	Indap	Fertilización fosfatada Recuperación de praderas	Impacto positivo y significativo, se encontró un 34% más de fósforo promedio y un 14% más de pradera en quienes participan en el programa	Indirecto: Mejores rendimientos en papas y leche, no necesariamente ingresos	Participación en el programa no es relevante para mejorar ventas brutas	Agricultores con mayor stock de animales, más educados y más vinculados al mercado tienen mayor probabilidad de participar en el programa
Evaluación de impacto de SAG e INDAP para el periodo 2001-2005 (EMG, 2007)	2007	Impacto	2001-2005	Maule a Los Lagos	Indap y SAG	Fertilización fosforada Enmiendas Conservación de suelo	No se encontró impacto positivo en los participantes en el Programa respecto de los controles	Se encontró impacto en el índice de calidad de suelos del SAG		

Evaluación por Panel de expertos de Programas Gubernamentales para el periodo 2005-2008 solicitado por la DIPRES (Gaymer et al., 2009).	2009	Diseño e Impacto (estudios anteriores y panel expertos)	2005-2008		Indap y SAG	Todo el programa	Los estudios revisados muestran impacto positivo en recuperación y productividad de suelos. Análisis costo-beneficio solo Indap es rentable	No está bien definida la población objetivo, ni hay indicadores para medir propósito	No hay capacitación, asistencia técnica, ni acreditación de operadores	No focaliza recursos en suelos erosionados
Un análisis de gestión política y pública del SIRSD para el periodo 1996-2009 (Grez, 2010).	2010	Análisis	1996-2009		Indap y SAG	Todo el programa	Baja cobertura 12% de las 15,9 millones de ha (Censo 97)	85% de la superficie intervenida corresponde desde Maule a los Lagos	90% de la superficie intervenida son pequeños agricultores	

Programa SIRSD-S

1. Diseño de evaluación de programas nuevos en el 2011, del Centro de Microdatos (2011), encargado por la DIPRES.
2. Estudio de línea base en 2011 (Donoso et al., 2012)
3. Evaluación de desempeño e impacto para el periodo 2010-2015 (Universidad de Talca para Odepa, 2016).
4. Diseño de una estrategia para la evaluación del programa sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos SIRSD-S para el periodo 2018-2021 (Innovametric para Odepa, 2017).
5. Evaluación de impacto del programa sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos SIRSD-S (Universidad de Chile para la Subsecretaria del Ministerio de Agricultura, 2021).

Bajo esta nueva versión del Programa SIRSD-S, Donoso et al. (2012), realizaron un estudio de línea base y propusieron tres metodologías para la evaluación de impacto (Matching; de Diferencias en Diferencias con Matching; Mixto), y un conjunto de variables para medir el impacto en:

- Aumento en la recuperación de suelos degradados
- Ingresos Monetarios por venta de productos
- Actividades realizadas por cuenta propia
- Comercialización en el mercado
- Uso de tecnologías de producción (para recuperación de suelos)

Para cada una de estas se definieron variables de control y se modeló la participación en el programa, de forma que a través del matching se obtuvo un grupo de control similar al grupo de beneficiarios, que podrá ser utilizado en las evaluaciones. Dentro del análisis realizado por Donoso et al. (2012) se puede destacar que los beneficiarios presentaron un comportamiento mejor hacia la conservación. Por ejemplo, la adopción de prácticas de conservación fue de 77% en beneficiarios del programa respecto de 38% en el grupo control, recuperación de suelos de 9,5 ha en los participantes del programa respecto de 7,6 ha en el grupo control.

Luego, se desarrollaron evaluaciones en los años 2016 (U. Talca) y 2022 (U. Chile), que miden el desempeño y el impacto y que resultan de mayor interés para los fines del presente estudio, por lo cual serán analizadas en mayor detalle. En ambas evaluaciones los resultados muestran que hay una buena colocación de los recursos y alto porcentaje de ejecución presupuestaria. Sin embargo, la evaluación del periodo 2010-2015 plantea que 54% de los productores y 49,8% de la superficie bonificada son suelos sin erosión física, mientras que la evaluación del periodo 2010-2020 destaca que gran parte de las bonificaciones Indap y SAG se colocan en suelos clase III y IV de seco, con lo cual se

podría pensar que están dirigidos a suelos más degradados, sin embargo, no existe un diagnóstico previo de degradación para poder confirmarlo.

Respecto a la evaluación de la producción agrícola valorada (PAV) se estimó un impacto positivo en la producción agrícola valorada (PAV) para los beneficiarios Indap (2016) mientras en el año 2022 no se obtuvo un cambio en la PAV significativo, pero sí un resultado positivo en los efectos marginales de impacto entre 2016 y 2022 (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2 Principales Resultados de las Evaluaciones del SIRSD-S 2010-2021

	Año	Tipo de Evaluación	Periodo	Territorio	Institución	Prácticas	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Estudio de línea base en 2011 (Donoso et al., 2012)	2012	Línea Base	2011	Ñuble, BioBío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos	Indap y SAG	Fertilización fosforada cubierta Vegetal y Enmiendas	De 30.00 postulaciones quedan 23.000: 90% Indap	Los recursos se concentran entre el Maule y Los Lagos	Recuperación de suelos 9,5 ha los beneficiarios y 7,6 ha los controles	Adopción de prácticas de conservación 77% beneficiarios contra 38% controles
Evaluación de desempeño e impacto para el periodo 2010-2015 (Utalca, ODEPA, 2016).	2016	Desempeño e Impacto	2010-2015	Nacional; Ñuble, Biobío y Los Lagos	Indap y SAG	Todo el programa	Alto porcentaje de ejecución presupuestaria (96% SAG, 99% Indap)	Tasa de adjudicación PM por operadores 75% SAG y 67% Indap. La mayoría tiene 1 solo PM	54% de productores y 49,8% de la superficie bonificada son suelos sin erosión física	81,5% de los beneficiarios SAG se ubica zonas de buen acceso
Evaluación de impacto del programa sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos SIRSD-S (Subsecretaría del Ministerio de Agricultura, 2022).	2022	Desempeño e Impacto	2010-2021	Nacional	Indap y SAG	Todo el programa	Durante 2010-2021 ha colocado apropiadamente los recursos	Alta cantidad de PM adjudicados por agricultor (84% Indap y 90% SAG de los beneficiarios han recibido 2 o más bonificaciones)	Se evidencia un cambio positivo en el PAV, sin diferencias entre INDAP y SAG	Hay brechas de capacitación en materia de conservación y sustentabilidad

1.2 Evaluación de impacto del programa sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios

(Facultad de Ciencias Agronómicas U. Chile. – 2022)

El objetivo del estudio fue la evaluación de impacto del Programa para el periodo 2010-2021, y contempló el análisis de los aspectos económicos, de eficiencia y de focalización del programa y mediciones globales de desempleo y evaluación de impacto. Esta última consideró dos niveles, uno económico productivo, cuya variable principal fue la Producción Agrícola Valorada (PAV) y su metodología de estimación fue de carácter econométrico. El segundo nivel consideró el análisis de las propiedades de suelos y estimaciones de indicadores de erodabilidad y sustentabilidad de suelos. Ahondaremos en aspectos de economía, eficiencia y focalización.

El programa en el periodo 2010-2021 ha realizado bonificaciones por más de \$ 115 mil millones a beneficiarios de SAG y más de \$ 190 mil millones a beneficiarios de Indap, e intervenido 1,7 millones de ha¹. En el periodo acumulado 2010 - 2015 las bonificaciones entregadas por Indap cubrían el 42,6% de la superficie intervenida total, mientras que en 2010–2021, esta participación llegó a 46,8%. Las regiones con mayores bonificaciones recibidas son Los Lagos, Araucanía, Los Ríos y Maule (Cuadro 1.3).

En relación con la eficiencia, los resultados del estudio destacan que un indicador relevante es la cantidad de planes de manejo (PM) adjudicados a lo largo del Programa por agricultor, destacando que en el caso de Indap un 84% de los agricultores han recibido dos bonificaciones o más, y en el caso del SAG este porcentaje llega a 90%. “Esta situación, tiene dos alcances: es probable que algunas prácticas contribuyan a la sostenibilidad si se hacen varias veces sobre la misma superficie, ya sea con la misma practica o bien con una integración de varias prácticas, lo cual desde el punto de vista de sustentabilidad del recurso suelo puede ser favorable. Por otro lado, pueden existir productores que recurran al sistema frecuentemente sin un mayor impacto en lo que respecta a sustentabilidad” (Odepa, 2022).

¹ Se utiliza el concepto de intervenido, ya que una hectárea puede haber implementado más de un PM.

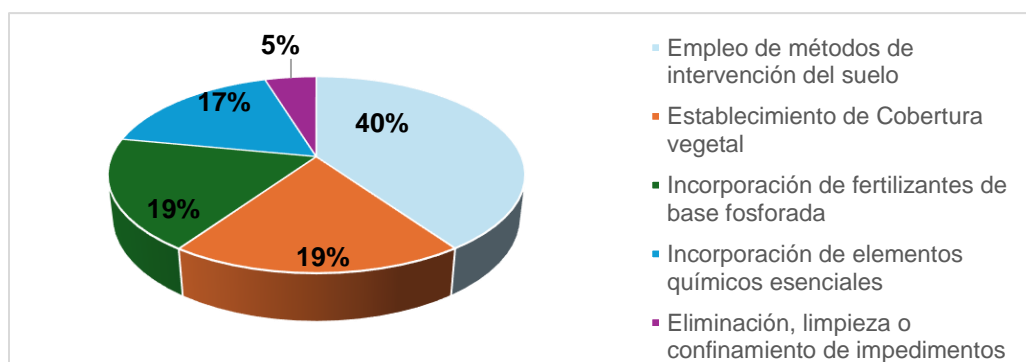
Cuadro 1.3 Resultados globales del Programa 2010 – 2021
Agricultores beneficiarios, superficie intervenida y montos bonificados

Región	SAG				INDAP			
	N° Folios	N° Agricultores	Superficie Bonificada (ha)	Monto Bonificado (miles pesos)	N° Folios	N° Agricultores	Superficie Bonificada (ha)	Monto Bonificado (miles pesos)
Arica y Parinacota	457	419	1.579	1.159.122	1.171	1.084	2.102	1.853.475
Tarapacá	640	555	3.889	1.299.054	3.614	3.074	3.156	3.985.977
Antofagasta	356	311	370	356.548	3.661	3.451	2.400	2.649.392
Atacama	472	429	4.989	2.024.856	1.945	1.812	2.404	2.531.102
Coquimbo	2.341	2.324	43.760	10.038.234	3.304	3.285	7.642	5.625.470
Valparaíso	933	855	32.596	3.323.099	3.169	2.963	10.066	3.194.255
Metropolitana	453	406	13.090	1.631.447	4.101	3.771	19.029	3.618.460
Libertador	1.008	1.002	23.979	4.705.170	20.169	16.759	90.234	18.692.236
Maule	3.467	3.271	115.406	14.266.046	23.944	19.179	126.700	17.184.399
Ñuble	225	206	5.752	897.876	18.851	17.480	74.200	19.279.080
Bio Bio	2.257	2.135	73.032	8.694.953	13.059	12.634	29.259	10.090.851
La Araucanía	3.490	3.358	111.623	14.855.687	37.242	35.368	105.310	32.226.420
Los Ríos	2.607	2.480	78.389	11.038.281	27.665	19.784	85.349	20.172.460
Los Lagos	7.687	7.462	172.356	27.485.830	47.700	41.485	177.053	40.362.683
Aysén	1.937	1.795	36.047	8.868.593	3.964	3.891	22.556	9.410.062
Magallanes	938	909	199.923	5.167.173	603	585	50.222	1.744.945
Total	29.268	27.917	916.780	115.811.969	214.162	186.605	807.682	192.621.267

Fuente: Odepa 2022.

En relación con la focalización se evidencia una mayor colocación de recursos, en el subprograma de “Métodos de intervención de suelos” en el cual predominan las prácticas que están orientadas a la sustentabilidad del suelo, luego le siguen en importancia el “Establecimiento de cobertura vegetal; e “Incorporación de fertilizantes de base fosforada” (Figura 1.1).

Figura 1.1 Distribución de PM ejecutados según subprograma
Beneficiarios Indap 2010 - 2021

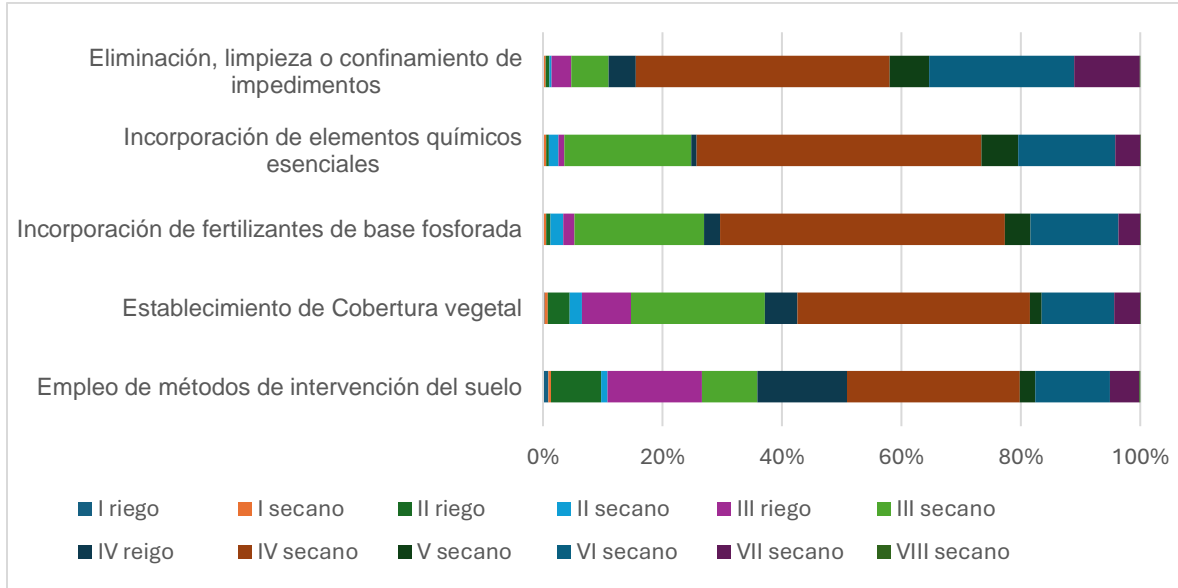


Fuente: Odepa, 2022.

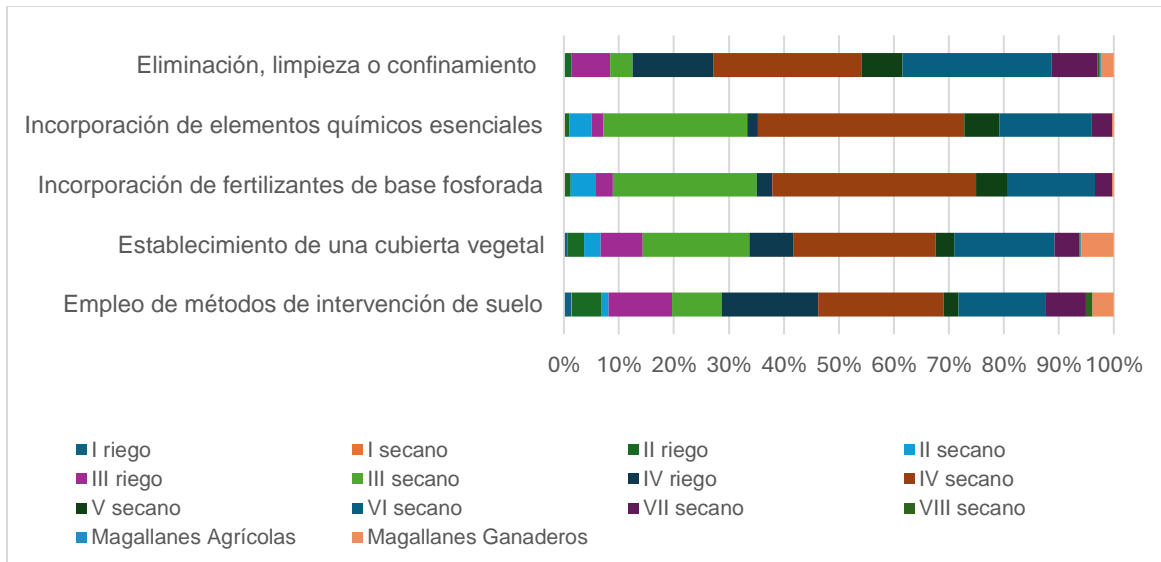
Gran parte de las bonificaciones de INDAP y SAG se concentran en suelos clasificados dentro de la clase de capacidad de uso III y IV, en condiciones de secano, lo cual podría indicar que son los suelos de interés agrícola de mayor vulnerabilidad; sin embargo, existe una falta de evidencia de diagnóstico para aseverarlo. En la Figura 1.2 se presenta la distribución de los PM ejecutados para el periodo 2010 – 2021, de acuerdo a la clase de uso de suelo para cada subprograma, y

para los beneficiarios de Indap y SAG. Queda en evidencia la importancia los suelos de clase III y IV de riego y seco.

Figura 1.2 Distribución de los PM ejecutados por subprograma y clase de uso suelo Beneficiarios Indap (2010 – 2021)



Beneficiarios SAG (2010 – 2021)



Fuente: Elaboración propia con información de Odepa 2022

Respecto de la operación del Programa se destaca el rol de los CTR en cuanto a la focalización, ya que son quienes definen los criterios técnicos para las convocatorias. También es fundamental el rol de los operadores, ellos se concentran en la atención a pequeños agricultores. Respecto a ellos se indica que falta una estructura de coordinación que permita la interacción entre ellos, y

si bien tienen conocimientos de las prácticas y el Programa, sugieren que tengan una mayor capacitación en conservación de suelos.

1.3 Análisis de las prácticas bonificadas en el periodo 2010 - 2023

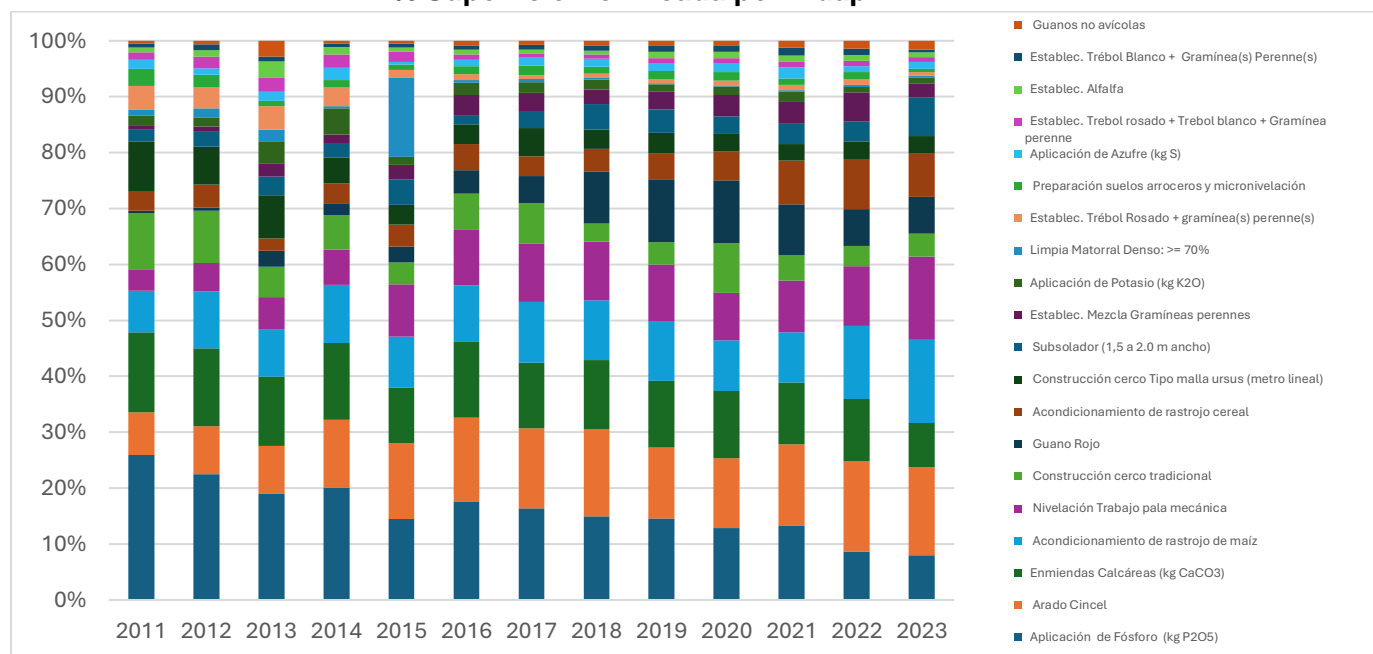
Las evaluaciones realizadas al Programa entregan una gran cantidad de información, y hemos analizado con más detalle aquellos aspectos que son más importantes para los fines del presente estudio, y que dice relación con la importancia de los subprogramas y la calidad de uso de suelo en que se realizan.

Para avanzar con más detalle respecto de las prácticas utilizadas y bonificadas por el programa en el periodo 2010 -2023, tanto por Indap como por SAG, se presentan a continuación dos figuras que representan la distribución en términos superficie bonificada de las practicas más representativas.

Como se observa en las Figuras 1.3 y 1.4 existe una tendencia a utilizar las mismas prácticas en los diferentes años, concentrándose en un grupo de 10 a 12 prácticas. En el caso de SAG se identifica un comportamiento diferente en los años 2022 y 2023, donde se redujo la construcción de cerco tradicional y aplicación de fósforo, en favor de sistemas de distribución (plansa) y uso de estanque plástico.

Para este análisis se utilizaron las bases de datos entregadas por la contraparte, y ordeno la información con el fin de identificar las prácticas más representativas, considerando como criterio cubrir como mínimo el 80% de la superficie bonificada en cada uno de los años.

Figura 1.3 Participación de las prácticas más presentativas en el Programa 2011 - 2023
% Superficie Bonificada por Indap*

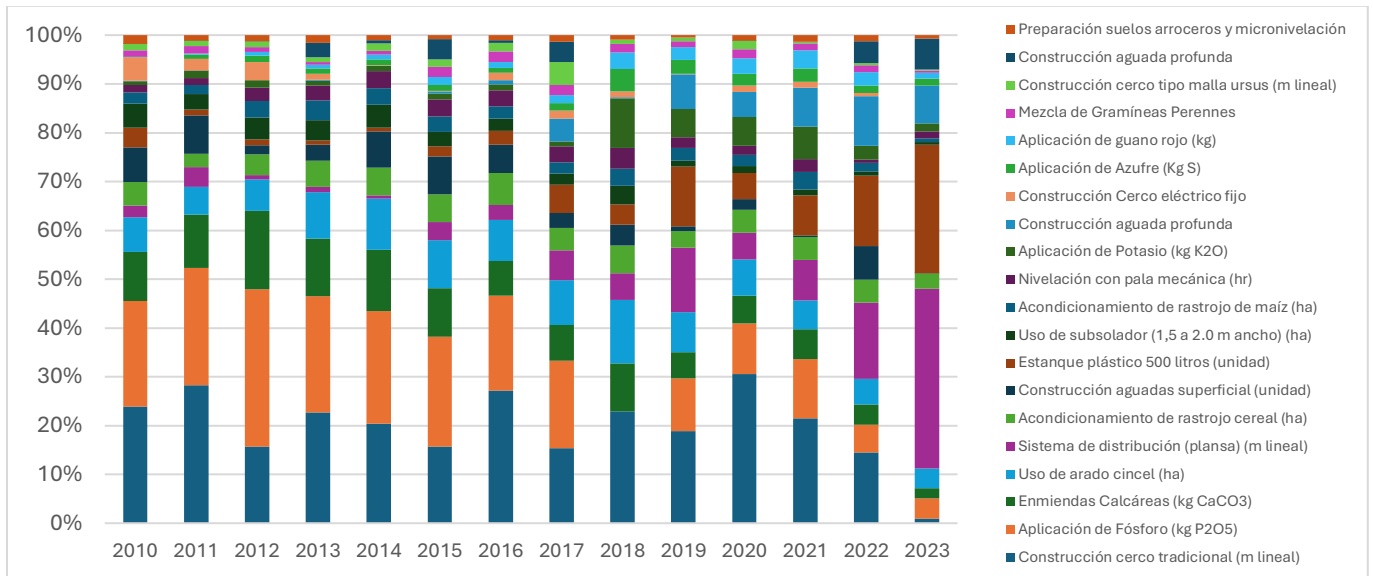


* Estas prácticas representaron entre el 80% y 85% de la superficie bonificada en los diferentes años.

Fuente: elaboración propia

Figura 1.4 Participación de las prácticas más representativas en el Programa 2010 - 2023

% Superficie Bonificada por SAG*



* Estas prácticas representaron entre el 84% y 90% de la superficie bonificada en los diferentes años.

Fuente: elaboración propia

2 ANÁLISIS DE INICIATIVAS INTERNACIONAL

La experiencia internacional muestra que los diferentes programas e iniciativas para la gestión sustentables de los suelos están focalizadas en la conservación y recuperación de los suelos en un contexto de impacto ambiental, como en los manejos más sistémicos donde se promociona los sistemas agroecológicos. De esta forma se reduce el espacio y los incentivos a las prácticas productivas convencionales o tradición, asociándolas a impactos negativos sobre el medio ambiente.

A partir de la revisión de las iniciativas internacionales y con el propósito de ordenar la información levantada y hacer los análisis comparativos, se propone hacer una clasificación de las prácticas desde la perspectiva de la gestión sustentable del suelo de la siguiente forma:

- Diversificación y/o rotación de cultivos: cultivar dos o más especies en un predio o temporada de siembra.
- Praderas perennes: mantener vegetación herbácea perenne con alta cobertura en praderas o suelo desnudo.
- Zanjas o barreras para protección de suelo: zanja en el suelo, muro u obstáculo que contiene el agua y previene deslizamiento de suelo.
- Agroforestería: sistema de cultivo agrícolas y/o producción animal que considera la asociación con especies leñosas perennes (árboles, arbustos), en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal.
- Cultivos de cobertura, cubiertas verdes: establecimiento de una cobertura vegetal estacional de herbáceo en la entre hilera del huerto.
- Cultivos fijadores de nitrógeno: siembra de cultivos herbáceos como leguminosas capaces de fijar nitrógeno en el suelo.
- Mulch o acolchado: aplicación de materiales o residuos al suelo.
- Reducción de labranza: sistema de labranza que reduce la perturbación y rotación del suelo.
- Enmiendas orgánicas: adición de materia o residuos orgánicos al suelo.
- Manejo de residuos orgánicos: incorporación de residuos y rastrojos al suelo.
- Conservación de quebradas: vegetación ribereña, mantención de setos vivos. Establecer como sitios de conservación quebradas y revegetar para disminuir escorrentía, erosión por viento, entre otros
- Agricultura orgánica: implementar prácticas y productos permitidos bajo normativa de agricultura orgánica
- Aplicación de nutrientes y agroquímicos: uso de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos en el suelo para aumentar productividad
- Labranza: excavar, voltear o agitar el suelo con herramientas mecánicas, generalmente un arado o un disco.

2.1 Programas y prácticas de gestión sustentable

A nivel mundial, existe una creciente preocupación por mejorar la salud del suelo y disminuir acciones que causen degradación de sus propiedades químicas, físicas y biológicas. El **Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC)** ha mencionado el potencial directo del suelo para almacenar carbono y ha identificado prácticas para mitigar el cambio climático en la agricultura, como la gestión del agua, la agroforestería, la diversificación de cultivos, la gestión sostenible de la tierra y el aumento del contenido de carbono orgánico en el suelo, entre otras (IPCC, 2023). Por otro lado, las Naciones Unidas han definido los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** 2015-2030, los cuales constituyen un acuerdo universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo. Buscan poner la sustentabilidad al centro del desarrollo, y para ello se proponen prácticas agrícolas resilientes al cambio climático, fomentar la agrobiodiversidad, promover la cooperación internacional, inversiones y avances tecnológicos para aplicar prácticas, así como proteger y promover el uso sostenible de los ecosistemas y detener la degradación y desertificación de las tierras (Naciones Unidas, 2015).

Otra iniciativa a nivel global es **4/1000: Suelos para la seguridad alimentaria y el clima**, una iniciativa de la **Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)**, la **Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD)**, el **Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)**, la Alianza Mundial por el Suelo (AMS) y los ODS, la cual busca promover el crecimiento anual de un 0,004% del carbono almacenado en el suelo para mejorar la fertilidad de los suelos, la producción agrícola y mitigar el cambio climático. Esta iniciativa consiste en un plan de acción voluntario apoyado por un programa de investigación (UNFCC, 2015).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) también ha actualizado el Marco de Acción 2022 – 2030, para mejorar la escala y alcance de la gestión sostenible del suelo (SSM, por sus siglas en inglés), ya que se ha entendido su relevancia para alcanzar los ODS, mitigar el cambio climático, reducir la degradación de la tierra, disminuir la inseguridad alimentaria, contaminación y enfrentar la escasez hídrica.

Particularmente, en Estados Unidos el **Servicio de Conservación de Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos** ha definido 170 prácticas de conservación y ha desarrollado lineamientos técnicos para implementarlas, promoviendo la conservación de suelo, agua, aire, plantas, animales y energía en tierras agrícolas y forestales. Estos lineamientos están contenidos en los Estándares de Prácticas de Conservación (CPS, por sus siglas en inglés), y cada uno proporciona especificaciones y criterios técnicos para aplicar prácticas específicas de conservación. Estas prácticas, definidas a partir de evidencia, se enfocan en mantener la productividad del suelo agregando nuevas funciones como reducir la erosión, mejorar la calidad del agua, conservar la biodiversidad, reducir la huella de carbono y mitigar el cambio climático. Entre las prácticas propuestas, se incluyen más de 20 acciones de manejo orientadas en forma directa a mejorar la salud del suelo, con objetivos como incrementar el contenido de materia orgánica, reducir la perturbación y promover la estructura del suelo,

disminuir la erosión y la compactación, mejorar los niveles de nitrógeno y carbono orgánico, y fomentar la biodiversidad tanto en la superficie como en el subsuelo (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1 Prácticas de manejo asociadas a suelo que son parte del Estándar de prácticas de conservación (CPS) del Natural Resources Conservation Service de US Department of Agriculture.

Práctica*	Definición	Clasificación propuesta
Praderas o pastizales permanentes	Siembra y establecimiento de especies herbáceas y leñosas para mejorar la composición de la vegetación y la productividad de las comunidades vegetales cuando el estado ecológico existente es insuficiente para cumplir los objetivos de gestión o no se espera la recuperación natural oportuna hacia un estado más deseable	Praderas perennes
Cubierta de conservación	Establecimiento y mantención de cobertura vegetal permanente	Praderas perennes
Rotación de cultivos	Secuencia planificada de ciclos de crecimiento de cultivos en un mismo suelo a lo largo de un período de tiempo	Diversificación y/o rotación de cultivos.
Protección de áreas de uso intensivo	Estabilización o protección de una zona de uso intensivo.	Praderas perennes
Cultivos de cobertura	Siembra de cultivos que incluye gramíneas, leguminosas y hierbas para cobertura estacional y otros fines de conservación	Cultivos de cobertura, cubiertas verdes.
Labranza profunda	Realización de operaciones de laboreo por debajo de la profundidad normal de laboreo para modificar propiedades físicas o químicas adversas de un suelo.	Reducción de labranza.
Tratamiento mecánico de pastizales	Modificación de las condiciones físicas del suelo y/o de las plantas con herramientas mecánicas mediante tratamientos como el picado, el surcado de contorno y el cincelado, el desgarrado o el subsolado.	Praderas perennes
Control de acceso	Exclusión temporal o permanente de animales, personas, vehículos y maquinarias de un área específica	Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos vivos
Aplicación de enmiendas de yeso	Utilizar productos derivados del yeso (sulfato de calcio dihidratado) para modificar las propiedades físicas y/o químicas del suelo	Enmiendas
Borde de campo con vegetación	Franja de vegetación permanente establecida en el borde o alrededor del perímetro de un campo.	Conservación de quebradas y vegetación

Práctica*	Definición	Clasificación propuesta
		ribereña, mantención de setos vivos
Setos vivos	Establecimiento de vegetación densa en un diseño lineal para lograr un propósito de conservación de los recursos naturales.	Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos vivos
Agroforestería	Gestión o establecimiento de masas de árboles o arbustos en coordinación con la gestión y/o el cultivo de plantas del sotobosque o de productos forestales no madereros.	Agroforestería.
Silvopastoreo	Establecimiento y/o gestión de árboles y forrajes deseados en la misma unidad de tierra.	Agroforestería.
Acolchado o mulching	Aplicación de residuos vegetales u otros materiales adecuados a la superficie del suelo	Mulch o acolchado.
Manejo de residuos leñosos	El tratamiento del material leñoso residual que se crea debido a las actividades de gestión o a perturbaciones naturales. Esta práctica puede aplicarse en huertos y viñedos en los que normalmente se queman los residuos leñosos, para ofrecer opciones de tratamiento alternativas que beneficien a la calidad del aire y del suelo.	Mulch o acolchado.
Manejo de nutrientes	Gestione la tasa, la fuente, la colocación y el momento de aplicación de los nutrientes para las plantas y las enmiendas del suelo reduciendo al mismo tiempo el impacto medioambiental.	Aplicación de nutrientes y agroquímicos
Manejo orgánico	Gestión y mejora de los recursos naturales de las tierras de producción orgánica utilizando métodos que integren prácticas culturales, biológicas y mecánicas que fomenten el ciclo de los recursos, promuevan el equilibrio ecológico y conserven la biodiversidad.	Agricultura orgánica
Gestión de residuos y labranza reducida	Gestionar la cantidad, orientación y distribución de los residuos de cultivos y otras plantas en la superficie del suelo durante todo el año, limitando al mismo tiempo las actividades que alteran el suelo utilizadas para cultivar y cosechar en sistemas en los que la superficie del campo se labra antes de la siembra.	Reducción de labranza.
Gestión de residuos y cero labranzas	Limitar la alteración del suelo para gestionar la cantidad, orientación y distribución de los residuos de cultivos y plantas en la superficie del suelo durante todo el año.	Reducción de labranza.

Práctica*	Definición	Clasificación propuesta
Enmiendas de carbono al suelo	Aplicación de enmiendas a base de carbono derivadas de materiales vegetales o subproductos animales tratados.	Enmiendas
Establecimiento de árboles y arbustos	Establecimiento de plantas leñosas mediante plantación, siembra directa o regeneración natural.	Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos vivos

* Corresponden a la práctica identificada en la fuente de información, y puede corresponder a una práctica o a un grupo de ellas.

Fuente: Elaboración propia a partir de Natural Resources Conservation Service (s.f.) Conservation practice standard. United States Department of Agriculture.

En la **Unión Europea** la nueva **Política Agrícola Común (PAC) 2023 – 2027** establece tres tipos de medidas: de condicionalidad o reglas obligatorias que los agricultores deben seguir; regímenes ecológicos que ofrecen flexibilidad en su aplicación y pueden llevar a pagos si se cumplen al menos tres prácticas agroambientales o "eco esquemas" voluntarios que recompensan económicamente a los agricultores por su adopción (Cuadro 2.2). Estas prácticas deben cumplir objetivos específicos, como la protección de la biodiversidad y la mejora de la calidad del suelo, el agua y el aire, así como la mitigación y adaptación al cambio climático. Entre las más de 50 medidas identificadas, hay al menos 19 prácticas que tienen entre sus objetivos disminuir la erosión y compactación, mejorar la estructura de suelo y retención de agua, promover el ciclaje de nutrientes y aumentar los contenidos de materia orgánica en el suelo. Algunas de estas prácticas agrícolas pueden recibir apoyo económico de los regímenes ecológicos (Comisión Europea, s.f., Comisión Europea, 2021).

Otra iniciativa de la Unión Europea es la Estrategia para la Protección del Suelo para 2020 que promueve la implementación de prácticas que se rigen por principios agroecológicos que son parte de otras estrategias como "de la granja a la mesa", estas prácticas consideran el aumentar materia orgánica del suelo a través de agrosilvicultura, cultivos de protección, rotación de cultivos, incorporación de rastrojos, reducir maquinaria pesada, incorporar compost, reducción de labranza y de uso de productos químicos (Comisión Europea, 2022).

Cuadro 2.2 Prácticas de manejo asociadas a suelo que son parte de los Regímenes ecológicos de la Política Agrícola Común de la Unión Europea 2023- 2027

Práctica*	Definición	Clasificación propuesta
Agricultura orgánica	Conversión y mantenimiento de la producción orgánica, definida en el reglamento UE 2018/848	Agricultura orgánica
Gestión integrada de plagas	Implementar planes de monitoreo y control de plagas, franjas de protección con prácticas de gestión y sin plaguicidas, control mecánico de malezas, uso de especies y variedades resistentes a plagas	Aplicación de nutrientes y agroquímicos
Rotación de cultivos con leguminosas	Alternar secuencia de cultivos agrícolas con cultivos de leguminosas que tienen capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en el suelo	Diversificación y/o rotación de cultivos.
Cultivos mixtos y multicultivos	Siembra de dos o más cultivos en el mismo terreno simultáneamente para diversificar producción	Diversificación y/o rotación de cultivos.
Cultivos de cobertera	Siembra de cultivos herbáceos para mantener el suelo cubierto y mejorar estructura del suelo, reducir erosión, y mantener o incrementar su fertilidad y biodiversidad	Cultivos de cobertura, cubiertas verdes.
Pastoreo de baja intensidad	Reducción de la densidad de animales para mantener vegetación, biodiversidad y evitar sobreexplotación de pastizales	Praderas perennes
Praderas o pastizales permanentes	Mantenimiento de pastos y plantas herbáceas durante al menos 5 años	Praderas perennes
Agrosilvicultura	Sistema de producción que integra la producción de árboles y arbustos con cultivos agrícolas o ganadería	Agroforestería.
Tierras en barbecho	Superficie agrícola que se deja sin cultivar con composición de especies que promuevan biodiversidad (polinización, aves, plantas forrajeras, etc.)	Praderas perennes
Creación y mejora de hábitats seminaturales	Restaurar o conservar áreas de vegetación natural que proporcionan refugio y alimento a la fauna,	Conservación de quebradas y vegetación, mantención de setos vivos
Reducción de uso de fertilizantes	Gestión de baja intensidad y disminución de aplicación de fertilizantes	Aplicación de nutrientes y agroquímicos
Agricultura de conservación	Promoción de la protección del suelo mediante prácticas como la reducción del laboreo, rotación de cultivos, uso de cultivos de cobertera	Puede ubicarse dentro de diferentes clases

Práctica*	Definición	Clasificación propuesta
Gestión de residuos agrícolas (rastros)	Prohibición de quema de rastros. Incorporación de rastros para favorecer materia orgánica del suelo	Mulch o acolchado.
Plan de gestión de nutrientes	Planificar aplicación, utilización de enfoques innovadores para minimizar la liberación de nutrientes, pH óptimo para la absorción de nutrientes, agricultura circular	Aplicación de nutrientes y agroquímicos
Agricultura de precisión	Eficiencia en estimación y aplicación para reducir insumos (fertilizantes, agua, productos fitosanitarios)	Aplicación de nutrientes y agroquímicos
Franjas anti-erosión	Áreas vegetadas o no cultivadas establecidas a lo largo de pendientes o cursos de agua, diseñadas para reducir la erosión del suelo	Zanjas o barreras para protección de suelo
Cortavientos	Estructuras vegetativas, generalmente formadas por árboles o arbustos, que se plantan estratégicamente para proteger cultivos y tierras agrícolas de los vientos fuertes, reduciendo la erosión del suelo	Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos vivos
Creación y mantenimiento de campos de cultivo en terrazas y bandas	Construcción de terrazas o bandas en pendientes para reducir la erosión del suelo en áreas montañosas o con inclinación.	Zanjas o barreras para protección de suelo
Gestión de labranza	Gestión mínima de las tierras para reducir riesgo de degradación y erosión del suelo, considerando además la pendiente	Reducción de labranza.

* Corresponden a la práctica identificada en la fuente de información, y puede corresponder a una práctica o a un grupo de ellas.

Fuente: Elaboración propia a partir de Comisión Europea (2024). Regímenes ecológicos. Recuperado de https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/income-support/eco-schemes_es

Las múltiples iniciativas desarrolladas globalmente consideran y bonifican la implementación de diversas prácticas, sólo analizando las prácticas de suelo que incluye el Estándar de Prácticas de Conservación del NRCS de Estados Unidos y los Regímenes Ecológicos de la Política Agrícola Común de la Unión Europea es posible identificar más de 40 prácticas. Sin embargo, entre ellas existen elementos en común que permiten una clasificación en 13 tipos de prácticas, las cuales se describen en el Cuadro 2.5. Esta clasificación fue realizada en base a las acciones de manejo que considera su implementación y a los impactos o efectos esperados de la práctica sobre el suelo.

2.2 Evidencia del impacto de la implementación de prácticas asociadas a la salud de suelo

Para entender mejor la importancia de las diferentes prácticas es fundamental conocer sus impactos, para ello se presenta a continuación una definición de ellos considerando seis componentes en los cuáles se puede observar un cambio tras la implementación de una práctica.

Estos componentes son: productividad, conservación del suelo, biodiversidad, agua, carbono, y emisiones de gases efecto invernadero (GEI). La descripción de los componentes se encuentra en el Cuadro 2.3. El nivel o magnitud del impacto en cada uno de estos componentes se representó mediante colores, con seis niveles: altamente beneficioso (verde oscuro), medianamente beneficioso (verde), neutral - sin efecto positivo o negativo (amarillo), medianamente perjudicial (café claro), altamente perjudicial (café), y sin evidencia al respecto (blanco) cuando no se ha reportado su efecto específicamente en ese componente (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.3 Definición de impactos esperados tras la implementación de las prácticas descritas anteriormente.

Impacto	Definición
Productividad	Mantiene y/o aumenta el rendimiento, la calidad de producción o disminuye los costos asociados a riego, aplicación de agroquímicos, etc.
Conservación del suelo	Mantiene y/o mejora las condiciones físicas, química y biológicas del suelo
Biodiversidad	Aumenta la riqueza y/o abundancia de flora y/o fauna al interior del predio
Agua	Disminuye la cantidad de riego aplicado o aumenta la retención de agua en el suelo
Carbono	Aumenta el contenido de carbono orgánico en el suelo
Emisiones de GEI	Disminuye o no aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero o promueve la captura de carbono en biomasa leñosa a nivel predial.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2.4 Magnitud del impacto esperado tras la implementación de las prácticas descritas

Simbología
Altamente beneficioso
Medianamente beneficioso
Neutral (el efecto no es positivo ni negativo)
Medianamente perjudicial
Altamente perjudicial
No hay evidencia al respecto (no se ha reportado)

Fuente: Elaboración propia a partir de Conservation Evidence²: <https://www.conservationevidence.com/>

La evaluación del impacto de las prácticas en los distintos componentes se obtiene a través de evidencia científica que ha sido documentada en publicaciones peer review en revistas reconocidas, en las cuales se presentan los resultados de diferentes evaluaciones de ensayos realizados en diferentes cultivos y regiones del mundo. Esta se complementa con distintas guías de las iniciativas internacionales revisadas. Es importante destacar que no se conoce el impacto

² Conservation Evidence is a free, authoritative information resource designed to support decisions about how to maintain and restore global biodiversity

de todas las prácticas para los distintos sistemas agrícolas en Chile, ya que en algunos casos no se cuenta aún con evidencia, más aún cuando se trata de prácticas que no actúan directamente en el suelo. Se destaca también que los valores utilizados corresponden a distintos cultivos, pero orientan la selección de prácticas.

1. Diversificación y/o rotación de cultivos

La diversificación y rotación de cultivos promueve la biodiversidad del suelo, mejora la estructura de suelo, reduce la erosión, aumenta la materia orgánica y el contenido de carbono orgánico del suelo. En combinación con reducción de labranza, La diversificación y rotación de cultivos puede reducir la presencia de malezas en casi un 50%, y tiene un mayor efecto (65%) bajo condiciones de cero labranzas que bajo condiciones de labranza convencional (41%) (Weisberger et al., 2019). Además, se ha presentado evidencia de que se puede incrementar los rendimientos en hasta un 28% (Bowles et al., 2020; Beillouin et al., 2019), y reducir la variabilidad de rendimiento (Gaudin et al., 2015). Por otro lado, se han documentado efectos positivos en la biodiversidad y servicios ecosistémicos como retención de agua, control de plagas y malezas, y calidad de suelo (Beillouin et al. 2021). En estudios de largo plazo (10 años) se ha observado que la rotación de cultivos tiene un impacto positivo en la diversidad microbiana y multifuncionalidad del suelo (Garland et al., 2021). Finalmente, se ha observado que las rotación y diversificación de cultivos mejoran el contenido de carbono orgánico del suelo y la agregación de este (Maiga et al., 2019). Tiene como limitante principal, el definir la correcta rotación de especie y el complemento con otras prácticas de manejo.

2. Praderas/pastizales perennes

Pastos perennes gestionados con pastoreo rotacional acumulan más carbono orgánico del suelo y carbono asociado a minerales (un 18-29% más) que todos los sistemas de cultivo anuales, después de 29 años de gestión de praderas (Rui et al., 2022). Además de aumentar el contenido de carbono, también aumenta el contenido de nitrógeno y fósforo y la relación C: N (Liu et al., 2021), mejora la capacidad de retención de agua (Russel et al., 2015). Se utilizan en contexto de agricultura regenerativa con baja carga animal.

3. Zanjas o barreras para protección de suelo

Las zanjas de desviación reducen la erosión del suelo en los campos de cultivos herbáceos con pendientes inferiores al 9%, mientras que las terrazas de terraplenes y muros de piedra reducen las pérdidas de suelo en las pendientes pronunciadas (Napoli et al., 2020). Streeter et al (2019) concluyeron que la incorporación de prácticas de conservación en el campo, en las cuencas de captación de las acequias, puede resultar más económica y sostenible desde el punto de vista medioambiental que las actuales prácticas de gestión, tanto para los agricultores como para los gestores de las carreteras. Los suelos de los lechos de las zanjas tienen mayor porosidad, carbono orgánico y conductividad hidráulica (Dollinger et al., 2018). La construcción de zanjas en los campos agrícolas contribuye a disminuir la erosión de las laderas y la pérdida de suelo, lo que subraya la importancia de proteger y controlar tanto la erosión de las laderas como la de las zanjas sin comprometer el drenaje del agua (Gessesse et al., 2014).

4. Agroforestería

La agroforestería involucra un conjunto de acciones a nivel predial. Al incluir la forestación y silvicultura de zonas no productivas dentro del predio promueve la acumulación de carbono, la disponibilidad de nutrientes, la fertilidad del suelo y potencia su dinámica microbiana, influyendo positivamente en la salud del suelo (Dollinger et al., 2018). Los sistemas agroforestales tienen un 19% más de reservas de carbono en el suelo que las tierras de cultivo o los pastos (Shi et al., 2018). La agroforestería mejora las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo, aumenta la biodiversidad, reduce la escorrentía y ayuda a controlar la erosión (Fahad et al., 2022). Los sistemas agroforestales pueden afectar positivamente a las propiedades bioquímicas del suelo y a la resistencia microbiana, lo que podría repercutir positivamente en la productividad de los cultivos y en la tolerancia al estrés hídrico severo (Rivest et al., 2013). En sistemas subtropicales, la agrosilvicultura reduce los índices de erosión del suelo en un 50%, aumenta el carbono orgánico del suelo en un 21%, el almacenamiento de nitrógeno en un 13% y mejora la estabilidad de la estructura del suelo, lo que se traduce en una mejora de la salud del suelo en los trópicos húmedos y subhúmedos (Muchane et al., 2020).

5. Cultivos de cobertura, cubiertas verdes

Corresponden a cultivos de invierno o permanentes que se establecen en zonas de entre hileras de cultivos anuales o perennes. Un metaanálisis evaluó los múltiples servicios ecosistémicos que promueve la implementación de distintos tipos de cultivos de cobertura en sistemas agrícolas mediterráneos y encontró que los cultivos de cobertura promueven la retención de agua, acumulan un 9% más de materia orgánica, un 41% más de biomasa microbiana en el suelo, un 27% menor presencia de malezas en comparación con el suelo desnudo o los barbechos de invierno (Shackelford et al., 2019). Además, en cultivos perennes puede aumentar el contenido de carbono orgánico, mejorar la infiltración y reducir la erosión, promover la calidad de suelo y biodiversidad (Abad et al., 2021; Riviere et al 2022). Estudios recientes han reportado además que al aumentar la eficiencia en el uso de agua y el contenido de carbono se pueden obtener, además, mayores rendimientos (Zhang et al., 2023), sin embargo, existen pocos estudios al respecto y no en cultivos perennes. En condiciones de escasez hídrica pueden generar problemas de competencia por agua con cultivos.

6. Cultivos fijadores de nitrógeno:

El cultivo intercalado de leguminosas de grano y cereales aumenta la fijación de N_2 por las leguminosas de grano y la adquisición de N del suelo en los cereales, mejorando la sostenibilidad de la agricultura (Rodríguez et al., 2020). La fijación biológica del nitrógeno en plantas, leguminosas y no leguminosas reduce el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, aumenta el contenido de nutrientes de las plantas y mejora la salud del suelo (Mahmud et al., 2020). Las leguminosas fijan entre 30 y 40 kg de nitrógeno por tonelada de materia seca de brotes producida, lo que mejora la productividad de los cultivos siguientes (Peoples et al., 2009).

7. Mulch o acolchado:

El mulch en agricultura es una capa de material orgánico o inorgánico que se coloca sobre el suelo para conservar la humedad, controlar malezas, proteger contra la erosión y mejorar las condiciones

del suelo. Una reciente revisión confirmó que el uso de acolchado o mulch orgánico ayuda a conservar el agua, reduce la erosión y pérdida de suelo y agua, aumenta la fauna del suelo y promueve el reciclaje de nutrientes (Beltagi et al., 2022). En ecosistemas subtropicales el acolchado aumenta el contenido de materia orgánica y la diversidad y funcionalidad de las comunidades microbianas (Huang et al., 2008).

8. Reducción de labranza:

La labranza intensiva convencional, con alta frecuencia y profundidad de arado, se utiliza ampliamente para preparar el suelo para el establecimiento de cultivos, se ha demostrado que la labranza convencional puede dar como resultado mayores rendimientos para ciertos cultivos (Liu et al, 2022; Kahlon, 2019). Esta práctica se combina usualmente con el manejo químico de nutrientes y control de malezas, por lo que su uso combinado con estas prácticas mejora la absorción de nutrientes y fertilidad del suelo, lo que conduce a mayor productividad (Meena et al, 2023).

Sin embargo, los sistemas de labranza convencional conducen a erosión, compactación de suelo, reducción de porosidad y pérdida de estructura de suelo (Farahanu et al, 2022; Schlüter et al, 2018) la labranza convencional tiene un impacto negativo en la diversidad microbiana de suelo y en la abundancia y diversidad organismos del suelo, como lombrices de tierra y microartrópodos en comparación con sistemas de cero o mínima labranza (Sapkota et al, 2012; Van Capelle et al, 2012; Degruno et al, 2017). Por otra parte, la labranza convencional o intensiva presentan niveles menores de carbono orgánico en el suelo, asociado a la disponibilidad de nutrientes debido a menor actividad microbiana (Topa et al, 2021).

La labranza reducida o cero labranzas son medidas de mitigación, ya que reduce las pérdidas de suelo y mejora las tasas de infiltración del agua (Skaalsveen et al., 2019). La labranza reducida (menor frecuencia y profundidad) conserva y mejora la estructura, estabilidad y drenaje y capacidad de retención de agua en el suelo, además de aumentar el secuestro de carbono al disminuir la descomposición de materia orgánica (Talaie et al., 2014). La labranza reducida en conjunto con la incorporación de residuos aumenta el tamaño de la población microbiana del suelo, la biomasa fúngica y la diversidad bacteriana, pero dependen del contexto para observar efectos en la biomasa microbiana, diversidad y la estructura del suelo (Li et al 2020).

9. Enmiendas orgánicas

Las enmiendas orgánicas son materiales de origen animal o vegetal que se incorporan al suelo para mejorar las funciones biológicas del suelo, aumentan el carbono orgánico, mejoran la fertilidad física del suelo y aumentan el rendimiento de los cultivos hasta en un 25% (Diacono et al., 2010), La aplicación a largo plazo de enmiendas orgánicas mejora eficazmente la fertilidad del suelo y promueve el desarrollo de la microbiota beneficiosa del suelo, favoreciendo un alto rendimiento de las plantas en sistemas agrícolas intensivos (Bonanomi et al., 2020).

Por ejemplo, las enmiendas orgánicas como el compost aumentan la disponibilidad de carbono orgánico, pH, K total, N, P y K del suelo, pero pueden reducir la disponibilidad de nutrientes en suelos arenosos (Doan et al., 2021). El uso de enmiendas orgánicas puede estar asociado a

emisión de GEI, pero tiene el potencial de compensar por aumento de carbono orgánico en el suelo. Los niveles de emisiones de GEI dependerán de otras acciones de manejo.

10. Manejo de residuos orgánicos

El manejo de residuos orgánicos es la gestión de desechos naturales para reducir su impacto ambiental y aprovecharlos como recursos. Utilizar residuos orgánicos, como biogás o compost puede resultar en un mejor rendimiento de los cultivos y promoción de la microbiología del suelo (Odlare et al., 2011). La aplicación de residuos agrícolas puede mejorar la fertilidad del suelo y mitigar las emisiones directas de N₂O, al tiempo que estimula la acumulación de carbono y el crecimiento bacteriano (Anastopoulos et al., 2019). El manejo de residuos orgánicos está asociado a emisiones de GEI, pero su correcta utilización tiene el potencial de aumentar los niveles de carbono orgánico en el suelo, dependiendo de elementos específicos de manejo.

11. Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos

La conservación de quebradas y vegetación ribereña, y la mantención de setos en un predio consiste en proteger y gestionar estas áreas para preservar su función ecológica, mejorar la biodiversidad, controlar la erosión y promover la conectividad del paisaje. Los suelos de los setos desempeñan importantes funciones en las tierras de cultivo, ya que almacenan carbono orgánico, favorecen la infiltración y almacenan la escorrentía, aumentan la diversidad de lombrices de tierra y albergan comunidades micorrícicas arbusculares diferenciadas (Holden et al., 2019). Los setos y las franjas de vegetación pueden aumentar la prestación de múltiples servicios ecosistémicos, pero la multifuncionalidad se ve afectada por las opciones de gestión y manejos del campo (Van Vooren et al., 2018). Las franjas de vegetación, incluidos los setos, pueden mejorar el suelo y la biodiversidad, mejorando la retención de nutrientes, los regímenes hidrológicos, la protección contra la erosión, y la retención de carbono (Haddaway et al., 2018). La plantación de árboles y arbustos nuevos puede representar gastos asociados a la compra de árboles y riego los primeros años de implementación.

12. Agricultura orgánica

Involucra un conjunto de acciones de manejo y gestión predial, es decir, es una forma de producción que reúne múltiples prácticas. Un metaanálisis realizado el año 2005 afirmó que la agricultura orgánica suele aumentar la riqueza de especies, con una media de un 30% más de especies y un 50% más de organismos abundantes en los sistemas de agricultura orgánica (Stein-Bachinger et al., 2021). La agricultura ecológica aumenta la riqueza de especies en torno a un 30% y tiene un efecto mayor en los paisajes con mayor intensidad de uso de la tierra (Tuck et al., 2014). La agricultura ecológica reduce la pérdida de suelo, aumenta la materia orgánica del suelo y mejora sus características bioquímicas y ecológicas, lo que se traduce en mayores rendimientos y mayor biodiversidad en comparación con la agricultura convencional (Gomiero et al., 2011).

13. Aplicación de fertilizantes inorgánicos y agroquímicos

A pesar de los efectos positivos que el uso de fertilizantes y agroquímicos puede tener para la productividad y por lo tanto para el componente socioeconómico, el uso prolongado o no eficiente

de fertilizantes inorgánicos y agroquímicos, como el nitrógeno, tiene efectos negativos que pueden afectar la biodiversidad del suelo, la contaminación y la seguridad alimentaria (Meena et al., 2020). Los productos agroquímicos pueden desplazar a los microorganismos beneficiosos, afectar negativamente a los microorganismos del suelo responsables de los procesos del ciclo de nutrientes y las reacciones bioquímicas del suelo (Yadav et al., 2023). Sin embargo, por otro lado, la aplicación de fertilizantes nitrogenados químicos de forma balanceada puede aumentar el contenido de carbono orgánico del suelo (Han, et al 2016).

2.3 Clasificación e impacto de las prácticas para la gestión sostenible de suelos

En base a toda la información presentada anteriormente, en el Cuadro 2.5 se presenta un esquema de la clasificación que se propone para los posteriores análisis que se harán respecto de las prácticas para la gestión de suelos, y una evaluación cualitativa de los impactos de los 6 atributos propuestos anteriormente.

Colores verdes indican una relación alta o medianamente beneficiosa, amarillos neutros, colores pardos perjudicial. Color blanco indica sin efecto directo o evidencia identificada.

Cuadro 2.5 Definición de clases de prácticas internacionales y nacionales y magnitud de su impacto esperado

Clase de Práctica	Descripción	Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Agua	Carbono del suelo	Emisiones GEI
Diversificación y/o rotación de cultivos.	Cultivar dos o más especies en un predio o temporada de siembra.	■	■	■	■	■	■
Praderas perennes	Mantener vegetación herbácea en praderas o suelo desnudo.	■	■	■	■	■	■
Zanjas o barreras para protección de suelo.	Zanja en el suelo, muro u obstáculo que contiene el agua y previene deslizamiento de suelo.	■	■	■	■	■	■
Agroforestería.	Sistema de cultivo que considera la asociación entre árboles y cultivos herbáceos.	■	■	■	■	■	■
Cultivos de cobertura, cubiertas verdes.	Establecimiento de una cobertura vegetal estacional de herbáceo en la entre hilera del huerto.	■	■	■	■	■	■
Cultivos fijadores de nitrógeno.	Siembra de cultivos herbáceos como leguminosas capaces de fijar nitrógeno en el suelo.	■	■	■	■	■	■
Mulch o acolchado.	Aplicación de materiales o residuos al suelo.	■	■	■	■	■	■
Reducción de labranza.	Sistema de labranza que reduce la perturbación y rotación del suelo.	■	■	■	■	■	■
Enmiendas orgánicas.	Adición de materia o residuos orgánicos al suelo.	■	■	■	■	■	■

Clase de Práctica	Descripción	Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Agua	Carbono del suelo	Emisiones GEI
Manejo de residuos orgánicos.	Incorporación de residuos y rastrojos al suelo.	Green	Dark Green	Yellow	Green	Dark Green	Green
Conservación quebradas, vegetación ribereña, mantención de setos vivos	Establecer como sitios de conservación quebradas y revegetar para disminuir escorrentía, erosión por viento, entre otros	White	Dark Green	Dark Green	Green	Green	White
Agricultura orgánica	Implementar prácticas y productos permitidos bajo normativa de agricultura orgánica	Yellow	Green	Green	White	Green	Yellow
Aplicación de nutrientes y agroquímicos	Aplicación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos en el suelo para aumentar productividad	Dark Green	Light Orange	Dark Orange	White	Green	Dark Orange
Labranza	Excavar, voltear o agitar el suelo con herramientas mecánicas, generalmente un arado o un disco.	Dark Green	Light Orange	Light Orange	White	Light Orange	Light Orange

Fuente: Elaboración propia

3 ANALISIS DEL DE DIAGNÓSTICO Y PRÁCTICAS PROPUESTAS POR REGIONES

3.1 Análisis del diagnóstico realizado por las regiones

Se realizó un análisis con los resultados del trabajo de consulta que se llevó a cabo en las diferentes regiones. Se utilizó la información de las regiones que estaba disponible al inicio del estudio, identificando las debilidades y fortalezas del SIRSD-S, solo algunas propusieron nuevas prácticas de manejo sustentable de suelo y entregaron su priorización de las prácticas actuales y de los planes de manejo (PM) (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 Resumen de Información Levantada en Regiones

	Región	Diagnóstico	Propuestas	Priorización prácticas	Priorización de PM
1	Arica y Parinacota	X	X		X
2	Tarapacá	X			
3	Antofagasta	X			
4	Atacama	X			
5	Coquimbo	X			
6	Valparaíso	X			
7	Metropolitana				
8	O'Higgins	X	X	X	X
9	Maule	X			
10	Ñuble	X	X	X	X
11	Bio Bio	X			
12	La Araucanía	X	X		
13	Los Ríos	X		X	X
14	Los Lagos	X		X	X
15	Aysén	X			X
16	Magallanes	*			

* Solo entrego comentarios al proyecto de ley, pero no un diagnóstico.

Fuente: Elaboración propia con información de las regiones

Con la información levantada se identificaron los principales aspectos que las regiones definieron como relevantes en el diagnóstico:

1. Condición actual del suelo: se plantea que los suelos presentan problemas asociados a salinidad, poca retención de agua y baja materia orgánica (MO), principalmente en la macrozona norte, para luego, en la zona centro norte y centro sur identificar situaciones de erosión, compactación, empobrecimiento, y falta de MO.
2. Falta de un diagnóstico y evaluación del programa: se reconoce que el programa ha sido positivo, pero se menciona que no se ha tenido un diagnóstico para focalizar las diferentes prácticas, y tampoco se conoce el impacto que ellas tienen, ni se tiene un

seguimiento. También se plantea que no se ha hecho una línea base para poder evaluar posteriormente el impacto de las prácticas utilizadas.

3. Falta de agua: se destaca la relación que hay entre la disponibilidad y calidad del agua, con la condición de suelo, ya sea por el impacto erosivo que generan las lluvias intensas, como por el daño que provoca la sequía o la contaminación de las aguas.
4. Falta de una mirada sistémica: no se cuenta con una mirada a largo plazo en la definición de las prácticas del programa, y no se tiene en cuenta los servicios ecosistémicos del suelo.
5. Diversidad del territorio: la realidad muestra que en una misma región existe diversidad en los suelos y diferencias en las condiciones agroecológicas, que no son consideradas por el programa.
6. Tabla de costos: las estimaciones del costo de las labores y mano de obra no representan la realidad de las regiones. También se plantea un rezago en la actualización de las tablas, ya que el proceso administrativo de aprobación es largo.
7. Falta de capacitación: se identifica que hay carencias de conocimientos de las prácticas en los usuarios, profesionales y operadores. Principalmente, en lo referido a prácticas que promuevan la sustentabilidad.
8. Operadores: se destaca el trabajo de los operadores, cumplen un rol importante para que los agricultores accedan al programa, pero se indica que hay menos presencia en lugares más lejanos y que no cuentan con un sistema de evaluación adecuado. También se destaca que el proceso de acreditación cada dos años no es efectivo, y que puede ser más utilidad tener un sistema de evaluación de ranking, y que se sancionen las irregularidades.
9. Envejecimiento de los usuarios: la avanzada edad de los productores es un factor que dificulta la adopción de nuevas prácticas y le dificulta el acceso al programa por las gestiones administrativas digitales que deben hacerse.
10. Presión por el uso de territorio: se plantea en varias regiones que existe un fuerte avance de la urbanización y de la división de los predios para parcelas de agrado en suelo productivos, lo que disminuye la disponibilidad y aumenta la presión sobre la productividad agropecuaria.
11. Aspectos administrativos: se menciona que las exigencias documentales en el proceso de postulación son altas, lo que limita el acceso al programa, y las condiciones de tenencia de la tierra deja sin opciones de postulación a algunos productores.
12. Otros aspectos mencionados: también se destaca que aún se mantienen las prácticas de quema de rastrojos, aunque sean ilegales; no existe una mirada de largo plazo en la evaluación de la prácticas; y que podría existir una mayor coordinación con otras instituciones como CNR e INIA, y también entre los programas intra e interinstitucional.

En los cuadros 3.2 y 3.3 se resumen los aspectos relevantes del diagnóstico de las regiones

Cuadro 3.2 Resumen Diagnóstico por Región Arica y Parinacota a Maule

Aspecto	ARICA Y PARINACOTA	TARAPACÁ	ANTOFAGASTA	ATACAMA	COQUIMBO	VALPARAISO	O'HIGGINS	MAULE
Condición del suelo	Valles costeros con problemas de salinidad sodicidad (Lluta problemas de boro y azufre), alta conductividad del agua de riego y suelo	Los suelos son los más pobres de Chile, arenosos, con poca capacidad de retención de humedad, bajos en materia orgánica. En la pampa hay incluso escasez de tierra	Problemas del suelo, de forma física (pedregosidad, arenoso y arcilloso) química (metales pesados, de arsénico y boro) y falta de nutrientes y materia orgánica.	Erosión, bajo contenido de MO, baja productividad	Empobrecimiento, Desertificación, sobreexplotación minera, tala de árboles, falta de lluvia y erosión extrema de la región.	Problemas severos de erosión y mala infiltración de agua, por sistemas intensivos, monocultivos, mal manejo ganadero, plantaciones en pendiente, quema e incendios	Suelo con alto grado de erosión, compactación y bajo contenido de MO, especialmente en el secano interior por manejo inadecuado	Erosión, compactación, y pérdida de MO
Condición del suelo	Monocultivo y mal uso de plaguicidas produce desequilibrios biológicos		Mejorar los manejos, dejar descansar el suelo		Ganadería caprina extensiva, con empobrecimiento de la pradera natural		Exceso de fertilizante y laboreo	Cultura de monocultivos, explotación en pendientes, sobreexplotación y contaminación con agroquímicos
Condición del suelo	Pérdidas de estructura, texturas arenosas, problemas de retención de agua y pérdida de biodiversidad biológica Fuertes vientos provocan erosión eólica	El problema de salinidad se corrige con guano, también favorece la estructura del suelo y se puede cultivar	Suelos altos en sales y mala calidad del agua de riego			Falta de MO, escasa cobertura vegetal endémica y bosque nativo degradado		

Aspecto	ARICA Y PARINACOTA	TARAPACÁ	ANTOFAGASTA	ATACAMA	COQUIMBO	VALPARAISO	O'HIGGINS	MAULE
Falta Evaluación del programa	El programa ha sido beneficioso, pero falta evaluación de impacto en los suelos de la región	No hay planificación en los concursos ni tampoco evaluación ni seguimiento a la aplicación de las prácticas.	Falta realizar un diagnóstico de la calidad de los suelos para tener medidas más focalizadas.	Falta evaluación de los efectos mejoradores del guano que se ha aplicado, y del impacto del Programa en la región	Operadores no toman en cuenta las condiciones del suelo (profundidad del suelo) al realizar planes de manejo, mucha variabilidad de los suelos.	Falta línea base regional para focalizar, y evaluar los impactos	Falta seguimiento, monitoreo y evaluación de resultados	
Falta de agua		Déficit de agua estrés hídrico en las cuencas y sobre tajaleo de los animales, perjudican el suelo.	Calidad y cantidad del recurso hídrico en la región como parte del sistema	Deficiente calidad del agua, alto contenido de cloruros y sulfatos	Las lluvias cortas con alta intensidad erosionan y aumenta pérdida de suelos, por lo que el programa podría ayudar a proteger las zonas altas de las cuencas	Falta de agua, baja pluviometría y descenso de las napas	Déficit hídrico afecta condición del suelo	Escasez hídrica
Falta mirada sistémica						El programa carece de una mirada de largo plazo	Falta mirada de servicio ecosistémico del suelo	Inexistencia de ley marco sobre protección del suelo, y todo queda a criterio del propietario
Diversidad del territorio	Precordillera y altiplano hay heterogeneidad en estructura y textura, altas pendientes, terrazas ancestrales abandonadas y bofedales salinos, sobrecarga	La Región de Tarapacá presenta ecosistemas diferentes Altiplano, oasis, quebradas.	Falta ajustar a la realidad de la región, a su vez aumentar el monitoreo y fiscalización posterior a la ejecución del programa.					

Aspecto	ARICA Y PARINACOTA	TARAPACÁ	ANTOFAGASTA	ATACAMA	COQUIMBO	VALPARAISO	O'HIGGINS	MAULE
	animal y anegamiento favorece erosión hídrica							
Tabla de Costos	La tabla de costos no debería ser tan compleja de actualizar, y debería adecuarse a la realidad de cada región	Las tablas de costo a nivel central no se visualiza la realidad regional de los altos costos o inexistencia de insumos.	Mejorar la tabla de costo ajustando los valores a la región	La tabla de costos no tiene valores propios de la región		La tabla de costos es inflexible y no se modifica, aunque hayan variaciones de precios importantes	Tabla de costos no está actualizada	
Falta Capacitación	Falta capacitaciones técnicas a operadores, asesores, técnicos y extensionistas	Existe problemas por la documentación que entregan los usuarios del programa.	Mejorar la relación con agricultores con capacitaciones, charlas y talleres sobre nuevas prácticas	Falta fortalecer la transferencia técnica hacia agricultores en cuanto a cultivos y labores del suelo		Faltan procedimientos para incorporar y modificar prácticas, además de indicadores para evaluarlas	Falta capacitación al agricultor	Falta de capacitación en prácticas amigables
Operadores	Faltan operadores en zonas alejadas. En el caso de bofedales los costos referenciales son muy bajos		Es importante ver el tiempo de vigencia de los operadores y realizar mayores supervisiones. Existe una necesidad de mayor conocimiento del programa y de los operadores que pueden realizar estos planes de manejo	Muy pocos operadores, abarcan pocos productores y sectores		Falta un sistema de evaluación de ranking de los operadores y diferenciarlos por la experiencia	Faltan operadores en la zona de secano	Escasez de operadores en especial en secano Sanciones a los agricultores y operadores difusas y poco efectivas

Aspecto	ARICA Y PARINACOTA	TARAPACÁ	ANTOFAGASTA	ATACAMA	COQUIMBO	VALPARAISO	O'HIGGINS	MAULE
Envejecimiento de los usuarios		Es difícil llegar con toda la documentación por parte de los agricultores, ya que son muy de edad, de lugares muy lejanos.	Mejorar la comunicación e información con los adultos mayores y personas sin acceso a internet		Envejecimiento de las personas que viven en el campo, abandono de los terrenos.		Edad avanzada de los agricultores dificulta adopción de nuevas prácticas	
Presión sobre uso del territorio				Hay avances de núcleos urbanos hacia suelos rurales sin ninguna estructura, se requiere Ordenamiento territorial		Presión urbana y minera		Amenaza por uso para otros fines (parcelas de agrado)
Aspectos administrativos			Alta burocracia en la documentación a presentar a concursos debe existir sola una plataforma.	La ley está muy reglamentada	Tenencia muy irregular de la tierra dificulta la postulación y acceso al programa. Flexibilizar las exigencias legales para postular.	El programa está muy normado y limita las facultades del CTR para focalizar y usar prácticas que son necesarias, pero que no están permitidas en la región	Hay trabas legales que cuesta cumplir	Desfase entre oportunidad del concurso y temporada agrícola, el agricultor no sabe su tendrá el incentivo antes hacer la práctica
Otros	Escasos recursos humanos, y de alto costo, que no está bien reflejados en la tabla de costos regional en Parinacota	Se entregan demasiados aportes a la aplicación de guano en comparación con otras prácticas. Ahora falta guano y está muy caro	Presencia de infestaciones, Mostaza negra y Alternaria		La minería es una de las fuentes contaminante del suelo por efecto de los relaves, la inclusión de árboles y arbustos para fitorremediación son claves.	Desproporcionalidad en la distribución regional de los recursos	Falta intervención biológica. No se puede seguir cultivando en laderas. Todavía hay quema de restrojo	

Aspecto	ARICA Y PARINACOTA	TARAPACÁ	ANTOFAGASTA	ATACAMA	COQUIMBO	VALPARAISO	O'HIGGINS	MAULE
Otros		Suelos inhabilitados por subidas de río.			Desigualdad en la sociedad agrícola entre los grandes y pequeños, con un monocultivo que perjudica al suelo	Falta política integral de manejo de cuencas que vincule el programa con otras iniciativas de Conaf y CNR	Se castigan las prácticas de largo plazo	
Otros		Cercos vivos no se complementan con quínoa, malla ursos, muretes.					Se requieren laboratorios certificados de análisis biológicos	

Cuadro 3.3 Resumen Diagnóstico por Región Ñuble a Aysén

Aspecto	ÑUBLE	BIOBIO	ARAUCANIA	LOS RÍOS	LOS LAGOS	AYSÉN
Condición del suelo	Hay diferentes problemáticas en los diferentes territorios: cordillera pendiente, falta fósforo, arcillosos; centro pedregosos y napas subt; costa erosión y pendiente). Falta MO.	Pérdida de aptitud y degradación por erosión, actividad intensiva, pendientes, falta materia orgánica	Problemas de acidez, pH, MO, y ciertos contaminantes. Suelos delgados con problemas de erosión	Problemas con fósforo por su alta fijación	Baja fertilidad por deficiencia de nutrientes, P, S y K	Acidez y saturación de aluminio en los suelos de regiones húmedas. Suelos con alta lixiviación de nutrientes. Bajos niveles de fertilidad (P y S)
Condición del suelo	No se respeta la vocación de los suelos y se produce degradación. Se hacen labores de alto impacto al MA y hay exceso de fertilización	Contaminación de suelos y aguas por pesticidas y fertilizantes	Problemas en la biología del suelo. Labores excesivos han compactado el suelo	Acidez de los suelos y saturación de aluminio por fertilizantes usados y alta toxicidad de aluminio	Aunque pH es bajo, la mayor limitante es fitotoxicidad por aluminio	Suelos erosionados por viento, actividad ganadera y degradación hídrica.
Condición del suelo	El manejo del rastrojo es difícil porque no hay condiciones para la descomposición. Y se recurre a la quema que está prohibida y es poco sustentable	Suelo compactado y sobreexplotación, por malas prácticas: quema controlada, act..agrícola en suelo forestal	Uso inadecuado en relación con su gratificación, presencia de monocultivos, falta rotación y hay sobrepastoreo, y quemadas de rastrojos	Las lluvias producen pérdidas de nutrientes (si estos se aplican en épocas inadecuadas), y problemas de drenajes en ciertos suelos		Uso agropecuario en suelos frágiles con cubierta de bosque provoca erosión (suelos VI y VII). Superficie con palizada postincendio

Aspecto	ÑUBLE	BIOBIO	ARAUCANIA	LOS RÍOS	LOS LAGOS	AYSÉN
Falta Evaluación	Falta un diagnóstico base del impacto que ha generado el programa	Falta línea base para medir impacto. Se deben aumentar los plazos de las prácticas para tener impacto	Se debería fiscalizar el plan de manejo y las prácticas más que exigir tanto en la documentación	Se requiere mayor fiscalización del programa, y seguimiento de los planes de manejo en el largo plazo	Debería haber evaluación periódica para ir modificando y aumentando la eficiencia de prácticas	
Falta de agua	El componente agua es importante, en la región hay un déficit y el programa no incluye labores de cosecha de agua	Déficit hídrico y baja retención de agua	Déficit hídrico de los últimos 10 años ha influido en la erosión		Falta manejar disponibilidad de agua, acumular en invierno para usar en verano. también se debe considerar práctica de drenaje en suelos con alto nivel freático	Excesiva humedad en algunos suelos por exceso de precipitaciones y/o partes bajas del valle y microcuencas cerradas
Falta mirada sistémica	Se ha perdido la mirada hacia los suelos degradados, se debería tener mirada más ecosistémica	No se maneja holísticamente. Falta enfoque de sustentabilidad más que productividad		Falta visión integrada o ecosistémica del programa		La ley considera solo aspecto físico químicos, y no biológicos que dan vida al suelo. Los planes de manejo no se formulan desde el punto de vista de sustentabilidad sino de como ganar el incentivo
Diversidad del territorio					Los territorios tienen diferentes realidades que deben ser consideradas en el programa	La región consta de diferentes realidades agroecológicas, zona húmeda, intermedia y estepa, que requieren un uso distinto

Aspecto	ÑUBLE	BIOBIO	ARAUCANIA	LOS RÍOS	LOS LAGOS	AYSÉN
Tabla de Costos	Se debe actualizar tabla de costos	Retraso en la aplicación oportuna de la tabla de costos y no incluye todas las prácticas	Tabla de costos con precios que no se ajustan a la realidad. Se debe agregar IVA. Hay limitaciones en las tablas por el uso de una tecnología en particular	La tabla de costos siempre está desactualizada, y no corresponde a la del año vigente. El proceso de aprobación es muy engorroso y largo, debería hacerse a nivel regional	La tabla de costos no refleja costos reales de los diferentes sectores y comunas	El proceso de actualización de la tabla de costos es una problemática vigente y de vital corrección, está muy rezagada. Y no incluye los mayores costos de sectores aislados (por flete)
Falta Capacitación	Mejorar capacitaciones de operadores en prácticas de sustentabilidad	Falta desarrollar programa de educación y capacitación a operadores, agricultores y profesionales de Indap y SAG	Mayor capacitación del programa	Se requiere más promoción, educación y capacitación, y aumento de incentivos para que los operadores y agricultores incorporen prácticas agrícolas más sustentables que protejan el suelo para que sea más fértil y productivo	La capacitación de los operadores es importante, no se requiere reacreditación. La capacitación de los agricultores es necesaria para que comprendan la importancia de las prácticas sustentables	Falta capacitación y difusión del recurso suelo y labores de conservación a productores, operadores, funcionarios, y también ampliar a la sociedad civil
Operadores	Si bien hay gran variedad de prácticas los operados se orientan a determinadas prácticas para evitar rechazos en la postulación. Se debe actualizar capacitaciones, sancionar las malas prácticas y eliminar evaluación anual	Operadores deberían hacer seguimiento de ejecución de los planes de manejo, se requiere calificación de los operadores y capacitación. Incentivos para que vayan a sectores alejados y vulnerables	Falta de operadores calificados en prácticas conservacionistas. Baja participación de operadores en comunas más alejadas. Falta articulación de operador con el asesor técnico. No es necesario evaluarlos todos los años	Debe cambiarse el proceso de acreditación, que no sea dos años, se deben medir reales conocimientos técnicos y operativos, con capacitación constante, medición y evaluación de los planes de manejo que ejecutan y % de aprobación	Falta mejorar la calidad de los operadores. La acreditación debe ser integral y no por subprograma para evitar sesgos	Falta modernizar sistema de acreditación de operadores, que dure más la acreditación, y la haga otro organismo para mejorar gestión de operadores. Incentivos para operar en zonas alejadas. Faltan sanciones por irregularidades, y hacer un ranking

Aspecto	ÑUBLE	BIOBIO	ARAUCANIA	LOS RÍOS	LOS LAGOS	AYSÉN
Presión sobre uso del territorio	Los suelos de vocación productiva se están perdiendo en subdivisiones prediales. Expansión urbana en desmedro de suelos agrícolas	Subdivisión de suelo intensifica el uso, deficiente regulación de ordenamiento territorial, y presión inmobiliaria sobre clases I, II y III		Disminución de suelos con aptitud agrícola por aumento de parcelaciones por IFC	Extensión de áreas urbanas, y parcelas de agrado	Avance urbano ocupa suelos productivos
Aspectos administrativos	Complicaciones de postulación por aspectos legales de tenencia de la tierra	Las prácticas son muy rígidas para postular, deberían adaptarse mejor al territorio. Mucha burocracia.	Tenencia de la tierra y su legalidad es un impedimento para participar en el programa. Hay problemas de desfase del programa con la implementación de las prácticas	Algunos productores no pueden acceder al programa por el tipo de tenencia de tierra que se requiere		Debe existir coordinación de SAG, Conaf e Indap. Modernizar sistema de postulación, homologar SAG e Indap, y minimizar antecedentes de personas jurídicas
Otros	Se debe simplificar la documentación a presentar	Requiere mayor coordinación del programa por parte de Indap y SAG	Ausencia de prácticas de conservación y poca disponibilidad de maquinaria. Falta agregar algunas prácticas que si están disponibles para otras regiones	La ley incorpora prácticas conservacionistas, pero hay un bajo incentivo para el uso de esas prácticas	Presencia de malezas invasoras: ulex, espino, mosqueta y radal	No hay ley que regule el correcto uso del suelo según aptitud de uso, lo que lleva a que no exista una vocación productiva de los suelos (pinos en valle central, parcelación en suelo fértiles)
Otros	Escasez de metodologías para prácticas y labores	Falta enfoque medioambiental coordinado con la institucionalidad y potenciar con otros instrumentos como CNR	Las personas no están dispuestas a pagar más por prácticas sustentables	No se respeta la vocación del suelo y un diseño predial		Problemas de tenencia dificultan la intervención del suelo Faltan maquinarias de cero labranzas.
Otros			Falta articulación con otros programas de Indap			La intervención del programa no aborda zonas más alejadas, y con mayores problemas de degradación

Fuente: Elaboración propia con información de las regiones

3.2 Propuestas de prácticas

Las propuestas analizadas corresponden a las regiones de Arica y Parinacota, O'Higgins, Ñuble y Araucanía³. En total se identificaron 64 prácticas propuestas, que se clasificaron de acuerdo con la propuesta de agrupación presentada en el capítulo 2 de este informe.

Las prácticas propuestas se concentran en diversificación y/o rotación de cultivos, praderas y pastizales permanentes y enmiendas orgánicas (Cuadro 3.4). Esto es coherente con lo planteado en el diagnóstico, en cual se identificaron peores condiciones de suelo asociadas a monocultivo y fertilización química.

Actualmente, el programa cuenta con varias prácticas de aplicaciones de guano y compost, sin embargo, las propuestas amplían las opciones, como, por ejemplo, el uso de bokachi, tierra de diatomeas, fertilizantes orgánicos comerciales, entre otros.

También se proponen un conjunto de prácticas que no afectan directamente al suelo, pero pueden indirectamente promover su conservación como son cercos, colectores de agua, mallas, entre otros.

Cuadro 3.4 Número de Prácticas Propuestas por Región según clase

Clase de Práctica	Arica y Parinacota	O'Higgins	Ñuble	Araucanía	Total general
Diversificación y/o rotación de cultivos.		4	4	1	9
Praderas/pastizales permanentes.			2	6	8
Zanjas o barreras para protección de suelo.		1	2	1	4
Agroforestería.		2	2		4
Mulch o acolchado.		1	2		3
Reducción de labranza.			1		1
Enmiendas orgánicas.	3	3	4		10
Conservación de quebradas y vegetación ribereña.		2		1	3
Aplicación de agroquímicos		2			2
Labranza		1			1
Limpieza		1			1
No aplica directamente al suelo.		8	1	4	13
s/c	1	1	3		5
Total general	4	26	21	13	64

Fuente: Elaboración propia con información de las regiones

³ Se analizó la información regional disponible al inicio del estudio.

3.3 Priorización de prácticas

Al momento de realizar el informe cuatro regiones habían respondido la solicitud de realizar una priorización de las prácticas del SIRSD-S. Las primeras 20 prácticas priorizadas por región se presentan en el Cuadro 3.5.

Cuadro 3.5 Prácticas Priorizadas por región

Prioridad	Práctica	Región
1	Aplicación de Fósforo (kg P ₂ O ₅) (1)	Ñuble
1	Uso arado escarificador	O'Higgins
1	Incorporación de fertilizantes de base fosforada	Los Ríos
1	Fertilización integral y racional	Los Lagos
2	Enmiendas Calcáreas (kg CaCO ₃) (2)	Ñuble
2	Uso de arado cincel	O'Higgins
2	Incorporación de enmiendas calcáreas	Los Ríos
2	Uso de especies perennes tolerantes a la sequía	Los Lagos
3	Aplicación de Potasio (kg K ₂ O) (3)	Ñuble
3	Uso de subsolador	O'Higgins
3	Establecimiento de una cubierta vegetal en suelos	Los Ríos
3	Siembra de praderas polifíticas y otras mezclas	Los Lagos
4	Aplicación de Azufre (Kg S) (4)	Ñuble
4	Cero labranzas	O'Higgins
4	Aplicación de Potasio (kg K ₂ O) (3)	Los Ríos
4	Incorporar sistemas de siembra de mínima labranza (y no solo cero labranzas)	Los Lagos
5	Carbonato de calcio	O'Higgins
5	Aplicación de Azufre (Kg S) (4)	Los Ríos
5	Ajustar costo de fertilizantes, enmiendas y semillas de la Provincia de Palena	Los Lagos
6	Pradera siembra	Ñuble
6	Guano de aves	O'Higgins
6	Aplicación de guanos de aves (ton) (8)	Los Ríos
6	Realizar curvas de calibración para aplicación de otro tipo de fertilizantes	Los Lagos
7	Pradera regeneración	Ñuble
7	Guano rojo	O'Higgins
7	Aplicación de guanos no avícolas (ton) (8)	Los Ríos
7	Incorporación de nitrógeno de mayor eficiencia como insumo fertilizante en praderas de gramíneas.	Los Lagos
8	Aplicación de guanos de aves y no avícolas(ton) (8)	Ñuble
8	Abono verde	O'Higgins
8	Aplicación de guano rojo (kg) (9)	Los Ríos
8	Cortinas cortavientos	Los Lagos
9	Aplicación de guano rojo (kg) (9)	Ñuble

Prioridad	Práctica	Región
9	Aplicación de compost	O'Higgins
9	Aplicación de compost (m3) (10)	Los Ríos
9	Mulch orgánico	Los Lagos
10	Aplicación de compost (m3) (10)	Ñuble
10	Aplicación de calcio	O'Higgins
10	Aplicación de roca fosfórica, mínimo 30% (kg) (10)	Los Ríos
10	Formación, recuperación y protección de talud curso de agua con vegetación.	Los Lagos
11	Aplicación de roca fosfórica, mínimo 30%, mínimo 17% (kg) (11)	Ñuble
11	Aplicación de azufre	O'Higgins
11	Aplicación de roca fosfórica, mínimo 17% (kg) (11)	Los Ríos
11	Construcción de galpones vivos (bosquetes)	Los Lagos
12	Establecimiento e incorporación de abono verde (ha) (12)	Ñuble
12	Aplicación de fosforo p2o5	O'Higgins
12	Establecimiento e incorporación de abono verde (ha) (12)	Los Ríos
12	Aplicación de biofertilizantes	Los Lagos
13	Aplicación potasio	O'Higgins
13	Manejo de Rastrojos, acondicionamiento e incorporación (13)	Los Ríos
13	Incorporación de residuos (productos del mar) como enmiendas calcáreas.	Los Lagos
14	Cero Labranza, cero labranzas tiro animal (ha) (14)	Ñuble
14	Canal de desviación con maquinaria	O'Higgins
14	Cero Labranza (ha) (14)	Los Ríos
14	Rotación de cultivos, incorporando cultivos	Los Lagos
15	Cero labranzas sobre pradera (ha) (15)	Ñuble
15	Canal de desviación manual	O'Higgins
15	Cero labranzas sobre pradera (ha) (15)	Los Ríos
15	Corredores biológicos	Los Lagos
16	Uso de arado cincel (ha) (16)	Ñuble
16	Construcción de zanja de infiltración con maquinaria	O'Higgins
16	Uso de arado cincel (ha) (16)	Los Ríos
16	Aplicación de purines	Los Lagos
17	Uso de subsolador (1,5 a 2.0 m ancho) y subsolador escarificador (ha) (17)	Ñuble
17	Construcción de zanja de infiltración manual	O'Higgins
17	Uso de subsolador (1,5 a 2.0 m ancho) (ha) (17)	Los Ríos
17	Diferenciación de costos por macrozonas según topografía y dificultad de accesos y no por Provincia	Los Lagos
18	Nivelación con pala mecánica (hr) (18)	Ñuble
18	Construcción microterrazza manual	O'Higgins
18	Uso de subsolador escarificador (ha) (17)	Los Ríos
18	Control biológico de plagas	Los Lagos
19	Control borde cárcava con sacos hilerados	O'Higgins

Prioridad	Práctica	Región
19	Cerco Eléctrico (24)	Los Ríos
19	Preparación e incorporación de biopreparados (producción casera)	Los Lagos
20	Micronivelación de suelos (hr) (20)	Ñuble
20	Control de bordes de cárcavas con tagasaste	O'Higgins
20	Construcción Cerco tradicional	Los Ríos
20	Abonos de corral	Los Lagos

Nota: en Ñuble no venían todos los lugares de priorización, faltaba 5, 13 y 19.

Fuente: Elaboración propia con información de las regiones

4 ANÁLISIS DE BRECHAS

Para el análisis de brecha se tomó como referencia la clasificación de las prácticas propuesta en la sección 2.3 de este informe. Esta clasificación se aplicó a las prácticas que, actualmente, forman parte del SIRSD-S y a las prácticas propuestas por las regiones pensando en una nueva versión del programa.

En el Cuadro 4.1 se presenta el número de prácticas por clase disponibles en el SIRSD-S para las diferentes macrorregiones. Estas se concentran en las siguientes clases: Aplicación de agroquímicos, Zanjas o barreras de protección de suelos, Enmiendas orgánicas, y Limpieza. También se aprecia en este cuadro que existen 7 prácticas en la clase No aplica directamente al suelo, 7 de Limpieza y 3 que no se pudo clasificar.

Las prácticas que no aplican directamente al suelo, y las de limpieza, tendrán un impacto en la gestión del suelo en la medida que se desarrollan con otras labores. Así, por ejemplo, la construcción de un cerco tendrá un impacto positivo en el suelo, en la medida que se asocia a un buen manejo de pastoreo del ganado; la labor de despedrado no debe poner en riesgo la cobertura y protección del suelo, al igual que la remoción de vegetación arbustiva o arbórea nativa en labores de limpieza.

Cuadro 4.1 Clasificación de prácticas disponibles en el SIRSD-S, por Macrorregión

Clase de Práctica	Total	Norte	Centro Norte	Centro Sur	Sur	Austral	Nacional
Aplicación de agroquímicos	7	1	2	5	5	4	
Labranza	2			2	2		
Diversificación y/o rotación de cultivos	1						1
Praderas Perennes	2	1	1	1	1	1	1
Zanjas o barreras para protección de suelo	13	4	5	8	1	1	1
Cultivos fijadores de nitrógeno.	1			1	1		
Mulch o acolchado	1						1
Reducción de labranza.	2			1	1		2
Enmiendas orgánicas.	5	3	4	5	5	1	
Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos vivos	5	3	1			1	1
Limpieza	7	1		3	4	4	
No aplica directamente al suelo	7	4	3	3	2	4	1
s/c	3						3
Total general		17	16	29	22	16	11

Fuente: Elaboración propia

Esta forma de caracterizar las prácticas desde la clasificación de gestión sustentable de los suelos nos permitirá hacer el vínculo con el impacto asociado a estas prácticas, de forma de cuantificar cuántas de las prácticas disponibles en el programa tienen un potencial impacto beneficioso en el suelo, cuántas no lo tienen, y cuántas podrían tener uno negativo. Luego, se planteará el análisis de brecha en función de las prácticas más ejecutadas por el programa en los últimos 10 años, y, por último, respecto de las propuestas realizadas por las regiones.

Para dimensionar los potenciales impactos de estas prácticas en la gestión sustentable del suelo se presenta en el Cuadro 4.2 un resumen de las prácticas disponibles en el programa por macrozona y su evaluación de impacto de acuerdo a la definición presentada en Cuadro 2.4. Se puede observar las prácticas clasificadas en aplicación de agroquímicos y labranza disponibles en las macrozonas centro sur y sur son las que provocan efectos negativos en conservación, biodiversidad del suelo y emisiones de GEI, pero impactos positivos en productividad y captura de carbono. Respecto del agua no se han identificado impactos.

Luego, hay una clase de prácticas que tienen un impacto positivo en conservación del suelo y captura de carbono, biodiversidad, y agua, además de ser beneficiosas en productividad, estos corresponden a rotación de cultivos, uso de cultivos fijadores de nitrógeno y enmiendas orgánicas.

También, hay una serie de prácticas que, si bien tienen impacto beneficioso en conservación del suelo, biodiversidad, agua y captura de carbono, pero que no impactan la productividad.

Por último, hay un conjunto de prácticas que no aplican directamente al suelo, o están referidas a limpieza, por lo cual no se puede estimar el impacto que pudieran tener en el suelo, ya sea positivo o negativo, ya que no existe evidencia de su efecto en el suelo, y su impacto podría generarse en la medida que se complementan con otras prácticas.

4.1 Prácticas más utilizadas en la última década

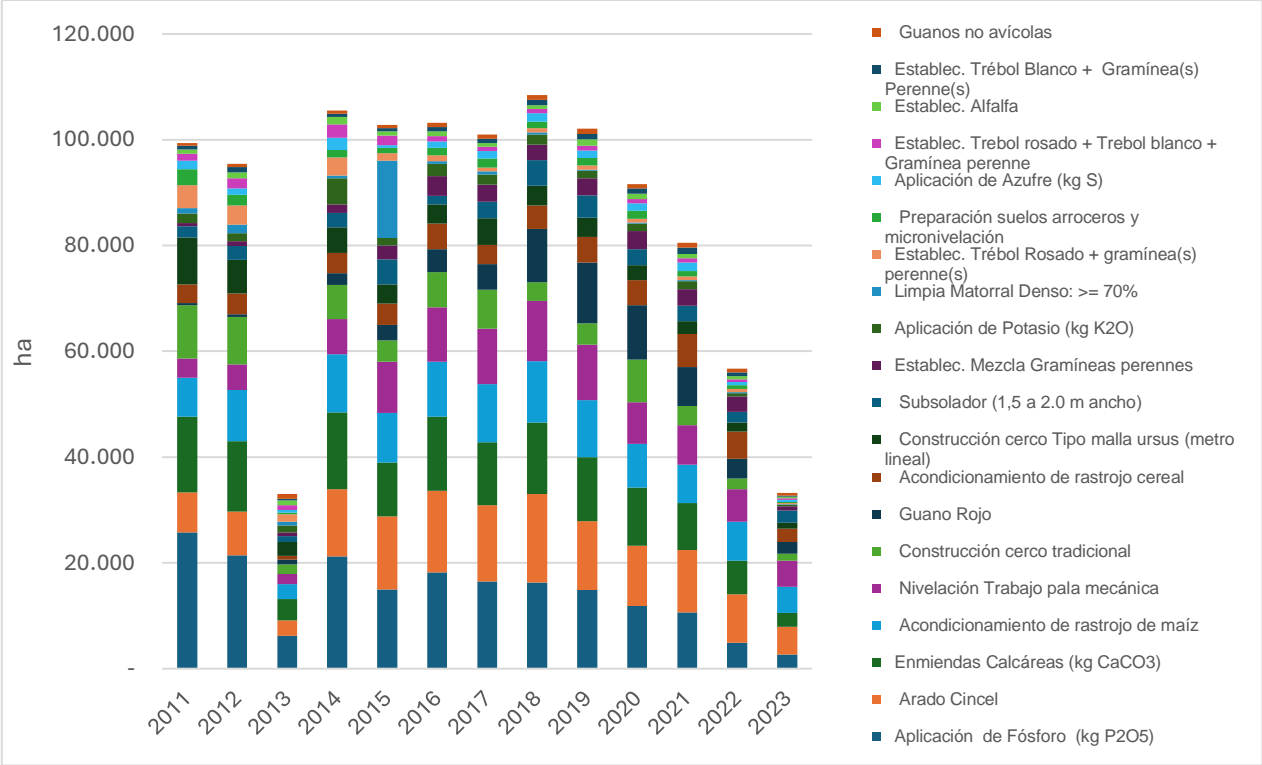
Con esta mirada de los potenciales impactos asociadas a las prácticas consideradas en el programa, es importante evaluar los potenciales impactos de las prácticas realizadas en la última década. Se ha tomado como referencia las prácticas más utilizadas, y que cada año representaron más del 80% de la superficie bonificada.

En la Figura 4.1 se observa que en caso de los usuarios de Indap la superficie bonificada se concentra en prácticamente en las mismas prácticas. Aproximadamente el 50% de la superficie se aplican cinco prácticas: aplicación de fósforo, uso de arado cincel, enmiendas calcáreas, acondicionamiento de rastrojo de maíz, y nivelación con pala mecánica.

En el caso de SAG (Figura 4.2) se observa un comportamiento diferente los años 2018 y 2023, donde se reducen las aplicaciones de fósforo y uso de arado cincel. Para los otros años se observa algo similar a la situación de Indap, ya que 5 prácticas concentran el 55% de superficie, tales como construcción de cerco tradicional, aplicación de fósforo, enmiendas calcáreas, uso de arado cincel y sistema de distribución de plansa.

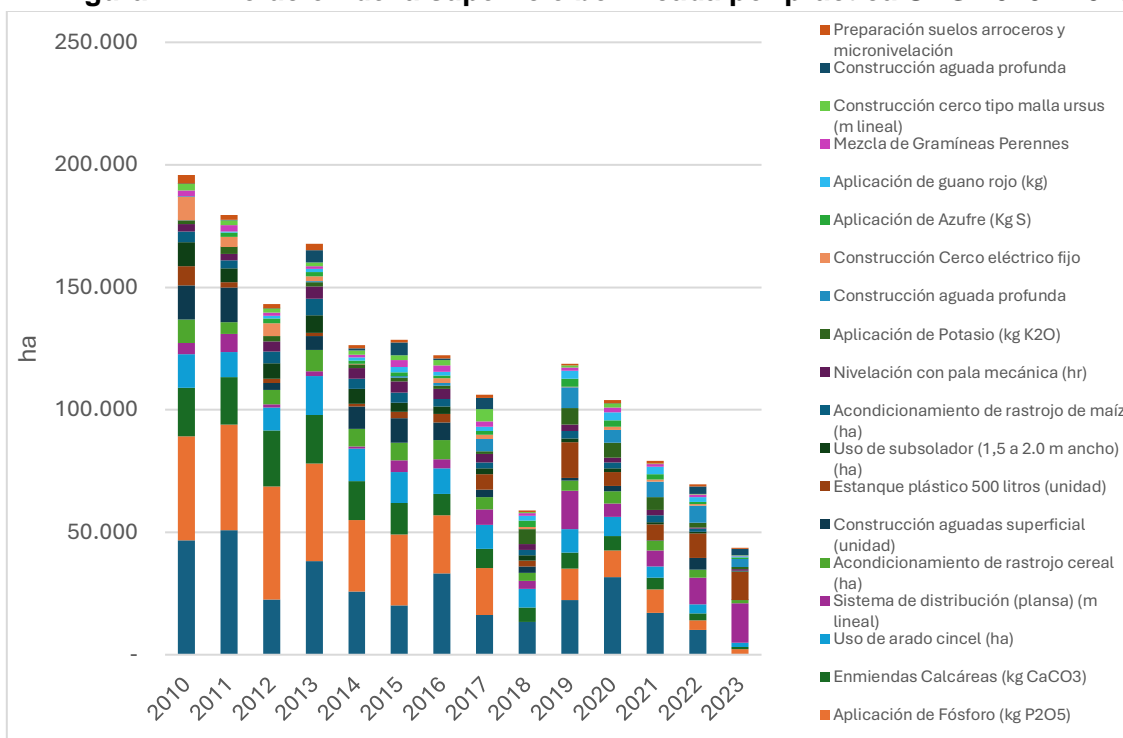
Cabe destacar que en el caso de los beneficiarios SAG, en los últimos años las prácticas: sistema de distribución con mangueras tipo plana, y estanques de agua para bebedero de 500 lts., han tomado una gran importancia en términos de superficie, y estos son realizados en la región de Magallanes.

Figura 4.1 Evolución de la superficie bonificada por práctica Indap 2011 - 2023



Fuente: elaboración propia con información de Indap

Figura 4.2 Evolución de la superficie bonificada por práctica SAG 2010 - 2023



Fuente: elaboración propia con información de SAG

En el Cuadro 4.2 se presenta las prácticas del programa SIRSD-S clasificadas de acuerdo con los criterios antes indicados, y su impacto esperado en los diferentes atributos, junto con un indicador de importancia de la práctica en términos de superficie bonificada a nivel nacional durante la última década para los beneficiarios Indap y SAG. Se destacan (color azul) las más relevantes que representan más del 80% de la superficie beneficiada.

En la última columna se presenta el indicador de la importancia relativa para el total de superficie bonificada (Indap+SAG) para las clases de prácticas más relevantes. Es así, que se puede señalar que para el 28,2% de la superficie se utilizaron prácticas de la clase aplicación de agroquímicos, y para el 11,3% se usaron prácticas de labranza. Ambas clases de prácticas presentan un impacto altamente beneficioso en productividad, positivo en captura de carbono, pero negativo en cuando a conservación del suelo y biodiversidad.

Así mismo, un 8,4% de la superficie fueron bonificadas para prácticas de la clase zanjas o barreras para la protección del suelo, que tienen impactos positivos en conservación del suelo, como en el agua y captura de carbono, pero no tienen impacto en productividad y biodiversidad.

Es importante destacar que el 21,3% de la superficie bonificada corresponde a prácticas que no aplican directamente al suelo. Si bien estas pueden proteger el suelo como un impacto secundario, como el caso de construcción de aguadas y cercos que evitarían el sobrepastoreo y compactación del suelo por pisoteo, este va a depender de cómo se manejó el ganado y la cantidad de animales que se manejaron.

Cuadro 4.2 Matriz de Impactos potenciales de las prácticas disponibles en SIRSD-S

Clase de Prácticas Prácticas	Norte	Centro Norte	Centro Sur	Sur	Austral	Nacional	Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Sobre el agua	Carbono del suelo	Emisiones GEI	INDAP % SUPERFICIE BONIFICADA 2011 - 2023	SAG % SUPERFICIE BONIFICADA 2010 - 2023	% RESPECTO DEL TOTAL SUPERFICIE BONIFICADA	
Aplicación de agroquímicos																28,2
Aplicación de azufre.			1	1			■	■	■		■	■	1,2	1,3		
Aplicación de fósforo		1	1	1	1		■	■	■		■	■	14,2	15,9		
Aplicación de potasio.			1	1	1		■	■	■		■	■	1,7	1,9		
Aplicación roca fosfórica.			1	1			■	■	■		■	■				
Control de Hieracium sp. y Cirsium sp.					1		■	■	■		■	■				
Enmiendas ácidas.	1						■	■	■		■	■				
Enmiendas calcáreas		1	1	1	1		■	■	■		■	■	10,5	8,1		
Labranza																11,3
Uso de arado cincel.			1	1			■	■	■		■	■	10,9	6,8		
Uso de subsolador.			1	1			■	■	■		■	■	2,9	2,7		
Diversificación y/o rotación de cultivos						1										
Rotación de cultivos.						1	■	■	■	■	■	■				
Praderas perennes	1	1	1	1	1	1										3,4
Establecimiento de sistemas silvopastorales.						1	■	■	■	■	■	■				
Establecimiento/regeneración/mantenimiento de praderas.	1	1	1	1	1		■	■	■	■	■	■	6,6	1,2		
Zanjas o barreras para protección de suelo	4	5	8	1	1	1										8,4
Construcción canal de desviación.		1	1					■	■	■	■					
Construcción de aguadas.			1		1			■	■	■	■			6,0		

Construcción de dique de postes.		1																
Construcción de limanes.		1	1															
Construcción de manavais.		1																
Construcción de microterrazza manual.	1		1															
Construcción de muretes de piedra.	1																	
Construcción de muretes para terrazas de cultivo.	1	1																
Construcción de negarim.			1															
Construcción de surcos medias lunas.			1															
Construcción de zanjas de infiltración.			1	1														
Control de erosión de cárcavas.							1											
Nivelación/ micronivelación de suelos.	1		1												8,6	2,2		
Cultivos fijadores de nitrógeno.			1	1														
Establecimiento e incorporación de abono verde.			1	1														
Mulch o acolchado							1											8,9
Manejo de rastrojo.							1								12,6	6,4		
Reducción de labranza.			1	1			2											
Cero labranza sobre praderas.							1											
Cero labranza.			1	1			1											
Enmiendas orgánicas.	3	4	5	5	1													2,9
Aplicación de compost.	1	1	1	1														
Aplicación de guano rojo		1	1	1											4,7	1,2		
Aplicación de guanos de aves.	1	1	1	1														
Aplicación de guanos no avícolas	1	1	1	1											0,7			
Incorporación de cenizas volcánica y siembra de avena.			1	1	1													
Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos vivos	3	1			1	1												
Construcción cortinas cortavientos malla.		1			1													

Cortinas cortaviento.	1														
Cortinas cortavientos vegetales.						1									
Establecimiento de cerco vivo.	1														
Recuperación/mantenimiento de bofedales.	1														
Limpieza	1		3	4	4										0,6
No aplica directamente al suelo	4	3	3	2	4	1									21,3
s/c			2	2		3									
Total general	17	16	29	22	16	11									

Fuente: Elaboración propia

4.2 Impactos potenciales de las prácticas propuestas

El análisis respecto de las propuestas hechas por las regiones⁴ también se centra en los potenciales impactos de estas, basados en la clasificación presentada anteriormente. En el Cuadro 4.3 se puede observar que entre las propuestas se encuentran prácticas de la clase de aplicación de agroquímicos y labranza que tienen un potencial impacto negativo sobre la conservación y biodiversidad del suelo.

Entre las 4 regiones se proponen 9 prácticas de diversificación de cultivos que tienen efectos positivos en todos los atributos a excepción de agua, donde es neutro. Llama la atención la propuesta de Acacia saligna como cultivo forrajero, ya que, si bien es una buena alternativa para la alimentación animal, es considerada un cultivo invasivo y no deseable desde la perspectiva del suelo.

También se proponen varias alternativas en la clase praderas y pastizales permanentes los cuales tienen impactos positivos importantes en conservación, biodiversidad, agua, captura de carbono y emisiones GEI, pero no en el atributo de productividad.

Otras propuestas interesantes están en zanjas y barreras de protección de suelo y agroforestería, que tiene impactos positivos en los atributos de sustentabilidad.

Las propuestas también se concentran en enmiendas orgánicas, ampliando las alternativas actualmente disponibles en el programa. Estas prácticas tienen la ventaja que tienen impactos positivos desde la perspectiva del suelo como desde la productividad.

Llama la atención que dentro de las propuestas identificadas un 20% de ellas corresponden a prácticas que no aplican directamente al suelo. Si bien varias están relacionadas con la gestión del agua o con el manejo del ganado, su impacto positivo en la sustentabilidad del suelo dependerá de que tan bien se realicen las prácticas asociadas.

4.3 FICHAS TÉCNICAS

Se llevo a cabo un análisis de las fichas técnicas de las prácticas del SIRSD-S con el objetivo de identificar las labores implementadas que tiene cada una de ellas en relación con el suelo; las labores que falta considerar; y las recomendaciones.

Se analizaron las fichas de 143 prácticas, y dado el tamaño, se presentan el Anexo 2 (Archivo Excel adjunto a este informe).

⁴ Se analizó la información regional disponible al inicio del estudio.

Cuadro 4.3 Matriz de impactos potenciales de las prácticas propuestas por regiones

	Arica y Parinacota	Ñuble	Araucanía	O'Higgins	Total general	Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Sobre el agua	Carbono del suelo	Emisiones GEI
Aplicación de agroquímicos				2	2						
Boro				1	1	■	■	■		■	■
Magnesio				1	1	■	■	■		■	■
Labranza				1	1						
Uso de arado vertedera alistado para infiltración post inundación y anegamiento				1	1	■	■	■		■	■
Diversificación y/o rotación de cultivos.		4	1	4	9						
Acacia saligna				1	1	■	■	■	■		■
Cultivos asociados		1			1	■	■	■	■	■	■
Establecimiento de huertos multipropósitos con enfoque melíferos			1		1	■	■	■	■	■	■
Incorporar cultivo de Alforfón en las Prácticas de recuperación:		1			1	■	■	■	■	■	■
Incorporar cultivo de Arveja en las Prácticas de recuperación:		1			1	■	■	■	■	■	■
Policultivo		1			1	■	■	■	■	■	■
Remolacha forrajera				1	1	■	■	■	■	■	■
Tagasaste: rotación de cultivo				1	1	■	■	■	■	■	■
Triticale				1	1	■	■	■	■	■	■
Praderas perennes		2	6		8						
Cultivo de cobertura		1			1	■	■	■	■	■	■
Cultivo en franja		1			1	■	■	■	■	■	■

	Arica y Parinacota	Ñuble	Araucanía	O'Higgins	Total general	Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Sobre el agua	Carbono del suelo	Emisiones GEI
Praderas suplementarias (ha) - Arveja Forrajera			1		1	■	■	■	■	■	■
Praderas suplementarias (ha) - Avena Forrajera			1		1	■	■	■	■	■	■
Praderas suplementarias (ha) - Bromo			1		1	■	■	■	■	■	■
Praderas suplementarias (ha) - Centeno			1		1	■	■	■	■	■	■
Praderas suplementarias (ha) - Siete Venas forrajera			1		1	■	■	■	■	■	■
Praderas suplementarias (ha) - Triticale			1		1	■	■	■	■	■	■
Zanjas o barreras para protección de suelo.		2	1	1	4						
Aguadas con geomembrana				1	1		■	■	■	■	
Captación de agua de lluvia		1			1		■	■	■	■	
Desviación de agua de lluvia		1			1		■	■	■	■	
Restauración riberas			1		1		■	■	■	■	
Agroforestería.		2		2	4						
Bordes florales				1	1	■	■	■	■	■	■
Corredores biológicos				1	1	■	■	■	■	■	■
Corredores biológicos		1			1	■	■	■	■	■	■
Galpones Naturales o Biológicos		1			1	■	■	■	■	■	■
Mulch o acolchado.		2		1	3						
Acondicionamiento, incorporación de sarmientos y restos de poda				1	1	■	■	■	■	■	■
Mulch orgánico: manejo de suelo		1			1	■	■	■	■	■	■

	Arica y Parinacota	Ñuble	Araucanía	O'Higgins	Total general	Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Sobre el agua	Carbono del suelo	Emisiones GEI
Triturado de material leñoso		1			1	■	■	■	■	■	■
Reducción de labranza.		1			1						
Mínima labranza		1			1	■	■		■	■	■
Enmiendas orgánicas.	3	4		3	10						
Aceleradores de descomposición de rastrojos				1	1	■	■	■	■	■	■
Aplicación de bokachi		1			1	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Compost con Inoculación de Micorrizas	1				1	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Fertilizantes orgánicos comerciales		1			1	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Humus de lombriz		1			1	■	■	■	■	■	■
Aplicación de purines				1	1	■	■	■	■	■	■
Aplicación de Vermicompost		1			1	■	■	■	■	■	■
Biofertilizantes				1	1	■	■	■	■	■	■
Incorporación de Biochart	1				1	■	■	■	■	■	■
Incorporación de tierra de diatomeas (grupo de algas unicelular)	1				1	■	■	■	■	■	■
Conservación de quebradas y vegetación ribereña.			1	2	3						
Establecimiento de infraestructura ecológica			1		1		■	■	■	■	
Manejo de quebradas				1	1		■	■	■	■	
Sistemas de captación acumulación y distribución de aguas lluvias				1	1		■	■	■	■	

Prácticas que no se pueden evaluar porque no se aplican directamente al suelo					
	Arica y Parinacota	Ñuble	Araucanía	O'Higgins	Total general
Limpieza				1	
Limpieza de terrenos, reducción de matorrales				1	1
No aplica directamente al suelo.		1	4	8	13
Abrevaderos				1	1
Biofiltros tratamientos aguas grises				1	1
Cerco electrico fijo				1	1
Cerco eléctrico móvil con energizador y panel solar			1		1
Colector aguas lluvia con cisterna flexible de 10.000 litros			1		1
Cosechadores aguas				1	1
Dren topo				1	1
Hilerado y enfardado de paja de cereal		1			1
Malla eléctrica para ovinos (Rollo 50 m)			1		1
Mejoradores de estructura de suelos, floculantes				1	1
Norias				1	1
Resturación nacimientos de aguas			1		1
Vertientes				1	1
s/c	1	3		1	5
Barbecho blanco		1			1
Cortafuegos(definir tipo y zona)				1	1
Solarización		1			1
Uso de microorganismos eficientes (ME)		1			1
Uso de Polímeros Hidroabsorbentes	1				1
Total general	4	21	13	26	64

5 PROPUESTA DE CRITERIOS DE FOCALIZACIÓN Y SELECCIÓN

5.1 La focalización

Focalizar es una forma de concentrar los recursos (o el gasto) en personas o acciones que son más prioritarias en el marco de una política pública. Además, la focalización permite corregir las imperfecciones en la asignación de los recursos, ya que disminuye el riesgo de dirigir recursos a personas o acciones que no los requieren, dándole más eficiencia a la política pública. El primer paso para aplicar la focalización a una política o programa es definir el objetivo que se quiere alcanzar, y en función de él determinar los criterios de focalización que pueden estar referidos a los usuarios objetivo, a los territorios, o a los contenidos del programa. Por último, se diseñan los instrumentos de focalización mediante los cuales se logra que el programa o acción se realice con los usuarios o en los territorios que se han priorizado, entre ellos se destaca el incentivo económico, requisitos de postulación, exigencias de cumplimiento, entre otros.

5.2 Propuesta de focalización

Para desarrollar una propuesta de focalización en el SIGESS el primer paso es definir el objetivo del programa, que de acuerdo con la propuesta de ley corresponde a:

... crear un sistema de incentivos para la gestión sostenible de los suelos agropecuarios, cuyo principal objetivo será impulsar la adopción de prácticas por parte de los agricultores que permita mejorar y mantener las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos agropecuarios, así como para contribuir a la producción sustentable de alimentos.

Y se define:

Gestión sostenible de suelos agropecuarios: conjunto de acciones, prácticas y políticas que promueven el mejoramiento del suelo agropecuario y su biodiversidad para el cumplimiento de sus funciones y servicios ecosistémicos, sin afectar su integridad para el futuro.

Es así como el nuevo programa SIGESS busca gestionar de manera sostenible los suelos agropecuarios, de forma tal de mantener y mejorar su capacidad para producir alimentos. Su implementación se define sobre tres pilares: Resiliencia de los sistemas productivos; Focalización vinculada en evidencia; y Gobernanza (Figura 5.1).

Figura 5.1 Pilares de la Propuesta de Ley SIGESS

Resiliencia de los sistemas productivos	Focalización vinculada a la evidencia	Gobernanza
<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de todos los suelos agropecuarios, independiente de su nivel de degradación, busca recuperar y evitar la degradación • 3 instrumentos: <i>Bonificación;</i> <i>Transferencia conocimiento;</i> <i>Fondo Comunitario</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo dinámico: monitoreo, evaluaciones y eventos • Tabla de valores de las actividades • Incluir prácticas que aún no tienen mercado 	<ul style="list-style-type: none"> • Descentralizado a nivel regional • Lineamientos estratégicos de los instrumentos de gestión sostenible desde el nivel central • Operadores harán focalización y cobertura a través de incentivos y requisitos

Fuente: Adaptado del Boletín 16391-01. 2024

Es importante destacar que el programa plantea un gran desafío, ya que por una parte se debe mantener la capacidad productiva del suelo para que siga cumpliendo su función dentro de los sistemas alimentarios, y por otra se debe mejorar y conservar sus características físicas, químicas y biológicas para mantener sus funciones y servicios ecosistémicos. En algunos casos, las prácticas de gestión de suelo se contraponen en el cumplimiento de ambos objetivos, por lo cual las herramientas de focalización y gradualidad son fundamentales para hacer lo más compatible posible ambos propósitos.

Para la focalización se definirán diferentes criterios, con los cuales se construirá una matriz de priorización dando diferentes ponderaciones y puntajes.

En principio se han definidos algunas directrices generales que sustentarán los criterios de focalización:

1. **Coherencia y consistencia con los objetivos de SIGESS**
Los criterios de focalización deberán capturar de forma efectiva los objetivos del programa, representándolos en forma coherente a las definiciones de la propuesta de ley.
2. **Evidencia de los resultados**
Las evaluaciones que se realicen de los criterios deberán estar basados en evidencia científica, que demuestre consistencia de los resultados.
3. **Evaluaciones anteriores**
Las evaluaciones y ponderación de los criterios de focalización deben considerar los comportamientos y valoraciones de programas de anteriores, de forma de respetar el comportamiento de los usuarios, y cumplir el principio de gradualidad.
4. **Impacto en la producción de alimentos**

Los criterios de focalización deberán ponderar el impacto en la producción de alimentos de las prácticas, siendo coherente con uno de los objetivos propuestos por SIGESS

5. Impacto en sustentabilidad

Los criterios de focalización deberán ponderar el impacto en la sustentabilidad asociada a las prácticas, siendo coherente con uno de los objetivos propuestos por SIGESS. La sustentabilidad se define a través de atributos del suelo en cuanto a conservación, biodiversidad, interrelación con el agua, captura de carbono, y emisiones GEI.

6. Enfoque sistémico

Los criterios deben incorporar una mirada sistémica de la gestión del suelo, bajo el entendido que las prácticas, en algunos casos no tienen solo valor por si solas, sino que son complementarias, compensatorias o sinérgicas.

5.1.1 Criterio 1: Matriz de impacto

En el Cuadro 2.5 (pág. 36) se presentó una clasificación de las prácticas de manejo de suelos, y se evaluaron en forma cualitativa los impactos que estas provocan en el suelo, de acuerdo con la evidencia científica reportada. Los impactos se reportan en base a 6 atributos que representan de buena forma los objetivos del programa propuesto SIGESS. El primer lugar, está el atributo de productividad, ¿cómo las prácticas generan una diferencia en la productividad agropecuaria del suelo?, para luego, representar otros atributos que pueden asociarse a sustentabilidad, como son: i) conservación del suelo; ii) aumento de biodiversidad, iii) conservación de agua; iv) captura de carbono; y v) emisiones GEI.

Esta matriz de impacto puede ser utilizada como un primer criterio de focalización, para lo cual se entrega una valoración (puntaje) al impacto de cada clase de práctica, y luego se da una ponderación al criterio de forma que se obtendrá un listado priorizado de las clases de prácticas de acuerdo con la ponderación que quiera dársele a cada atributo. Esta ponderación puede ir variando en el tiempo, permitiendo tener gradualidad en los procesos de adopción.

En el Cuadro 5.1 se presenta un ejercicio de prelación de las clases de prácticas dándole una ponderación de 75% al atributo de productividad y 5% a los otros atributos de sustentabilidad, quedando en primer lugar las prácticas que tienen un impacto positivo en productividad y en los otros atributos, quedando en quinto lugar, la clase de prácticas de aplicación de nutrientes y agroquímicos, que son las que tienen un mayor impacto en productividad, pero tiene potenciales impactos negativos en atributos de sustentabilidad como biodiversidad y emisiones de GEI, por lo cual no quedan en los primeros lugares.

En el Cuadro 5.2 se presentan un ejercicio donde se da mayor una ponderación a los atributos de sustentabilidad, alcanzando un 75% y productividad queda con un 25%. En ese caso queda en primer lugar la clase de práctica de agroforestería que es la única que tiene

impactos altamente positivos en tres atributos de sustentabilidad al mismo tiempo, como es la conservación del suelo, biodiversidad y captura de carbono, con un impacto neutro en productividad. Luego, vienen las clases de prácticas que tienen impactos positivos tanto en productividad como en otros aspectos de sustentabilidad, y en último lugar, quedan las prácticas que aportan en productividad, pero tienen impactos negativos en los atributos de sustentabilidad.

Es interesante destacar que al hacer el ejercicio de correlación con diferentes ponderadores para los diferentes atributos (Cuadro 5.3) el ranking de las clases de prácticas es similar, destacando siempre en el primer lugar aquellas que teniendo impacto positivos en los atributos de sustentabilidad, también lo tienen en productividad, como son las enmiendas orgánicas, el manejo de residuos orgánicos, y las relacionadas con diversidad de cultivos y fijadores de nitrógeno, luego están las clases de práctica que tienen un impacto neutro en productividad, pero efectos positivos en sustentabilidad, y por último, están las clases de prácticas que tienen impactos negativos en el suelo.

El criterio focalización “matriz de impacto” nos muestra que es posible priorizar en base a la ponderación de atributos, y se puede hacer convivir la productividad con la sustentabilidad a partir de dar más participación a las clases de prácticas que tienen impactos positivos en la mayoría de los atributos.

Cuadro 5.1 Ejercicio de Prelación con mayor ponderación de productividad

							Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Sobre el agua	Carbono del suelo	Emisiones GEI	100%
Práctica	Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Sobre el agua	Carbono del suelo	Emisiones GEI	75%	5%	5%	5%	5%	5%	Puntaje
Praderas perennes	2	3	3	2	3	1	1,50	0,15	0,15	0,10	0,15	0,05	2,10
Enmiendas orgánicas.	2	3	1	2	3	2	1,50	0,15	0,05	0,10	0,15	0,10	2,05
Manejo de residuos orgánicos.	2	3	1	2	3	2	1,50	0,15	0,05	0,10	0,15	0,10	2,05
Diversificación y/o rotación de cultivos.	2	3	3	1	2	2	1,50	0,15	0,15	0,05	0,10	0,10	2,05
Cultivos fijadores de nitrógeno.	2	3	3	0	2	2	1,50	0,15	0,15	0,00	0,10	0,10	2,00
Aplicación de nutrientes y agroquímicos	3	-2	-3	0	2	-3	2,25	-0,10	-0,15	0,00	0,10	-0,15	1,95
Agroforestería.	1	3	3	2	3	2	0,75	0,15	0,15	0,10	0,15	0,10	1,40
Cultivos de cobertura, cubiertas verdes.	1	3	3	0	2	2	0,75	0,15	0,15	0,00	0,10	0,10	1,25
Mulch o acolchado.	1	3	1	2	2	2	0,75	0,15	0,05	0,10	0,10	0,10	1,25
Reducción de labranza.	1	3	0	2	3	2	0,75	0,15	0,00	0,10	0,15	0,10	1,25
Zanjas o barreras para protección de suelo.	1	3	1	2	2	1	0,75	0,15	0,05	0,10	0,10	0,05	1,20
Agricultura orgánica	1	2	2	0	2	1	0,75	0,10	0,10	0,00	0,10	0,05	1,10
Labranza	2	-2	-2	0	-2	-2	1,50	-0,10	-0,10	0,00	-0,10	-0,10	1,10
Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos	0	3	3	2	2	0	0,00	0,15	0,15	0,10	0,10	0,00	0,50

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.2 Ejercicio de Prelación con mayor ponderación de sustentabilidad

							Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Sobre el agua	Carbono del suelo	Emisiones GEI	100%
Práctica	Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Sobre el agua	Carbono del suelo	Emisiones GEI	25%	15%	15%	15%	15%	15%	Puntaje
Praderas perennes	2	3	3	2	3	1	0,50	0,45	0,45	0,30	0,45	0,15	2,30
Enmiendas orgánicas.	2	3	1	2	3	2	0,50	0,45	0,15	0,30	0,45	0,30	2,15
Manejo de residuos orgánicos.	2	3	1	2	3	2	0,50	0,45	0,15	0,30	0,45	0,30	2,15
Diversificación y/o rotación de cultivos.	2	3	3	1	2	2	0,50	0,45	0,45	0,15	0,30	0,30	2,15
Cultivos fijadores de nitrógeno.	2	3	3	0	2	2	0,50	0,45	0,45	0,00	0,30	0,30	2,00
Aplicación de nutrientes y agroquímicos	3	-2	-3	0	2	-3	0,75	-0,30	-0,45	0,00	0,30	-0,45	-0,15
Agroforestería.	1	3	3	2	3	2	0,25	0,45	0,45	0,30	0,45	0,30	2,20
Cultivos de cobertura, cubiertas verdes.	1	3	3	0	2	2	0,25	0,45	0,45	0,00	0,30	0,30	1,75
Mulch o acolchado.	1	3	1	2	2	2	0,25	0,45	0,15	0,30	0,30	0,30	1,75
Reducción de labranza.	1	3	0	2	3	2	0,25	0,45	0,00	0,30	0,45	0,30	1,75
Zanjas o barreras para protección de suelo.	1	3	1	2	2	1	0,25	0,45	0,15	0,30	0,30	0,15	1,60
Agricultura orgánica	1	2	2	0	2	1	0,25	0,30	0,30	0,00	0,30	0,15	1,30
Labranza	2	-2	-2	0	-2	-2	0,50	-0,30	-0,30	0,00	-0,30	-0,30	-0,70
Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos	0	3	3	2	2	0	0,00	0,45	0,45	0,30	0,30	0,00	1,50

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.3 Ejercicio de Prelación de clases de prácticas con diferentes ponderadores

Prod 75% y otros 5%	Prod 50% y otros 10%	Prod 40%, Conser 15%, Biodive 15% y otros 10%	Prod 25%, y otros 15%
Clase de Práctica	Clase de Práctica	Clase de Práctica	Clase de Práctica
Praderas perennes	Praderas perennes	Praderas perennes	Praderas perennes
Enmiendas orgánicas.	Enmiendas orgánicas.	Diversificación y/o rotación de cultivos.	Agroforestería.
Manejo de residuos orgánicos.	Manejo de residuos orgánicos.	Enmiendas orgánicas.	Diversificación y/o rotación de cultivos.
Diversificación y/o rotación de cultivos.	Diversificación y/o rotación de cultivos.	Manejo de residuos orgánicos.	Enmiendas orgánicas.
Cultivos fijadores de nitrógeno.	Cultivos fijadores de nitrógeno.	Cultivos fijadores de nitrógeno.	Manejo de residuos orgánicos.
Aplicación de nutrientes y agroquímicos	Agroforestería.	Agroforestería.	Cultivos fijadores de nitrógeno.
Agroforestería.	Cultivos de cobertura, cubiertas verdes.	Cultivos de cobertura, cubiertas verdes.	Cultivos de cobertura, cubiertas verdes.
Cultivos de cobertura, cubiertas verdes.	Mulch o acolchado.	Mulch o acolchado.	Mulch o acolchado.
Mulch o acolchado.	Reducción de labranza.	Reducción de labranza.	Reducción de labranza.
Reducción de labranza.	Zanjas o barreras para protección de suelo.	Zanjas o barreras para protección de suelo.	Zanjas o barreras para protección de suelo.
Zanjas o barreras para protección de suelo.	Agricultura orgánica	Agricultura orgánica	Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos
Agricultura orgánica	Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos	Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos	Agricultura orgánica
Labranza	Aplicación de nutrientes y agroquímicos	Aplicación de nutrientes y agroquímicos	Aplicación de nutrientes y agroquímicos
Conservación de quebradas y vegetación ribereña, mantención de setos	Labranza	Labranza	Labranza

Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Criterio 2: Complementariedad de prácticas

Dentro de los análisis realizados en la clasificación de prácticas del SIRSD-S se identificó que varias de ellas no se aplican directo al suelo, como, por ejemplo, las construcciones de cercos. Si bien, estas se hacen con un propósito final de manejo de suelo, es necesario asegurar que la práctica complementaria se realice. Se propone que esta clase de prácticas sean priorizadas en la medida que se presenten como parte de un plan de manejo de suelos con prácticas complementarias de impacto positivo que aseguren que se cumple el objetivo final. En el ejemplo de la construcción de cercos, si el objetivo es facilitar el manejo del ganado y evitar el sobrepastoreo, es necesario que se incorporen las prácticas de manejo de ganado sustentable dentro del plan.

En el caso de otras prácticas identificadas que no se aplican al suelo como establecimientos de sistemas de abrevaderos es necesario identificar las prácticas complementarias que generarán el impacto en el suelo, sino debería evaluarse eliminarlas, o bien dejarlas dentro del SIGESS como un grupo de prácticas de apoyo a los sistemas prediales, pero que no tienen relación directa con el suelo.

También se definió una clase de prácticas de limpieza (limpieza de matorrales, despedrado, eliminación de tocones, entre otros), cuyo impacto puede ser variable, y va a depender con que otras prácticas se asocie. La limpieza, en general, tiene beneficios indirectos al permitir habilitación de tierra hacia agricultura y bajo ciertas condiciones puede tener un efecto positivo sobre la productividad, pero su aplicación será contexto dependiente, y no debe aumentar los riesgos de erosión al poner en riesgo la cobertura y protección del suelo, ni vegetación nativa.

Prácticas que no se aplican directamente al suelo y de limpieza se presentan en el Cuadro 5.4.

Cuadro 5.4 Prácticas disponibles en el programa de SIRSD-S clasificadas como no aplican directamente al suelo y limpieza

No aplican directamente al Suelo	Macrozona					
	Norte	Centro Norte	Centro Sur	Sur	Austral	Nacional
Biofiltros.						1
Construcción de cerco eléctrico.	1	1	1	1	1	
Construcción de cerco no tradicional	1					
Construcción de cerco tipo malla Ursus.	1	1	1	1	1	
Construcción de cerco tradicional.		1	1		1	
Construcción de pircas.	1					
Establecimiento de sistemas de abrevaderos.					1	
Total	4	3	3	2	4	1

Limpieza	Norte	Centro Norte	Centro Sur	Sur	Austral	Nacional
Despedrado.	1		1			
Eliminación de tocones.					1	
Limpia de junquillos en suelos drenados.				1	1	
Limpia Pica Pica (Ulex europeus)			1	1		
Limpieza de matorrales.			1	1	1	
Limpieza de palizada y troncos muertos.					1	
Palizadas y troncos muertos.				1		
Total	1		3	4	4	

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Criterio 3: Sistemas de gestión productiva

La clase de prácticas de agroforestería y agricultura orgánica, corresponden a un conjunto de labores que se hacen en forma sistémica, por lo cual deberían tratarse como sistema de gestión más que prácticas específicas, y de la misma forma sus impactos no corresponden a una labor en específico, sino que a todo el sistema.

Si bien ambos sistemas han sido priorizados dentro de la matriz de impactos (criterio 1), es posible aplicar un criterio de focalización específico hacia formas de producción sistémicas, donde no se prioriza la ejecución de una práctica en particular, sino el desarrollo de sistemas productivos más sustentables. Esto permitiría potencialmente la promoción de sistemas con aproximaciones regenerativas.

De acuerdo a la definición de Instituto Forestal de Chile (Infor) “*Agroforestería o Sistemas Agroforestales (SAF), se refiere a sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, etc.) se utilizan deliberadamente en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (ICRAF, 1982; Nair, 1993, citado por Infor). En los sistemas agroforestales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. El propósito es lograr un sinergismo entre los componentes el cual conduce a mejoras netas en uno o más rango de características, tales como productividad y sostenibilidad, así como también diversos beneficios ambientales y no-comerciales*”⁵.

De acuerdo a la Ley 20.089 del Ministerio de Agricultura (2005) se define que “*productos orgánicos agrícolas son aquellos que provienen de sistemas holísticos de gestión de la producción en el ámbito agrícola, pecuario o forestal, que fomenta y mejora la salud del*

⁵ <https://agroforesteria.infor.cl/index.php/definiciones-saf/que-es-agroforesteria>

agroecosistema y, en particular, la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo”⁶.

5.1.4 Criterio 4: Minimizar impactos negativos

Un cuarto criterio de focalización está referido a los potenciales impactos negativos, es decir, se debe procurar no hacer prácticas que tengan efectos ambientales negativos, como queda reflejado en la matriz de impacto del criterio 1, donde las prácticas que pueden afectar negativamente los atributos sustentables quedan al final del ranking cuando se pondera más los atributos de sustentabilidad. Sin embargo, si estas tienen un efecto positivo en productividad puede subir en el ranking si se pondera más por este último atributo. Como se observa en el Cuadro 5.5 las prácticas que tienen potenciales impactos negativos en algunos atributos de sustentabilidad corresponden a la aplicación de nutrientes y agroquímicos y labranza.

Sin embargo, estas prácticas tienen un impacto positivo e importante en productividad, por lo cual la opción no es no hacer la práctica, sino más bien controlar los potenciales impactos negativos. Para ello, se puede utilizar requisitos o exigencias complementarias, por ejemplo, en el caso de las prácticas de labranza para priorizarla o subirla en el ranking se deben exigir garantías que demuestren que no se está haciendo una sobreutilización, o que se está en un proceso de real de reducción de labranza.

En el caso de uso de nutrientes y agroquímicos, por ejemplo, se debe hacer exigencias para garantizar la eficiencia de la aplicación, por cual, se priorizará en la medida que se cumpla con las exigencias de análisis previo de suelo, dosis de nutrientes o agroquímicos optimizada según el entorno y la clase de suelo donde se encuentra.

Cuadro 5.5 Prácticas con impactos negativos en atributos de sustentabilidad

Prácticas	Descripción	Productividad	Conservación del suelo	Biodiversidad	Sobre el agua	Carbono del suelo	Emisiones de GEI
Aplicación de nutrientes y agroquímicos	Aplicación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos en el suelo para aumentar productividad						
Labranza	Excavar, voltear o agitar el suelo con herramientas mecánicas, generalmente un arado o un disco.						

Fuente: Elaboración propia

⁶ <https://bcn.cl/2m0uv>

5.2 Instrumentos de priorización

Los instrumentos de priorización son los mecanismos que permiten que la toma de decisión final se dirija al cumplimiento del objetivo que se busca. Uno de los instrumentos de focalización más utilizado es el incentivo económico, que opera a través de una entrega diferenciada de beneficios económicos propendiendo a entregar más recursos nominales o proporcionales hacia las acciones (prácticas) que se han priorizado.

Los incentivos económicos se utilizan para estimular un comportamiento deseado por parte de la persona que los recibe, bajo el supuesto de comportamiento básico que dice que cuanto mayor sea el incentivo ofrecido mayor será el esfuerzo de quien lo recibe y mejor su resultado. Sin embargo, el incentivo debe ser diseñado de acuerdo con el contexto en que se encuentra el tomador de decisión, ya que el tomar una opción puede tener asociados costos adicionales. Considerando el futuro programa SIGESS, entregar más bonificación a prácticas que tienen mayores impactos en los atributos de sustentabilidad no necesariamente provoca que el productor cambie de práctica, si es que el cambio le genera una pérdida que no es compensada por el bono adicional.

Otro instrumento disponible para la focalización es la asignación de recursos por segmento, eso significa que el uso de las bonificaciones no queda a libre disposición entre las diferentes prácticas posibles de usar, sino que se obliga a que una proporción de las bonificaciones se utilicen en una determinada clase de prácticas. Esto ya que se encuentra en la propuesta de ley de SIGESS, donde se define que al menos un 5% del monto total del programa deberá ser utilizado en capacitación. Así, por ejemplo, si se quiere focalizar en la implementación de sistemas de gestión productiva, se debería definir que una proporción de las bonificaciones sean asignadas solo en planes de agroforestería, producción orgánica o regenerativa.

Un tercer instrumento que puede ser utilizado está referido a la búsqueda de complementación o compensación entre las actividades que interesa priorizar. De esta forma una práctica que tiene baja priorización, puede aumentarla si se complementa con otra que tiene una mayor priorización, es decir, se evalúan los impactos sumados de ambas prácticas. Por ejemplo, si la práctica de construcción de aguadas se complementa con enmiendas orgánicas; o la labranza se complementa con prácticas de diversificación de cultivos, podrán subir en el ranking de priorización. Algo similar, es lo que implementado la UE, donde se compensan económicamente a aquellos productores que desarrollan al menos tres prácticas agroambientales o "eco esquemas" voluntarios utilizados en la Unión Europea, y de esta forma fomentan su adopción.

También puede darse la opción de compensación, es decir, se hacen duplas de prácticas, que, aunque no están relacionadas, una contrapesa el impacto negativo o neutro de la otra.

Un cuarto instrumento de focalización está referido a requisitos y exigencias, esto quiere decir que para realizar ciertas actividades deben cumplirse con ciertas condiciones o acciones complementarias, para que puedan ser priorizadas. Este mecanismo de focalización está orientado principalmente al control de potenciales impactos, y puede operar como una exigencia base para que la práctica se realice, o bien, quienes cumplen

las exigencias obtienen mayor priorización. Este instrumento ya está incorporado en el reglamento actual en diferentes prácticas que están condicionadas a ciertas exigencias del suelo donde pueden ser desarrolladas (incorporación de elementos químicos esenciales en suelos degradados; establecimiento de cobertura vegetal en suelos descubiertos).

En la Figura 5.2 se presenta un resumen de los instrumentos de focalización.

Figura 5.2 Instrumentos de Priorización



Fuente: Elaboración propia

5.3 Mecanismos habilitantes y coherencia de políticas sectoriales

En el marco del ejercicio de focalización es importante identificar algunos aspectos que son necesarios para que los instrumentos de priorización que se propongan tengan los resultados esperados, y que los operadores actúen en respuesta a las priorizaciones entregadas por el programa.

En primer lugar, están un conjunto de acciones relacionadas con los aspectos técnicos, como son:

1. **Capacitación:** el diagnóstico realizado en las diferentes regiones dejó en evidencia que es necesario hacer capacitación sobre la gestión sustentable de suelo y las prácticas más efectivas para evaluar, mejorar y conservar las características físicas, químicas y biológicas del suelo y para mantener sus funciones y servicios ecosistémicos como su función dentro de los sistemas alimentarios.
2. **Validación:** si bien existe evidencia científica del impacto positivo de las prácticas, es importante hacer ensayos y validaciones en suelo representativos de las diferentes regiones. En el diagnóstico como en las entrevistas se mencionó que es importante conocer el efecto de las prácticas en los territorios para que su uso pueda ser incorporados dentro de los manejos habituales de los agricultores.

3. Difusión: junto con la capacitación y la validación es necesaria la difusión de las prácticas, darlas a conocer para que los agricultores las conozcan y sepan de sus beneficios e impactos.
4. Evaluación: debería existir un sistema de evaluación de las prácticas, de forma de aprovechar la experiencia de su implementación en el marco del Programa, lo que por una parte generaría información relevante para evaluar las prácticas específicas y ayudar a la toma de decisiones de los productores y asesores para mantenerlas en el tiempo, y ajustarlas si fuera necesario. Al mismo tiempo, estas evaluaciones de las prácticas serían un insumo relevante para las posteriores evaluaciones de impacto del programa en general.

En segundo lugar, es importante fortalecer la articulación entre las instituciones: el programa SIRSD-S y el futuro SIGESS están insertos y son parte de un ecosistema de programas para el desarrollo silvoagropecuario nacional, por lo cual deben interactuar con otros programas e instituciones. La actual institucionalidad, en la cual el Programa está liderado desde el nivel central por ODEPA, con la implementación bajo la responsabilidad del SAG e Indap, y sus direcciones regionales, con la asesoría del Comité Técnico Regional (CTR) en la administración de los concursos opera bien. Sin embargo, se podría fortalecer la articulación con INIA, que es la institución de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) vinculada al Ministerio de Agricultura, que tiene presencia casi en la totalidad de las regiones, y cuenta con equipos técnicos calificados para hacer validaciones, capacitaciones, evaluaciones de casos pilotos y dar apoyo técnico a los operadores.

También es importante la articulación que puede darse con otras instituciones, especialmente a nivel regional, de forma de buscar sinergias con proyectos orientados a manejo sustentables del suelo y mitigación y adaptación de agricultura al cambio climático, por ejemplo, aquellos financiados con fondos regionales.

Un tercer elemento habilitante es la relación con la academia y Centros de excelencia ANID o de Universidades para el desarrollo de investigación y gestión de la información. Las diferentes universidades ubicadas a lo largo del país cuentan con diferentes centros de investigación que llevan a cabo proyectos y estudios que generan información que puede ser de utilidad para la evaluación de las prácticas de gestión sostenibles de suelos y cambio climático, como también para las capacitaciones. Como se mencionó anteriormente, es importante contar con mayor evidencia, investigación y evaluación de las prácticas, y las universidades y sus centros de investigación pueden hacer un gran aporte, a modo de ejemplo se mencionan algunos:

- CAPES – Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (ANID)
- IEB – Instituto de Ecología y Biodiversidad (ANID)
- CR2 – Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia (ANID)
- UFRO - Centro de Interacción Suelo-Planta y Biotecnología de Recursos Naturales
- UAUSTRAL – Centro de Investigación de Suelos Volcánicos

- P.U.Católica – Laboratorio de Suelo y Restauración
- P.U.Católica – Centro Interdisciplinario de Cambio Global
- U.de Talca - Centro Tecnológico de Suelos y Cultivos
- USACH - Laboratorio de Investigación de Sistemas de Conservación de Suelos y Aguas
- U.de Concepción - Laboratorio de Investigación en Suelos, Aguas y Bosques

En esta misma línea de trabajo hay una oportunidad de desarrollo en la gestión de información que también puede implementarse en colaboración con la academia y/o asesores técnicos expertos. El programa SIRSD-S cuenta con una gran cantidad de datos, ya que muchos de los PM bonificados debieron hacer análisis de suelo, y levantar información técnica para ser elaborados y presentados al concurso. Esa información podría ser gestionada en alguna plataforma con el objetivo de hacer evaluaciones y análisis que ayuden a la toma de decisiones de los mismos productores y operadores. De esta manera la gestión del conocimiento del programa puede generar importantes sinergias positivas.

También es importante la coherencia con otras políticas públicas, para el caso de SIGESS es relevante considerar las medidas propuestas en los planes de mitigación y adaptación al cambio climático.

Medida de mitigación propuestas en el Plan de Mitigación al Cambio Climático del Sector Agricultura atingentes a SIGESS:

- Uso eficiente del Fertilizante: reducción en la intensidad del uso de fertilizantes para cereales, cultivos industriales y forrajeras.
- Reducción de quemas agrícolas: reducción de la superficie bajo quemas agrícolas mediante manejos y usos alternativo de rastrojo en cereales.
- Arroz bajo en metano: potenciar y escalar sistemas de producción de arroz bajos en emisiones y uso de nuevas variedades, lo que implica una reducción del tiempo de inundación del cultivo asociado a una menor tasa de emisión de metano.

El plan de mitigación establece medidas específicas que están comprometidas como sector dentro del Plan Nacional de Mitigación. La más relevante es el Uso eficiente de Fertilizante, que, de acuerdo con los diagnósticos, hay espacios de reducción de uso. Sin embargo, esta medida está referida principalmente a nitrógeno, ya que la evidencia científica indica que la emisión de óxido nitroso desde suelos agrícolas está exponencialmente relacionada con la dosis de fertilización nitrogenada utilizada, cuando ésta excede la requerida para el óptimo económico. La medida de mitigación debe focalizarse en mejorar la eficiencia de uso del nitrógeno, ya que es la más relevante, simple, económica y sostenible recomendación para contribuir a reducir la emisión de N₂O desde suelos agrícolas (Villena et al., 2022).

De acuerdo a West et al. (2014) Chile está en el primer quintil de países con mayor exceso de uso de fertilizante por hectárea de cultivo. La tendencia muestra que la utilización en Chile ha aumentado, pero la eficiencia en su uso ha bajado, por ello la pérdida de nitrógeno al ambiente ha sido cada vez más alta (Zhang et al., 2015).

En el caso que se incorporará dentro de la clase Aplicación de nutrientes y agroquímicos el uso de fertilizante nitrogenado sería necesario resguardar la coherencia de la implementación de esa práctica con la medida propuesta en el plan de mitigación.

Respecto de la reducción de quemas agrícolas, si bien SIGESS no la aborda directamente, si incluye prácticas que van detrás del mismo propósito como son las de manejo de residuos orgánicos.

Medida de adaptación propuestas en el Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Agricultura atinentes a SIGESS:

- Incorporar prácticas de manejo silvoagropecuario y técnicas específicas para la adaptación al cambio climático
- Implementar métodos de obtención y reserva de agua intrapredial para hacer frente al déficit hídrico que impone el cambio climático
- Implementar tecnologías y acciones que aumenten la eficiencia del riego contribuyendo a enfrentar el déficit hídrico derivado del cambio climático.
- Promover la conservación y restauración de ecosistemas naturales que sostienen a los sistemas productivos silvoagropecuarios y que contribuyen a su adaptación al cambio climático.
- Prevenir y controlar la degradación del suelo para la adaptación a los efectos del cambio climático.

En el caso de las medidas de adaptación al cambio climático propuesta en el plan sectorial, estas son genéricas, por lo cual no es posible hacer un análisis más detallado de coherencia, pero en principio en aquellas atinentes al manejo de suelos se ve coherencia con los objetivos SIGESS.

5.4 Rol de los operadores en la ejecución del programa

Los operadores son actores relevantes en la ejecución del programa. Para poder actuar como operadores deben acreditarse periódicamente en los distintos planes de manejo. La acreditación les permite actuar indistintamente como operadores SAG u operadores INDAP. Cada una de estas agencias tiene publicado el listado de los operadores acreditados para los distintos PM por región y comuna a disposición de los agricultores.

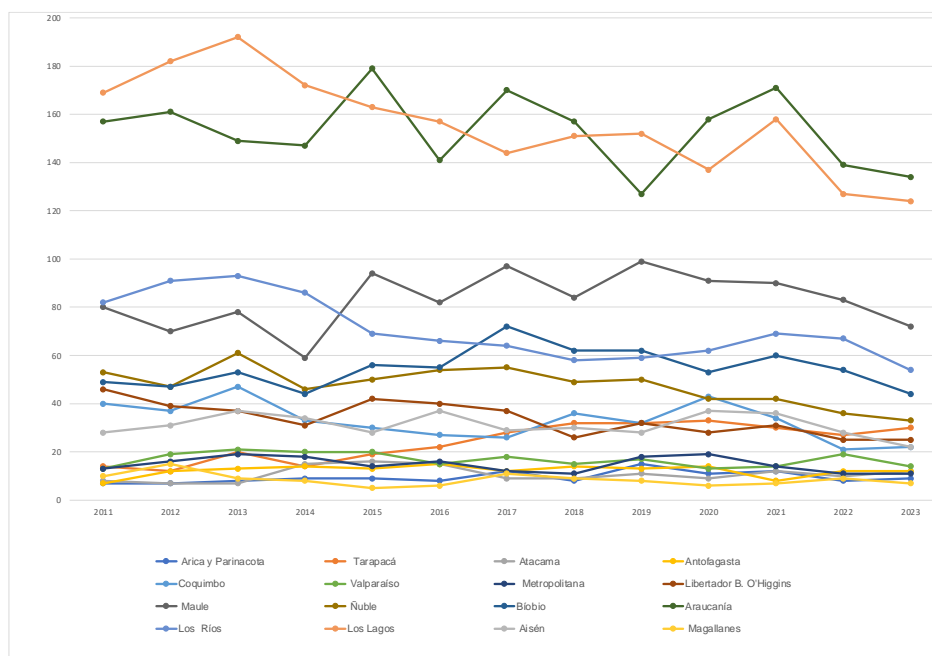
5.4.1 Elementos identificados en el diagnóstico y sus efectos sobre el programa:

Número de operadores y su distribución:

Durante la trayectoria del programa la cantidad de operadores varía de forma importante por región; no obstante, esto se relaciona directamente con las condiciones del suelo y sus necesidades de intervención de acuerdo con las definiciones existentes en el programa.

La Figura 6.1 muestra el número de operadores por región a través de los años. Se puede apreciar que las regiones con mayor número de operadores han sido históricamente la Región de Los Lagos y la Araucanía.

Figura 6.1 Número total de operadores INDAP acreditados por región y año



Fuente: elaboración propia con información de INDAP.

En la misma figura también se puede observar que en aquellas regiones con mayor número de operadores muestran una tendencia a la baja en los últimos años.

El Cuadro 6.1 muestra el porcentaje de operadores registrados que obtuvieron una postulación aprobada (llegaron a una Declaración Jurada) en cada año. En él se puede

observar que solo un porcentaje del total de los operadores acreditados esta activo o tiene éxito en al menos una de sus postulaciones. Este porcentaje es variable entre regiones y años; sin embargo, se puede apreciar (representado en tonos más claros cuando es menos de un 51%) una disminución en los últimos años, alcanzando solo un 45% como promedio nacional en 2023.

Cuadro 6.1 Porcentaje del total de operadores INDAP que obtuvieron una postulación aprobada

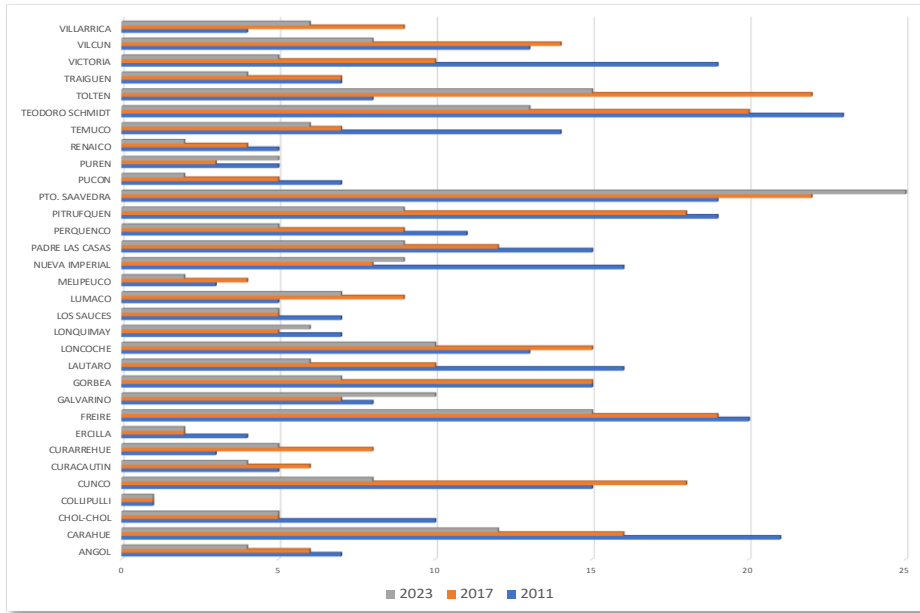
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Arica y Parinacota	29%	43%	63%	33%	44%	75%	83%	63%	80%	73%	67%	25%	44%
Tarapacá	79%	83%	45%	57%	74%	77%	54%	78%	53%	73%	77%	70%	63%
Atacama	75%	86%	43%	53%	44%	80%	89%	78%	100%	56%	75%	90%	50%
Antofagasta	43%	33%	69%	43%	54%	73%	67%	64%	92%	86%	100%	75%	33%
Coquimbo	48%	41%	32%	52%	10%	52%	35%	44%	69%	16%	26%	48%	36%
Valparaíso	69%	79%	76%	65%	65%	60%	78%	67%	59%	46%	71%	42%	0%
Metropolitana	77%	81%	79%	44%	71%	75%	83%	100%	72%	74%	64%	82%	45%
O'Higgins	74%	74%	84%	81%	74%	68%	84%	81%	75%	75%	74%	84%	76%
Maule	71%	73%	62%	75%	80%	78%	69%	70%	75%	82%	86%	83%	29%
Ñuble	74%	64%	52%	63%	66%	63%	65%	51%	54%	57%	67%	50%	64%
BíoBío	73%	66%	51%	55%	63%	51%	61%	68%	68%	77%	62%	69%	41%
Araucanía	71%	55%	46%	50%	51%	69%	51%	61%	59%	52%	57%	74%	49%
Los Ríos	70%	75%	68%	62%	72%	62%	73%	59%	73%	74%	68%	60%	59%
Los Lagos	77%	57%	50%	51%	65%	68%	59%	70%	75%	75%	75%	57%	40%
Aisén	82%	58%	51%	71%	61%	59%	76%	70%	57%	70%	64%	46%	32%
Magallanes	80%	87%	78%	88%	100%	67%	36%	56%	63%	83%	86%	67%	43%
Total	72%	63%	55%	57%	62%	67%	62%	65%	68%	66%	68%	66%	45%

Fuente: elaboración propia con información de INDAP

Con respecto a la distribución regional, se analizaron las regiones con mayor participación en el programa. En la Figura 6.2 se presenta el número de operadores acreditados por cada comuna de la Región de la Araucanía. Se puede apreciar que a pesar de que el número de operadores por comuna ha sido variable, y en términos generales ha disminuido en muchas comunas, existe al menos un operador en todas ellas, con un promedio de 7,3 operadores por comuna en 2023.

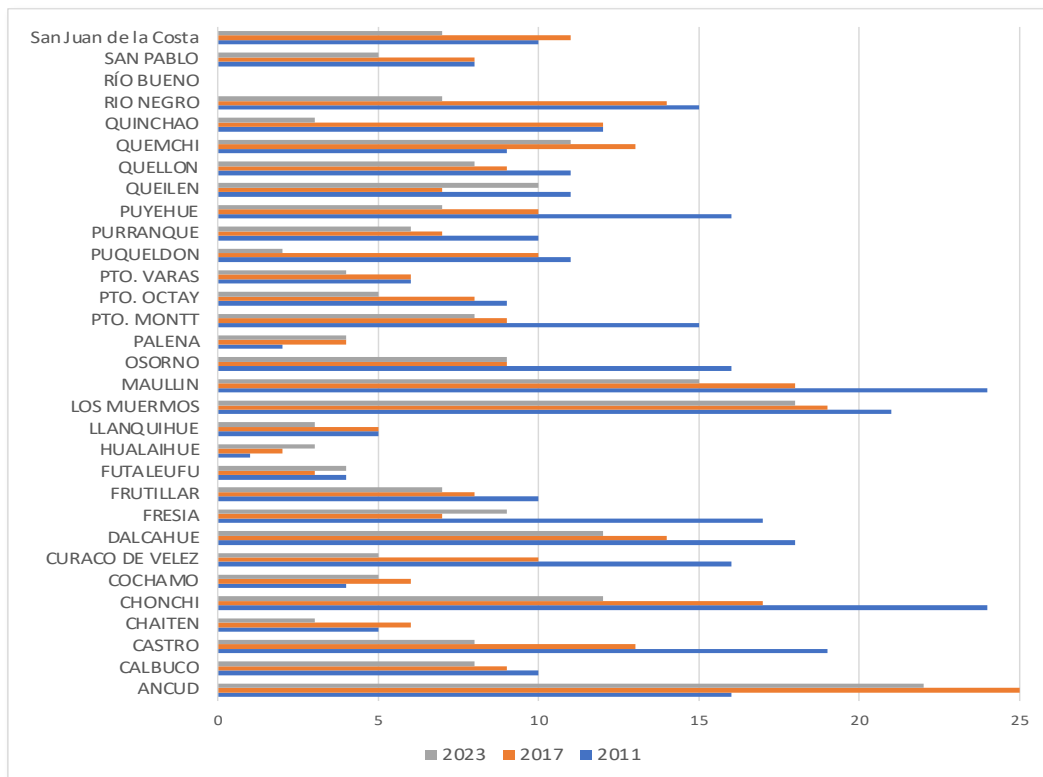
De manera similar la Figura 6.3 presenta el número de operadores de la Región de Los Lagos donde también se puede observar que al menos existe dos operadores en cada comuna (no presenta información para la comuna de Río Bueno), con un promedio de 7,7 operadores por comuna en 2023.

Figura 6.2 Número de operadores INDAP por comuna en la Región de la Araucanía



Fuente: elaboración propia con información de INDAP

Figura 6.3 Número de operadores INDAP por comuna en la Región de Los Lagos



Fuente: elaboración propia con información de INDAP

Cabe mencionar que un operador tiene un radio de acción mayor a su comuna. De hecho, en promedio un operador actúa sobre 2 comunas (con excepciones de lugares más aislados y distantes como las comunas de Magallanes donde un operador actúa sobre una sola comuna). En conclusión, se puede decir que mayormente existe un número de operadores adecuado por región, tal cual señalaron algunos entrevistados, sin embargo, no todos ellos están operativos pudiendo verse afectadas las áreas más lejanas o de menor interés para los propios operadores.⁷

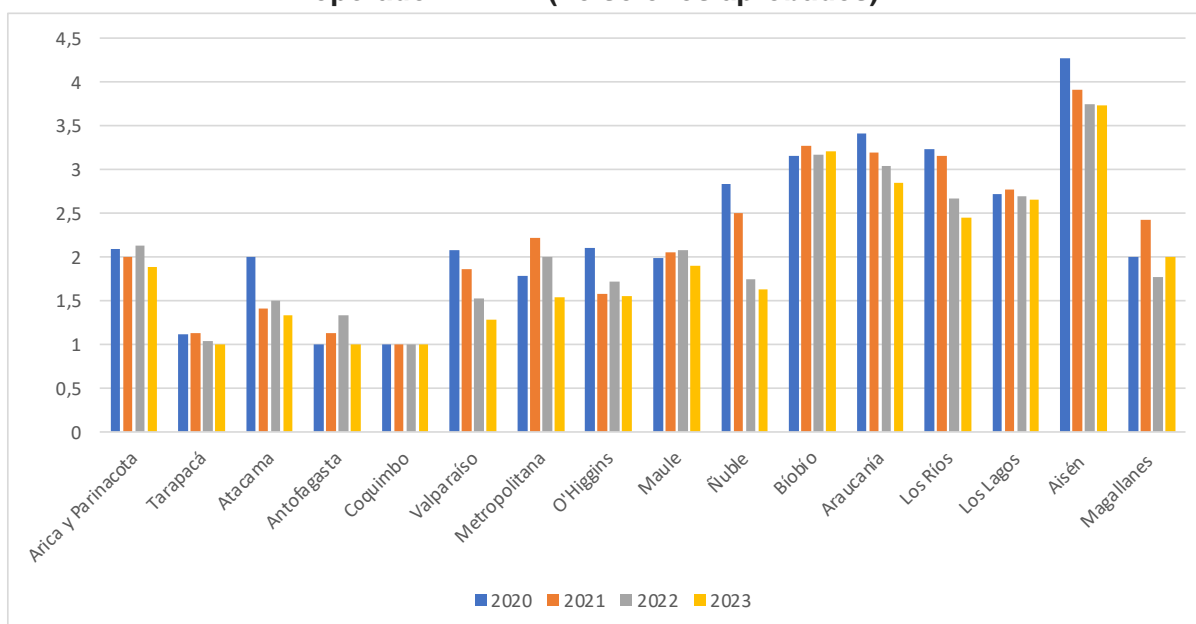
B) Elección de las prácticas postuladas al programa

1. Existen distintos tipos de operadores. Algunos de ellos pertenecen a programas de INDAP como Prodesal, SAT o PTI o son asesores independientes; por lo tanto, esta labor esta inserta dentro de una asesoría más amplia, la cual permite visualizar mejor las necesidades del agricultor y los manejos a los cuales son postulados los agricultores siguen esta lógica o sus postulaciones son más complejas e integrales. En cambio, otros se dedican a dar exclusivamente este servicio (diseño, postulación y luego asesorar la ejecución) y normalmente son ellos quienes sugieren a los agricultores las prácticas a las cuales postular, las cuales pueden seguir una lógica diferente como se explica a continuación. Esto fue señalado por los entrevistados y es consistente con las evaluaciones previas (Universidad de Talca, 2016). No obstante, esto no siempre es así, y en otros casos son los agricultores los que solicitan ser postulados con una práctica específica.
2. En opinión de operadores consultados, a pesar de que muchos de ellos están acreditados en varios subprogramas, en la práctica su experiencia en terreno es más limitada, por lo cual tiende a priorizar aquellas prácticas donde tienen más experiencia sobre otras. La razón es asegurar la conformidad del agricultor a través de una práctica de la cual puede garantizar mejor su ejecución. De esta manera el operador construye un vínculo de confianza con los agricultores de su comuna. Esto es muy relevante para él, dado que le permite fidelizar a los agricultores de su comuna, y además, le permite incidir en las practicas que el agricultor postulará.

De hecho, la Figura 6.4 muestra el número promedio de programas a los cuales han postulado los operadores en los últimos cuatro años. Se puede observar que en la mayor parte de las regiones del norte y centro los operadores postulan a no más de 2 programas en promedio, existiendo 5 programas. En cambio, en las regiones más al sur se observa mayor versatilidad, donde un operador en promedio postula a más de 3 programas.

⁷ En 2016 el estudio realizado por la Universidad de Talca, señaló con respecto de la accesibilidad (medida en el tiempo de viaje desde el predio a la capital comunal más cercana), que un 81,5% de los beneficiados se concentran en zonas con buen acceso, es decir a un tiempo de viaje no mayor a 90 minutos. Para mejorar la cobertura en zonas más aisladas sería mediante criterios de focalización de los concursos que incluya de manera precisa a agricultores ubicados en zonas más lejanas, lo cual se ha estado haciendo.

Figura 6.4 Número de Programa por año y región que en promedio postuló cada operador INDAP (no solo los aprobados)

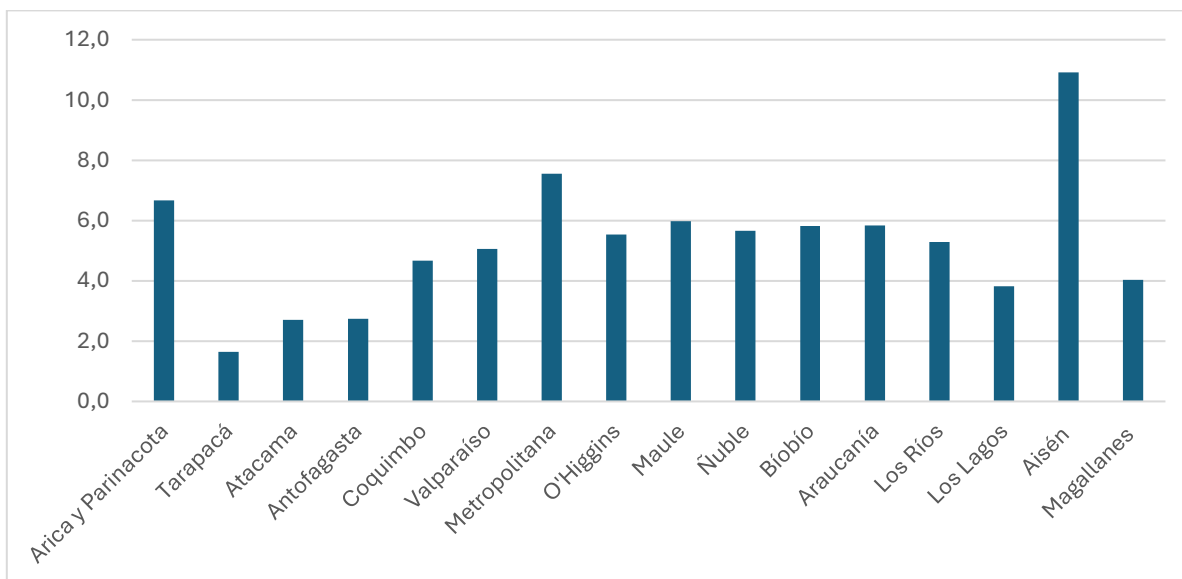


Fuente: elaboración propia con información aportada por INDAP

Por su parte, la Figura 6.5 muestra el número promedio de labores distintas que realizan los operadores de cada región en promedio en los últimos 4 años (2020-2023). Se puede apreciar que en la mayor parte del país el promedio no alcanza a 6 labores distintas por operador (con excepción de las regiones de Arica y Parinacota, Metropolitana y Aisén). De hecho, el promedio nacional para el mismo periodo es 5,2 labores diferentes por operador⁸. Esta información corrobora que, a pesar de existir un número importante de prácticas bonificables (30 a 40 por región) en la realidad la mayoría de los operadores se concentran o especializan en unas pocas.

⁸ Excepcionalmente algunos operadores alcanzan hasta 20 prácticas distintas en un año.

Figura 4.5 Número de Labores diferentes que en promedio postuló cada operador INDAP (no solo los aprobados) durante 2020-2023, por región



Fuente: elaboración propia basado en información de INDAP

3. De la misma forma, el operador debe confiar que el agricultor hará correctamente la ejecución del plan de manejo, podrá rendir los gastos correctamente, y, por ende, podrá cobrar la bonificación, y finalmente, el operador recibirá sus honorarios. Por lo tanto, la confianza operador – agricultor es importante en ambos sentidos. En opinión de uno de los entrevistados relacionados al SAG, esto explicaría que, a pesar de existir un gran número de operadores acreditados, en las postulaciones se repiten los mismos operadores, los mismos agricultores (tal cual fue mencionado en los diagnósticos regionales) y también las mismas prácticas.
4. Por otro lado, las pruebas de acreditación son técnicamente exigentes en opinión de los operadores entrevistados. Esto lleva a que no todos los operadores se encuentren acreditados en la totalidad de los subprogramas, lo que podría constituirse en un sesgo a la hora de aconsejar a los agricultores las mejores prácticas para su predio. Por su parte los cursos de capacitación están enfocados mayormente en la gestión administrativas del concurso y en menor grado en una capacitación técnica de diseñar y ejecutar mejores prácticas. Con respecto a esto último, los contenidos no se actualizan frecuentemente, siendo siempre los mismos, en opinión de los entrevistados. Los entrevistados consideran necesario capacitar técnicamente a operadores y agricultores en prácticas de gestión sustentable de suelos para poder avanzar hacia esos objetivos (concordante con lo sugerido en los diagnósticos regionales). En este sentido, para que se produzcan los cambios deseados, se requiere un rol más activo de la academia y centros de investigación fortaleciendo la transferencia tecnológica a agricultores y operadores, plantearon la mayoría de los entrevistados.

5. Sumado a lo anterior, es necesario agregar que una parte importante de los agricultores no conoce todas las alternativas de prácticas bonificables. Su conocimiento se ve restringido a lo que le informa el operador.
6. Los puntos anteriores explicarían en gran parte el motivo por el cual las prácticas ejecutadas se concentran en unas pocas en cada región; y por tanto, la necesidad de establecer otros incentivos adicionales para que agricultores y operadores se arriesguen a postular y ejecutar prácticas diferentes, siempre dentro del contexto que impone las condiciones edafoclimáticas de cada región.
7. Sin embargo, existe otro factor que estaría provocando un sesgo a la hora de elegir las prácticas, y que no se relaciona con el operador, es la capacidad financiera de los agricultores, especialmente los de menor tamaño, dado que la bonificación solo se recibe una vez ejecutadas las labores y el programa no contempla anticipos. Esto pudiera complicar la postulación a PM de mayor envergadura económica como sería un cambio hacia sistemas productivos más sustentables cuyos beneficios económicos se perciben en un plazo mayor. De hecho, en opinión de profesionales de las agencias involucradas, estos planes existen, pero no se reciben postulaciones. En el caso de los agricultores INDAP, no operan créditos de enlace para cubrir estos requerimientos, comentaron los entrevistados.
8. Un último elemento que condiciona las prácticas seleccionadas por los agricultores y operadores es conocer los méritos económicos que cada tipo de prácticas conlleva. Aquellas prácticas que no van acompañadas de una estimación de rentabilidad económica (por desconocimiento) no resultan atractivas. No hay claridad de los beneficios económicos de adoptar prácticas más sustentables.
9. Por último, y en forma explícita, la “tabla de puntajes para el ranking de evaluación” es otro elemento que los operadores considerarán a la hora de proponer un PM al agricultor, debido a que sus honorarios están supeditados también a la aprobación de la postulación y esta depende de los puntos alcanzados.

Incentivos y desincentivos de los operadores

1. Con respecto a los honorarios recibidos por los operadores por la presentación de los PM las bases estipulan que este es un acuerdo privado entre agricultores y operadores. Sin embargo, en la práctica esto se reduce a que sus honorarios serán el máximo bonificado por el programa por este concepto. En el caso de los concursos INDAP normalmente se establece que la bonificación para el asesor es un 25% de la bonificación total con un tope en 3 UTM independiente del tipo del PM postulado. Adicionalmente, se asigna un monto cercano a 120.000 por asesoría a la ejecución.
2. En opinión de algunos profesionales de las agencias que participan directamente del programa, el valor tope parece ser muy bajo, insuficiente para motivar a más operadores a realizar un PM más complejo o integral. De hecho, se comentó que el valor tope se alcanza con una sola práctica en una baja superficie. En este sentido, en la realidad esto se traduce en un “precio fijo” el cual puede actuar como un desincentivo para la selección de prácticas más engorrosas tanto en su postulación, ejecución y rendición. En opinión de los entrevistados, es lo que estaría ocurriendo

con algunos operadores, mayormente cuando ellos no son parte de un programa de asistencia más integral.

- No obstante, existen diferencias entre las distintas regiones. Por ejemplo, en el caso del **Concurso 2025 en la Región de Los Ríos para las comunas de Panguipulli, Lanco, Mariquina, Valdivia, Los Lagos, Paillaco, Futrono, La Unión y Rio Bueno** se presenta el siguiente esquema de bonificación para el asesor (operador):

Cuadro 4.2 Montos máximos a subsidiar por concepto de asesoría técnica para la elaboración de los Planes de Manejo de un Concurso Regional

Para Planes de Manejo que contemplen labores de:	Se pagará	Siempre que la inversión del PM sea de:
Fertilización fosforada de recuperación	\$160.000	> \$500.000
Incorporación de elementos químicos esenciales	\$140.000	\$400.000 – 500.000
Establecimiento de una cobertura vegetal en suelos descubiertos o con cobertura deteriorada; Práctica siembra/establecimiento de praderas. Empleo de métodos de intervención del suelo, entre otros rotación de cultivos, orientados a evitar su pérdida y erosión, y a favorecer su conservación	\$120.000	\$300.000 – 400.000
Eliminación, limpieza o confinamiento de impedimentos físicos o químicos.	\$80.000	< \$300.000
	Se suman \$10.000 a cada rango anterior si la labor es en sectores apartados (se definen estos sectores)	
Establecimiento de una cobertura vegetal en suelos descubiertos o con cobertura deteriorada; práctica regeneración de praderas,	\$170.000	>\$500.000
	\$150.000	\$400.000 – 500.000
	\$130.000	\$300.000 – 400.000
	\$90.000	< \$300.000
Prácticas de mantención de cubiertas vegetales.	\$100.000	
Para montos de incentivos a la inversión inferiores a \$ 50.000, no se pagará Asesoría a la Formulación del Plan de Manejo	\$0	

Fuente: elaboración propia a partir de la información establecida en las bases del concurso 2025 para la Región de Los Ríos

En este caso, las remuneraciones de los operadores se diferencian según el PM postulado (no se menciona bonificación por asesoría a la ejecución).

De manera similar, el **Concurso de la Región de Valparaíso para comunas altamente erosionadas 2024**, también considera bonificaciones diferentes según el plan de manejo que se trate.

- Hasta 3,0 UTM para Planes de Manejo que contemplen labores de Conservación como: Control de erosión de cárcavas, Canal de desviación, Cerco Eléctrico, Cero labranzas, Sistemas Silvopastoriles, Zanjas de Infiltración, Biofiltros, Manejo de carga animal en suelos frágiles.
- Hasta 2,5 UTM para planes de manejo que contemplen las demás prácticas, con más de una labor, o con una labor que contemple análisis de suelos.
- Hasta 2,0 UTM para planes de manejo que contemplen las demás prácticas con una sola labor.
- Siempre que no exceda el 40% de los costos netos del total de las labores del Plan de manejo.

Además, considera la bonificación de la asistencia técnica para la ejecución del plan de manejo para prácticas como:

- Establecimiento e incorporación de abonos verdes
- Construcción de canales de desviación
- Construcción de zanjas de infiltración
- Control de cárcavas
- Sistemas silvopastoriles
- Establecimiento de biofiltros
- Construcción de cerco eléctrico
- Estructuras de conservación de suelos (Negarim, Limanes y Surcos medias lunas)

Siempre y cuando ambas bonificaciones (sumadas) no superen las 3,0 UTM o en su defecto que el costo de asesoría por ejecución no supere 1 UTM enero de 2024.

Otro ejemplo lo constituye, el **Concurso de la Región del Ñuble en 2024**, establece: (1) Asesoría a la Formulación: Se pagará por concepto de formulación de Plan de Manejo, el equivalente al 15 % del total del costo neto de las labores postuladas con tope de \$ 160.000. (2) Asesoría a la Ejecución: el considera el pago por concepto de asesoría equivalente al 15% del costo neto de la inversión, con tope de \$120.000 para la correcta ejecución de las siguientes labores:

- Construcción de Micro terraza manual
- Construcción de Zanjas de infiltración
- Construcción de Canal de desviación
- Control de Erosión de cárcavas
- Sistemas Silvopastorales y biofiltros.

Por su parte el SAG establece los siguientes criterios para la bonificación del operador en las **Bases para los concursos regionales de operación temprana temporada 2024**

“... la bonificación máxima destinada a la elaboración de un plan de manejo se calculará sobre la base de los siguientes criterios: a) proporción entre la superficie a intervenir por el plan de manejo respecto de la superficie total predial de uso agropecuario; b) tasa de pobreza multidimensional por comuna, y; c) plan de manejo de postulante sin bonificaciones previas (nuevo beneficiario).

Valor máximo de bonificación por este concepto se calculará de la siguiente manera:

Bonificación máxima por elaboración = 3 UTM x (0,35 * factor de proporción de superficie + 0,35 * factor de comuna + 0,30 * Factor Nuevo Beneficiario) (se adjunta la tabla de factores para cada uno de los tres criterios). De esta manera establece incentivos al operador para la búsqueda de nuevos agricultores.

Además, establece una bonificación máxima de 3 UTM adicionales para la ejecución de las practicas, si estas lo ameritan. “la bonificación de la asistencia técnica para la ejecución del plan de manejo sólo se considerará respecto de las prácticas que por su complejidad o carácter innovativo lo aconsejen, las cuales se encuentran definidas en estas bases”. Sin

embargo, el operador cobrará solo si el PM postulado es aceptado y bonificado; por lo tanto, la tabla de ranking también será considerada por el operador.

4. La inseguridad del operador: Los honorarios de operador, como se mencionó anteriormente, depende de la correcta ejecución del PM. Por lo tanto, cualquier elemento que otorgue inseguridad al respecto desmotiva su participación. Lo más relevante ha sido los planes aprobados que no obtienen beneficios por falta de presupuesto, situación que se ha visto agravada en los últimos años y que explica en parte la disminución del número de operadores y lo presentado en el Cuadro 6.1. La falta de certeza en los presupuestos asignado a los concursos ha desmotivado en forma importante a los operadores que podrían no recibir ningún tipo de compensación económica por su trabajo, estando este bien hecho.
- 5.
6. Otro elemento que produce inseguridad es la información imprecisa o errada que le entrega el agricultor, y que resulta en un rechazo de la postulación. Esto se ha ido subsanando con el establecimiento de base de datos por RUT y Rol de los postulantes, de manera que el operador cuente con el historial y pueda chequear la información. En este sentido los nuevos postulantes demandan mayor trabajo al operador, y por tanto resulta acertado una bonificación especial en estos casos como la presentada en las bases de SAG, mencionadas anteriormente.
7. Contar con retroalimentación de los resultados del concurso permitirían a los operadores disminuir la incertidumbre al tener más claridad de la probabilidad de éxito de una postulación.

6.2 Elementos a considerar para alinear la actuación de los operadores a los nuevos objetivos del Programa SIGESS

1. Mayor difusión de los concursos, de manera de asegurar que estos lleguen a oídos de los agricultores de manera directa, sin intermediarios. De esta forma ellos también se motiven a buscar a operadores y postulen según sus necesidades a programas de más largo plazo. Incorporarlos en los cursos de capacitación, permitirá además que los agricultores conozcan todas sus alternativas.
2. Establecer incentivos económicos a operadores según dificultad de los PM postulados (nuevos agricultores, prácticas más innovadoras, etc..). El operador responde directamente al retorno económico que recibe por su trabajo y trata de maximizarlo, por ello siempre les convendrá buscar a productores que estén más cerca y se concentran en prácticas que ya conocen y saben que tiene buenos resultados. Para modificar esta conducta es necesario entregar incentivos económicos que los movilicen hacia otros agricultores y nuevas prácticas. Algunas regiones ya establecen diferenciaciones en los incentivos económicos al operador relacionando los montos bonificables para esta asesoría al tipo de postulación. Es necesario evaluar la complejidad de postulación y ejecución de

las distintas prácticas para determinar un sistema de pago al operador acorde. Un intercambio de ideas y experiencia entre las distintas CTR podría ser de ayuda.

3. La falta de seguridad en los presupuestos del programa ha deteriorado el interés de los operadores. Es necesario revisar esta condición, más aún cuando se busca avanzar a manejos sustentables cuyos plazos de ejecución son mayores. De hecho, el contar con presupuestos multianuales sería de gran ayuda en este sentido.
4. Contar con una plataforma de retroalimentación formal de los planes de manejo, información de productores y operadores, entre otras (Universidad de Chile, 2022). Esto permite una mejor orientación y disminuye los riesgos del operador dado que reduce la probabilidad de rechazo por incumplimiento de las bases.
 - a. Con respecto a motivar a operadores a postular nuevos planes de manejo:
 5. Modificar los criterios en las tablas de ranking en las postulaciones de acuerdo a los nuevos objetivos del programa otorgando mayor puntaje a los criterios que se alinean con los nuevos objetivos también incentivará a los operadores a postular a nuevas prácticas (diseñar el plan de manejo y luego asesorar la ejecución), sopesando el mayor trabajo y eventualmente un mayor riesgo en el éxito de la postulación y ejecución de una nueva práctica.
 6. Cursos de capacitación práctica en diseño y ejecución de prácticas más sustentables e innovadoras. En este sentido, una mayor vinculación con los GTT sería beneficiosa.
 7. Contar con análisis costo/beneficio de las nuevas prácticas y difundir esta información será importante para que los operadores cuenten con las herramientas necesarias para persuadir a los agricultores en los cambios de manejo. Conocer la relación costo/beneficio de nuevas prácticas será la primera inquietud que los asesores deberán responder a los agricultores para incentivarlos en un nuevo manejo de los suelos.

6 PROPUESTA DE APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PRIORIZACIÓN

Con los insumos levantados durante el estudio a partir de los análisis de las evaluaciones realizadas al SIRSD-S, el trabajo y propuestas de las regiones, la experiencia internacional en prácticas de manejo sustentable del suelo, y el levantamiento de información primaria de actores del programa, se presenta a continuación una propuesta para la aplicación de instrumentos de priorización orientada a la gestión sostenible de los suelos.

En la Figura 6.1 se presenta un esquema general para abordar la priorización de las prácticas en el marco del nuevo programa SIGESS. Como se observa, en primer lugar, están las prácticas de manejo de suelo, sobre las cuales deben aplicarse criterios de focalización para intencionar aquellas que cumplan de mejor forma con la gestión sostenible. Como se explicó anteriormente se proponen 4 criterios de focalización:

- **Matriz de impacto:** evalúa el potencial impacto de la práctica sobre los diferentes atributos del suelo, considerando la productividad y los relacionados a funciones ecosistémicas como son conservación, biodiversidad, agua, carbono y emisiones GEI.
- **Complementariedad:** existen prácticas que no se aplican directamente al suelo, y por ende, no tienen por sí mismas un aporte al manejo sustentable, por lo cual deben estar siempre complementadas con otras labores para generar un impacto positivo en la gestión del suelo.
- **Sistemas de gestión productiva:** existen manejos de suelos orientados a la sostenibilidad considerando al suelo como un ecosistema, que más que prácticas de manejo de suelo, son sistemas de gestión productiva, y por ende, no corresponde que compitan directamente con prácticas, ya que los tiempos de ejecución y resultados son diferentes, así como sus impactos
- **Minimizar impacto negativo:** las prácticas que tienen impactos negativos en algunos de los atributos de sostenibilidad deberán estar sujetas a restricciones o exigencias que controlen y minimicen sus efectos negativos.

Una vez aplicados los criterios de focalización se puede avanzar hacia la aplicación de instrumentos de priorización, sin embargo, para que el ejercicio de priorización sea efectivo se debe contar con ciertas condiciones que permitan que los estímulos e incentivos tengan efecto. Estas condiciones se han identificado como mecanismos habilitantes, que corresponde a diferentes componentes que deben ser incorporados dentro del Programa y de su estrategia de implementación para que tengan impacto.

Algunos de estos mecanismos habilitantes requieren recursos, los cuales deberían ser cubiertos por el Programa.

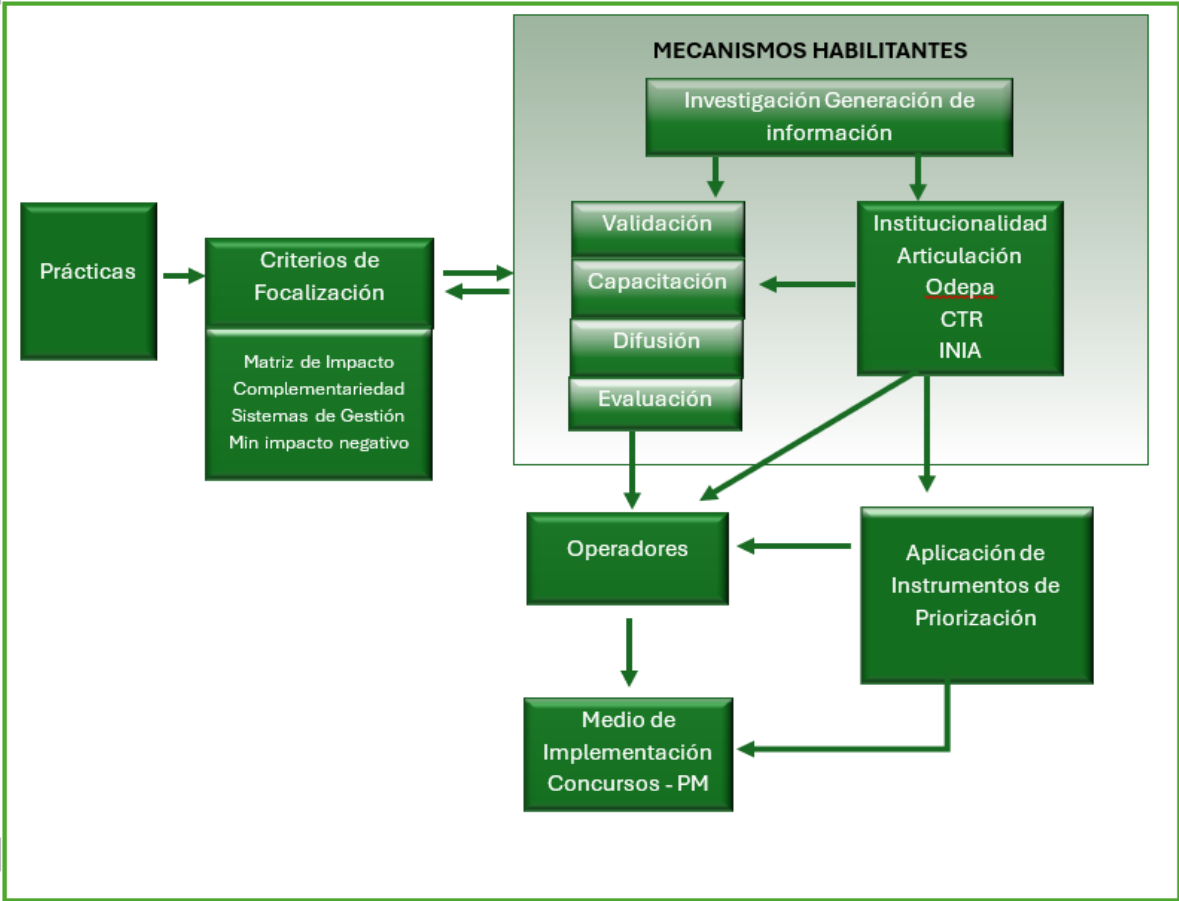
El centro de operación de los programas son los asesores agrícolas “operadores”, quienes hacen la evaluación de la condición del suelo y del predio, entregan recomendaciones

respecto de las prácticas a realizar y desarrollan el PM que será postulado a ser financiado por el programa. Los instrumentos de priorización buscan modificar la toma de decisión del operador como la del agricultor hacia prácticas sostenibles a través de los diferentes incentivos y requisitos que se plantean más adelante.

Los mecanismos habilitantes facilitarán la aplicación de estos instrumentos, y permitirán que los agricultores y operadores respondan adecuadamente a los estímulos entregados por estos instrumentos. Por ejemplo, si una mayor bonificación para una nueva práctica sostenible, el operador solo la recomendará y la postulará dentro del PM si la conoce y tiene cierta certeza de sus resultados, ya que no se arriesgará a que la práctica no resulte y pierda la confianza del agricultor y/o baje su evaluación. Por ello, la validación, capacitación, difusión y evaluación son factores habilitantes muy relevantes.

Por último, están los medios de implementación para hacer operativos los instrumentos de priorización, estos corresponden al reglamento y a los concursos regionales, donde se establecen los requisitos, el valor relativo de las prácticas y las escalas de bonificaciones

Figura 6.1 Esquema de Priorización de Prácticas



Fuente: elaboración propia

Los instrumentos de priorización que se proponen corresponden a cuatro conjuntos de herramientas, muchas de las cuales se están utilizando actualmente, por lo cual la actual propuesta se orienta a fortalecerlas y ajustarlas para alcanzar el objetivo de promover el uso de prácticas que ayuden a la implementación del nuevo programa. Los conjuntos son cuatro: Segmentación; Puntaje de evaluación; Bonificación a los operadores; y Requisitos (Cuadro 6.1)

Cuadro 6.1 Propuesta de Instrumentos de Priorización

<p>SEGMENTACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de gestión (Agroforestería y Ag. Orgánica) • Grupo de Prácticas • Prioridad regional 	<p>PUNTAJE EVALUACIÓN PM</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferentes rangos por grupo de prácticas • Diferentes puntajes por prácticas • Puntaje por zonas vulnerable • Puntaje por incorporar sistema de evaluación • Puntaje por variables relevantes para la región
<p>BONIFICACIÓN DEL OPERADOR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferenciada por Prácticas o Sistema de gestión • Bono por lejanía • Diferenciada por variables prioritarias para la región (tamaño productor, pobreza, etc.) 	<p>REQUISITOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Complementariedad para prácticas no aplicadas al suelo • Capacitación de operadores en prácticas sustentables • Consideraciones técnicas: clase de suelo, pendientes, niveles de nutrientes, etc.

Fuente: elaboración propia

1. Segmentación: para el caso de los sistemas de gestión productiva, como agroforestería y agricultura orgánica, se propone definir un presupuesto y realizar concursos específicos para ellos, de manera de no hacerlos competir con otras prácticas y garantizar la oportunidad que puedan ser implementadas.

La segmentación también puede ser utilizada para un grupo de prácticas que se desean priorizar a nivel regional o en un sector en específico.

La región a través del director regional de SAG o director regional de Indap, asesorado por el CTR, deberá hacer la priorización utilizando la segmentación de acuerdo con las realidad y condición de los suelos en las diferentes zonas de la región respectiva.

2. Puntaje de evaluación del PM: el instrumento más versátil para la priorización es la asignación de puntaje de evaluación a las prácticas o variables asociadas a las

prácticas, que entregan más puntaje a las prácticas o a los sectores priorizados, de forma de asegurar que, al hacer la asignación de la bonificación por puntaje, aquellos priorizados queden seleccionados.

Se plantea hacer algo similar a lo que se utiliza actualmente, a través de la definición de rangos de puntajes por práctica o variable a través del reglamento, y que luego, cada región priorice en el marco de los parámetros definidos a nivel central (En el Anexo 2 se presentan algunos ejemplos de puntaje en diversos concursos).

El rango del puntaje podrá ir de 0 como min a 900 como máximo, con la posibilidad de que en los casos que se quiere garantizar la priorización el nivel mínimo se eleve a un valor diferente de 0.

Dado que el objetivo es priorizar las prácticas sustentables, se propone una agrupación de las prácticas de acuerdo con los criterios de focalización antes presentados (matriz de impacto, complementariedad, mínimo impacto negativo), y dar rango de puntaje por grupo de prácticas. No se identifican variables confiables que puedan reflejar bien las prácticas, por lo cual se propone dar puntaje directamente las prácticas o grupos de prácticas.

En el Cuadro 6.2 se presentan 4 grupos de prácticas, las del grupo 1 serían las más prioritarias, ya que de acuerdo con el ejercicio de focalización son las que tienen impactos positivos en los diferentes atributos evaluados de suelo, tanto en los productivos como en los asociados a sustentabilidad. Este grupo debería ser el que tiene mayor puntaje con un rango mínimo alto.

Luego, el grupo 2 reúne las prácticas que tienen impactos positivos en conservación de suelo, carbono en el suelo y retención de agua, tienen un impacto neutro en productividad, o no hay evidencia del impacto. Este grupo tendría un segundo nivel de prioridad.

El grupo 3 corresponden a las prácticas que tienen impactos positivos en productividad, pero que pueden generar efectos negativos en los atributos de sostenibilidad. Estas prácticas podrán ser priorizadas en un nivel medio, dando libertad a las regiones de darles más prioridad de acuerdo con la realidad que enfrente su región, pero ejecución deberá seguir ciertos protocolos de forma de controlar los eventuales efectos negativos.

Por último, el grupo 4 corresponde a las prácticas que no se aplican directo al suelo y deben ser complementadas, es decir el puntaje que se da a este grupo estará condicionado a que el PM incluya las prácticas que requieren incluirse para asegurar el impacto ambiental positivo en el manejo del suelo.

Cuadro 6.2 Propuesta de Agrupación por Clase de Prácticas

<p>GRUPO 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enmiendas orgánicas • Manejo de residuos orgánicos • Praderas perennes • Diversificación y rotación de cultivos • Cultivos fijadores de nitrógeno • Cultivos de cobertura, cuberitas verdes 	<p>GRUPO 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mulch • Zanjas o barreras de protección • Conservación de quebradas y vegetación ribereña • Reducción de labranza
<p>GRUPO 3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de nutrientes y agroquímicos • Labranza 	<p>GRUPO 4</p> <ul style="list-style-type: none"> • No aplican directo al suelo – complementarias • Limpieza -complementaria

Fuente: elaboración propia

También se propone entregar un puntaje adicional de acuerdo con la condición del suelo donde se realizará el PM de forma de tener la opción de dar más puntaje (prioridad) a aquellos PM con impacto positivo en atributos de sostenibilidad que se implementan en suelos con una condición vulnerable, como puede ser bajo nivel de materia orgánica, erosión u otro.

Por último, se propone incentiva que los PM tengan un sistema de evaluación de forma de ir generando información que sea de utilidad para una mejor gestión de las prácticas sostenibles, por lo cual se entregará un puntaje presentar un sistema de evaluación de las prácticas propuestas en el PM.

En el Cuadro 6.3 se muestran los puntajes propuesta para los grupos de prácticas incluyendo los actualmente existentes.

Cuadro 6.3 Propuesta de Puntajes de Evaluación por Variable

VARIABLE	DEFINICION	RANGO PUNTAJE
		REGLAMENTO
Aporte Financiero	Aporte adicional en relación con el porcentaje mínimo de aporte establecido en las Bases del Concurso.	50-400
Costo por hectárea	Costo total de las prácticas según Tabla de Costos, dividido por el total de hás del Plan de Manejo	50-100

VARIABLE	DEFINICION	RANGO PUNTAJE
		REGLAMENTO
Grupo 1	Prácticas sostenibles con impactos positivos en todos los atributos del suelo	600-900
Grupo 2	Prácticas con impactos positivos en los atributos del suelo relacionados a sostenibilidad, pero sin impacto en productividad	300-600
Grupo 3	Prácticas con impacto positivo en productividad y eventuales impactos negativos en atributos de sostenibilidad	0-400
Grupo 4	Prácticas que no se aplican a suelo y van complementadas con labores que permiten alcanzar impactos positivos en atributos del suelo	0-400
Estado de suelo	El suelo donde se aplicará la práctica con impacto positivo en atributos de sostenibilidad está en una condición vulnerable por bajo nivel de materia orgánica, erosión u otro	50 - 400
Sistema de evaluación	El PM presenta un sistema de evaluación de las prácticas a implementar	100-300
Nivel inicial de fósforo	Nivel inicial de P2O5 señalado en Plan de Manejo y Análisis de Suelos.	50-400
Nivel de acidez (saturación de Aluminio)	Nivel inicial de sat. de Aluminio señalado en Plan de Manejo y Análisis de Suelos	50-400
Nivel de otros indicadores químicos	Nivel inicial de otros elementos químicos señalados en Plan de Manejo y Análisis de Suelos	10 - 100
% Superficie con Recuperación Praderas	% de superficie de praderas en relación con el total de la superficie de uso agropecuario del predio	200-600
% Superficie con Conservación de Suelos	% de superficie de conservación de suelos en relación al total de superficie de uso agropecuario del predio	200-600
% Superficie con Rehabilitación de Suelos	% de superficie con Rehabilitación de suelos, respecto del total de superficie de uso agropecuario del predio	50-200

VARIABLE	DEFINICION	RANGO PUNTAJE
		REGLAMENTO
Otras Variables	Planes de manejo que contemplen el mayor valor de variables asociadas a propiedades del suelo y praderas definidas por el director regional	10-100

Fuente: elaboración propia

3. Bonificación del Operador

Otro instrumento posible de utilizar para la priorización es el incentivo económico directo al operador a través de hacerle más rentable proponer las practicas sostenibles. Para esto la bonificación a pagar por la asesoría para la elaboración del PM, como la de ejecución del plan puede tener un pago diferenciado.

Como se indicó anteriormente este instrumento funcionará en la medida que se den los mecanismos habilitantes, especialmente las capacitaciones a los operadores sobre las prácticas sostenibles, de forma que puedan saber cómo aplicarlas de forma exitosa. Sino el puntaje adicional no será un estímulo suficiente, porque ningún operador va a proponer hacer algo que no conoce.

Considerando que el pago vigente de la bonificación por la asesoría tiene un top de 3 UTM, se propone los siguiente:

Prácticas	Bonificación Operador UTM
Grupo 1	3,0
Grupo 2	2,7
Grupo 3	2,4
Grupo 4	2,4

Fuente: elaboración propia

También se sugiere contar con la opción de entregar un bono adicional al operador cuando el PM sea para productores que se encuentran en zonas más alejadas, más allá que puedan hacerse concursos específicos para zonas alejadas también puede darse un pago adicional al operador, ya que de esa forma se estimula la competencia haciendo más atractivo para los operadores buscar posibles clientes en zonas más alejadas, donde es más costoso acceder, y requiere mayore cantidad de horas de trabajo para conocer y evaluar el lugar. Este bono debe ser de un monto atractivo que cubra como mínimo los costos adicionales de viaje.

4. Requisitos

Un cuarto instrumento de priorización son las exigencias o requisitos de implementación de las prácticas. En este caso estarían enfocadas a las prácticas que requieren ser complementadas, de forma que además de incentivarlas a partir del puntaje, también se obligue a que las prácticas o labores complementarias se realicen para asegurar el impacto positivo del PM en el manejo sostenible del suelo.

De la misma forma junto con ser un mecanismo habilitante y en concordancia con la gestión actual de los operadores, estos deberán acreditar estar capacitados en el diseño e implementación de prácticas de gestión sostenible de los suelos.

Por último, dentro de los requisitos, se deben considerar las exigencias técnicas que aseguren que las intervenciones y prácticas se apliquen correctamente en los suelos adecuados para ello, dentro de estas se pueden mencionar clase de suelo, pendientes, niveles de nutrientes, nivel de erosión, etc.

Por último, están los medios de implementación para hacer operativos los instrumentos de priorización, estos corresponden al reglamento y a los concursos regionales, donde se establecen los requisitos, el valor relativo de las prácticas y las escalas de bonificaciones

6.1 Resultados Taller de Validación

El taller se realizó el día 6 de enero a las 15:30 hrs en forma telemática, y participaron 11 personas, representantes de Indap, SAG y Seremias, y 2 personas de la contraparte de Odepa, más el equipo de consultores.

Después de la presentación del estudio y la propuesta de priorización, se realizó un trabajo de conversación en dos grupos separados, en el cual se levantó la opinión de los participantes, y se resumen a continuación:

Sala 1

1. Las praderas son muy relevantes en la zona sur, y al estar en el grupo 2 de prácticas focalizadas, quedarían con menos puntajes. Y las praderas tiene un impacto positivo en productividad y la captura de carbono, hay evidencia empírica nacional en estudios con INIA.
2. En estudios a nivel mundial muestran que lo mejor son las praderas. Si en los planes de recuperación de suelos se incentivan rotaciones de 4 a 5 años, con 1 o 2 años de praderas, se mejorarían todos los indicadores físicas, químicas y biológicas, y por ende la fertilidad, mejorando la productividad del cultivo posterior a la pradera. Deberían estar en el grupo 1
3. La presencia de materia orgánica es el mayor indicador de productividad a nivel mundial. En el sur los niveles de materia orgánica son altos, y por ende, las enmiendas orgánicas serían una práctica a priorizar de BioBio al norte, pero en las regiones del sur no es necesario, porque no es limitante, más bien podría ser contraproducente incorporar más materia orgánica.

4. Las praderas deberían priorizarse en todas las regiones, pero en la zona centro y norte es más difícil de implementarlas por las condiciones edafoclimáticas, y el agricultor va a preferir otras alternativas. Es importante incentivar a los operadores que incluyan a las praderas en los planes de manejo
5. En el nuevo programa deberá tener segmentación, porque los objetivos de mantener, recuperar, conservar son distintos y no pueden competir, no es suficiente con el puntaje de las variables
6. Hoy hay segmentación para conservar, haciendo concursos solo con esos objetivos dando prioridad a los suelos más degradados, y otros concursos para las enmiendas, eso ya se hace. El desafío está en diseñar planes más integrales, que junto con conservar se vaya trabajando hacia suelos más sanos y fértiles para que produzca alimentos. Igualmente, en las regiones del sur, hay zonas que hacen prácticas de conservación, pero que también deberían mejorar fertilidad, ya que no siempre los niveles de materia orgánica son tan altos
7. Incentivar a los operadores con honorarios mejores en los planes más complejos e integrales, no se debe pagar lo mismo, por una práctica simple única, que por un plan que incluye un grupo de prácticas que son más difíciles de implementar y que tienen un mayor impacto
8. Hoy día hay regiones que tienen pagos diferenciados por prácticas, porque no es lo mismo asesorar para establecer una pradera, que para poner un cerco, se paga más cuando la práctica es más compleja, también es bueno tener bonos por distancia
9. La segmentación de las prácticas no debería llevar a castigar ciertas prácticas que son importantes para la productividad, como la aplicación de cal o la aplicación de fósforo, que son importantes en la zona sur para mantener buenos niveles de productividad. El problema puede no estar en el nutriente o el producto agroquímicos, sino en la cantidad, dosis y momento de aplicación, entonces el cuidado debería estar en cuidar una correcta aplicación más que no aplicar, y debería apoyarse en INIA y Universidades. Dejar estas prácticas de aplicación de agroquímicos en segundo lugar puede no ser bueno. El paso debería ser la integralidad de las prácticas en los planes de manejo
10. El programa lleva copago, entonces tiene que considerar que al incluir varias prácticas el costo aumenta, y puede ser más difícil para postular programas más integrales
11. Incluir la variable de la evaluación de la práctica en la puntuación es un buen aporte, aun cuando no todas las prácticas pueden evaluarse en la misma temporada
12. Es muy importante la capacitación a los operadores, y también a los funcionarios que trabajan en el programa y a los productores.

13. La capacitación del agricultor, si no es obligatoria, puede ser una variable de asignación de puntaje del PM. Darle un premio. Sin embargo, en los mejores tiempos del SIRSD-S se llegó a 4.000 postulantes, y no hay capacidad institucional para capacitar a todos, por lo cual premiar la capacitación puede ser discriminatorio
14. Es importante que el productor conozca las prácticas y dé fé de la información que contiene el plan de manejo para controlar que los operadores no repitan los mismo PM entre productores o dupliquen muestras de suelo con bajos indicadores para tener mejor puntaje. Hoy, los productores tienen mayor acceso a la información y las nuevas generaciones están más preparadas
15. Es bueno darle más puntaje en la evaluación a prácticas más complejas, porque antes no se postulaban, porque si el pago es el mismo se tiende a hacer lo más fácil y no lo más complejo (terrazas, rotaciones, etc)
16. Es importante la educación y capacitación de los productores más que la divulgación, demanda hay para participar en el programa, pero falta que conozcan nuevas prácticas. Hay regiones con esfuerzos en transferencia y capacitación para operadores con nuevas prácticas y prepararlos para los futuros concursos.
17. Es importante que dentro de los puntajes se mantenga las variables productivas
18. En principio en el SIGESS el productor no partiría de cero sobre la misma superficie, pero es algo que se está discutiendo. El productor que viene con historial debería tener más puntaje

Sala 2

1. Sería bueno hacer un ajuste con más detalle a las prácticas y productos que se permiten, por ejemplo, ampliar las opciones de bioinsumos, tiene que quedar autorizados para que puedan utilizarse y rendirse
2. Falta incluir en la evaluación (puntaje) la variación en los parámetros, ya que no solo importa la condición inicial. Un operador podría poner alguna practica para obtener puntaje, pero si un efecto real de la práctica. Y también puede darse un riesgo asociado a la aplicación excesiva
3. Para el puntaje solo se considera degradación por erosión (CIREN) y debería también considerarse otros aspectos como degradación química o física
4. Es riesgo dejar que los operadores hagan la evaluación, debería haber una evaluación general con indicadores iniciales para poder medir los cambios
5. Se plantean que los indicadores físicos y biológicos como variables de evaluación pueden no ser útiles, porque no se sabe si existen las capacidades de laboratorio para medirlos. Se explica que el nuevo programa justamente quiere incorporar nuevos indicadores, mediciones y capacidad de laboratorio. Se realizó un estudio que hizo todo el levantamiento de indicadores y capacidad de laboratorio para los

aspectos químicos, físicos y biológicos del suelo, Justamente la idea es que SIGESS avance en eso

6. Se sugiere subir el puntaje de otras variables a un rango de 10 a 500, porque de esa forma se da un espacio real a que las regiones (CTR) pueda entregar más puntaje a variables que son importantes para la región
7. El vínculo entre el operador y agricultor es clave en el éxito del PM, y el operador debería estar presente no solo en la postulación, sino también en la ejecución y cierre del PM
8. Se debería potenciar los PM de largo plazo, para alcanzar un ordenamiento predial y fortalecer el vínculo del operador y el agricultor
9. Se debe tener en consideración y evaluar el riesgo de aplicación de ciertos productos al suelo
10. Se plantea la importante de hacer un seguimiento, pero no es fácil de implementar, hay destinar recursos, en algunas regiones pueden ser miles de PM y sería necesario contratar personal adicional. La opción es utilizar los recursos para bonificar más productores y en lugar de gastarlo en seguimiento. La ley exige hacer revisión a un 10% de los productores bonificados.
11. En la región de Ñuble llevan varios años incentivando las prácticas de conservación, y se financian por 3 años. Es necesario, porque para el productor le es difícil partir solo, pero una vez que parte ya puede mantenerlo
12. Los sistemas silvopastorales también los han incentivado, para han tenido bajas postulaciones
13. Se destaca que el seguimiento es importante, y cuando el productor es parte de grupos asistidos técnicamente o participan en grupos de transferencia tienen más éxito. El operador que participa en estos grupos está más informado y preparado
14. Indap, usuario de ventanilla es el más difícil de llegar con los planes de manejo, aun cuando se publica en el diario y otros medios digitales, siempre el productor que está asesorado o es parte de un programa existente de Indap, tiene más información, acceso y presenta más PM. Es difícil llegar a todos
15. Está bien la Segmentación, se está usando hoy, y es una buena alternativa de priorización
16. Debería potenciarse el seguimiento y evaluación del programa. Hay información sistematizada, pero no se gestiona y no se permiten comparar postulaciones y resultados. Se requieren recursos adicionales y se prefiere dirigir los recursos a la bonificación y no a la gestión de información

17. Falta considerar en la priorización los predios que se bonifican varias veces, incluso debería agregarse en el nuevo programa un control para los productores que se bonifican muchas veces.
18. Sin embargo, de acuerdo con la ley el beneficiado es el predio, y, por ende, el productor puede postular varias veces y ser bonificado varias veces sin problema, ya que lo que se registra es el predio. Y si lo que se requiere es recuperar los suelos, no debería ser problema que el productor se repita si el predio no.

En base a los comentarios planteados en el taller se realizaron algunos ajustes, el primero fue acotar la definición de la clase de prácticas de praderas, y se renombraron como praderas perennes. Se consideró que estas prácticas serán utilizadas en la producción de animales, por lo cual se ajustó también su valoración de impacto en el atributo productividad aumentando su valoración a 2, mientras que se redujo el atributo en efecto GEI, ya que los sistemas de producción animal emiten GEI. Estos cambios implicaron que la clase de prácticas praderas perennes dentro del grupo de prácticas 1 que es el que recibe más puntaje.

En relación con agregar dentro del puntaje otras condiciones del suelo, como degradación química o física, y no solo erosión (física) , se considera que aún no se cuenta con información e indicadores suficientes para poder hacerlo, pero en la medida que haya información disponible a nivel regional, podría dejarse abierta esa posibilidad.

7 COMENTARIOS FINALES

Los objetivos planteados por SIGESS son desafiantes, ya que por una parte se debe mantener la capacidad productiva del suelo para que siga cumpliendo su función dentro de los sistemas alimentarios, y por otra se debe mejorar y conservar sus características físicas, químicas y biológicas para mantener sus funciones y servicios ecosistémicos. Esto obliga a que los cambios que proponga el SIGESS deberán ser graduales, y acompañados de un fuerte componente de capacitación y difusión.

La revisión de políticas y programas internacionales enfocados en la conservación y recuperación de suelos nos muestra que las distintas iniciativas son planteadas e implementada a partir de diagnósticos de evaluación de impacto ambiental y degradación de suelos, y a partir de desarrollo de indicadores para evaluación de diversos sistemas de manejo. Los subsidios u obligaciones son amplios para todo tipo de agricultor, entendiendo que el objetivo de conservación de suelo ocurre en el escalamiento de un conjunto de prácticas, y de tipo de productor.

El nuevo programa SIGESS incorpora elementos de impacto en los diferentes atributos físicos, químicos y biológicos del suelo, con una mirada de sostenibilidad ambiental, pero tiene el desafío de focalización en los pequeños y medianos agricultores y el apoyo a su productividad. En algunos casos, las prácticas de gestión de suelo comúnmente utilizadas se contraponen en el cumplimiento de los objetivos de productividad y ambientales, por lo cual las herramientas de focalización y gradualidad son fundamentales para hacer lo más compatible posible ambos propósitos.

Se han planteado cuatro criterios de priorización, uno de ellos corresponde a la matriz de impacto. A partir de ella se realizó un ejercicio de prelación, en el cual se dio una valoración a los impactos de las diferentes clases de prácticas sobre los atributos del suelo, según la evidencia disponible a nivel global o local, y luego se dieron diferentes ponderaciones a cada uno de ellos, obteniendo como resultado un ranking de prácticas a ser priorizadas. La ponderación de los atributos se puede variar en el tiempo, dando preferencia así a las prácticas de acuerdo con sus impactos y al nivel de información que se vaya acumulando, o también a nueva evidencia científica que se desarrolle.

Es importante que los agricultores, los operadores y los encargados del programa conozcan y se capaciten en nuevas prácticas de gestión sostenible de los suelos, de forma de hacer efectiva la incorporación de ellas en la ejecución de programa. Al mismo tiempo, se debe entender y reconocer las diferentes clases de prácticas, así por ejemplo, en el caso de agroforestería y producción orgánica se debe reconocer que son otras formas de producción con un enfoque sistémico y que no deben compararse ni competir directamente con prácticas individuales, y que no serán factibles en todos los casos. Si bien es importante fomentarlas, se debe tener presente que en el corto y mediano su desarrollo puede ser más acotado.

También es importante hacerse cargo de las prácticas utilizadas por los usuarios de SIRSD-S y que no se aplican directo en el suelo, pero responden a una necesidad de manejo del predio por parte del productor, en ese caso se propone un criterio de complementariedad o

compensación, es decir, para que esa práctica tenga un impacto beneficioso para el suelo debe ser complementada con otra que le permite alcanzar ese objetivo.

Otro criterio de focalización es minimizar los potenciales impactos negativos, esto es muy relevante, ya que hay prácticas que tienen impactos negativos en algunos atributos y positivos en otros, y por ende, no deben eliminarse, sino implementarlas cuidando que los efectos negativos que puedan generar en el suelo sean los menores posibles. En este caso, es relevante la información local, que permita identificar los riesgos y beneficios de su implementación.

Los mecanismos habilitantes que se identificaron y que forman parte del esquema de priorización, son un pilar importante para el buen desarrollo del programa. Si bien las reducciones presupuestarias de los últimos años han obligado a eliminar ciertas actividades de seguimiento, capacitación y gestión de información, es importante que el programa SIGESS siempre mantenga recursos presupuestarios destinados a la evaluación, seguimiento gestión de información y capacitación, ya ellas permiten mejorar la ejecución y eficiencia del programa, y lo con ello alcanzar una mejor cobertura en la cantidad de beneficiario. De esta forma se aumenta el número de beneficiarios atendidos, pero no porque se deje de hacer cosas, sino porque se hacen en forma más eficiente.

La propuesta de instrumentos de priorización y medios de implementación hace suyas muchas de las fórmulas utilizadas actualmente, como son el manejo del puntaje de evaluación y la segmentación, pero incorporando nuevos elementos y criterios que ayudarán a transitar hacia un aumento en el uso de prácticas de gestión sostenible de los suelos.

8 REFERENCIAS

- Abad, J., Mendoza, I., Marín, D., Orcaray, L., & Santesteban, L. (2021). Cover crops in viticulture. A systematic review (1): Implications on soil characteristics and biodiversity in vineyard. *OENO One*, 55, 295-312. <https://doi.org/10.20870/OENO-ONE.2021.55.1.3599>.
- Beillouin, D., Ben-Ari, T., & Makowski, D. (2019). Evidence map of crop diversification strategies at the global scale. *Environmental Research Letters*, 14. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4449>.
- Beillouin, D., Ben-Ari, T., Malézieux, É., Seufert, V., & Makowski, D. (2021). Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. *Global Change Biology*, 27, 4697 - 4710. <https://doi.org/10.1111/gcb.15747>.
- Beltagi, H., Basit, A., Mohamed, H., Ali, I., Ullah, S., Kamel, E., Shalaby, T., Ramadan, K., Alkhateeb, A., & Ghazzawy, H. (2022). Mulching as a Sustainable Water and Soil Saving Practice in Agriculture: A Review. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081881>.
- Bengtsson, J., Ahnström, J., & Weibull, A. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42, 261-269. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2664.2005.01005.X>.
- Bonanomi, G., Filippis, F., Zotti, M., Idbella, M., Cesarano, G., Al-Rowaily, S., & Abd-ElGawad, A. (2020). Repeated applications of organic amendments promote beneficial microbiota, improve soil fertility and increase crop yield. *Applied Soil Ecology*, 156, 103714. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103714>.
- Bowles, T., Bowles, T., Mooshammer, M., Schmer, M., Strock, J., Grandy, A., Socolar, Y., Calderón, F., Cavigelli, M., Culman, S., Deen, W., Drury, C., Garcia, A., Gaudin, A., Harkcom, W., Lehman, R., Osborne, S., Robertson, G., Salerno, J., & Grandy, S. (2020). Long-Term Evidence Shows that Crop-Rotation Diversification Increases Agricultural Resilience to Adverse Growing Conditions in North America. *One Earth*. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.007>.
- Comisión Europea (2024). Regímenes ecológicos. Recuperado de https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/income-support/eco-schemes_es
- Degrune, F., Theodorakopoulos, N., Colinet, G., Hiel, M., Bodson, B., Taminiau, B., Daube, G., Vandenbol, M., & Hartmann, M. (2017). Dinámica Temporal de las Comunidades Microbianas del Suelo Bajo el Semillero Bajo Dos Regímenes Contrastantes de Labranza. *Fronteras de la Microbiología*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01127>.
- Diacono, M., & Montemurro, F. (2010). Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30, 401-422. <https://doi.org/10.1051/agro/2009040>.
- Doan, T., Sisouvanh, P., Sengkhrua, T., Sritumboon, S., Rumpel, C., Jouquet, P., & Bottinelli, N. (2021). Site-Specific Effects of Organic Amendments on Parameters of Tropical Agricultural Soil and Yield: A Field Experiment in Three Countries in Southeast Asia. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11020348>.

- Dollinger, J., Dagès, C., Samouëlian, A., Coulouma, G., Lanoix, M., Blanca, Y., & Voltz, M. (2018). Contrasting soil property patterns between ditch bed and neighbouring field profiles evidence the need of specific approaches when assessing water and pesticide fate in farmed landscapes. *Geoderma*, 309, 50-59. <https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2017.09.006>.
- Dollinger, J., & Jose, S. (2018). Agroforestry for soil health. *Agroforestry Systems*, 92, 213-219. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0223-9>.
- Fahad, S., Chavan, S., Chichaghare, A., Uthappa, A., Kumar, M., Kakade, V., Pradhan, A., Jinger, D., Rawale, G., Yadav, D., Kumar, P., Farooq, T., Ali, B., Sawant, A., Saud, S., Chen, S., & Poczai, P. (2022). Agroforestry Systems for Soil Health Improvement and Maintenance. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su142214877>.
- Farahani, E., Emami, H., & Forouhar, M. (2022). Efectos de los sistemas de labranza sobre el carbono orgánico del suelo y algunas propiedades físicas del suelo. *Degradación y Desarrollo de la Tierra*, 33, 1307 - 1320. <https://doi.org/10.1002/ldr.4221>.
- Garland, G., Edlinger, A., Banerjee, S., Degrunne, F., García-Palacios, P., Pescador, D., Herzog, C., Romdhane, S., Saghai, A., Spor, A., Wagg, C., Hallin, S., Maestre, F., Philippot, L., Rillig, M., & Heijden, M. (2021). Crop cover is more important than rotational diversity for soil multifunctionality and cereal yields in European cropping systems. *Nature Food*, 2, 28 - 37. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00210-8>.
- Gaudin, A., Tolhurst, T., Ker, A., Janovicek, K., Tortora, C., Martin, R., & Deen, W. (2015). Increasing Crop Diversity Mitigates Weather Variations and Improves Yield Stability. *PLoS ONE*, 10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113261>.
- Gessesse, G. (2014). Assessment of Soil Erosion in the Blue Nile Basin. , 193-218. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02720-3_11.
- Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. (2011). Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30, 124 - 95. <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554355>.
- Haddaway, N., Brown, C., Eales, J., Eggers, S., Josefsson, J., Kronvang, B., Randall, N., & Uusi-Kämpä, J. (2018). The multifunctional roles of vegetated strips around and within agricultural fields. *Environmental Evidence*. <https://doi.org/10.1186/s13750-018-0126-2>.
- Han, P., Zhang, W., Wang, G., Sun, W., & Huang, Y. (2016). Changes in soil organic carbon in croplands subjected to fertilizer management: a global meta-analysis. *Scientific Reports*, 6. <https://doi.org/10.1038/srep27199>.
- Holden, J., Grayson, R., Berdeni, D., Bird, S., Chapman, P., Edmondson, J., Firbank, L., Helgason, T., Hodson, M., Hunt, S., Jones, D., Lappage, M., Marshall-Harries, E., Nelson, M., Prendergast-Miller, M., Shaw, H., Wade, R., & Leake, J. (2019). The role of hedgerows in soil functioning within agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2018.11.027>.
- Huang, Z., Xu, Z., & Chen, C. (2008). Effect of mulching on labile soil organic matter pools, microbial community functional diversity and nitrogen transformations in two hardwood

- plantations of subtropical Australia. *Applied Soil Ecology*, 40, 229-239.
<https://doi.org/10.1016/J.APSOIL.2008.04.009>.
- IPCC, 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J.J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S.K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E.F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan, Eds.).
<https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Kahlon, M. (2019). COMBINED EFFECT OF TILLAGE AND SOWING METHODS ON RICE-WHEAT PRODUCTIVITY. *Applied Ecology and Environmental Research*.
https://doi.org/10.15666/aeer/1706_1368513699.
- Li, Y., Zhang, Q., Cai, Y., Yang, Q., & Chang, S. (2020). Minimum tillage and residue retention increase soil microbial population size and diversity: Implications for conservation tillage.. *The Science of the total environment*, 716, 137164 .
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137164>.
- Liu, C., Li, W., Xu, J., Wei, W., Xue, P., & Yan, H. (2021). Response of soil nutrients and stoichiometry to grazing management in alpine grassland on the Qinghai-Tibet Plateau. *Soil and Tillage Research*. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104822>.
- Liu, Z., Wang, N., Lü, J., Wang, L., Li, G., & Ning, T. (2022). Climate-Smart Tillage Practices with Straw Return to Sustain Crop Productivity. *Agronomy*.
<https://doi.org/10.3390/agronomy12102452>.
- Mahmud, K., Makaju, S., Ibrahim, R., & Missaoui, A. (2020). Current Progress in Nitrogen Fixing Plants and Microbiome Research. *Plants*, 9. <https://doi.org/10.3390/plants9010097>.
- Maiga, A., Alhameid, A., Singh, S., Polat, A., Singh, J., Kumar, S., & Osborne, S. (2019). Responses of soil organic carbon, aggregate stability, carbon and nitrogen fractions to 15 and 24 years of no-till diversified crop rotations. *Soil Research*.
<https://doi.org/10.1071/SR18068>.
- Meena, R., Kumar, S., Datta, R., Lal, R., Vijayakumar, V., Brtnický, M., Sharma, M., Yadav, G., Jhariya, M., Jangir, C., Pathan, S., Dokulilová, T., Pecina, V., & Marfo, T. (2020). Impact of Agrochemicals on Soil Microbiota and Management: A Review. *Land*.
<https://doi.org/10.3390/land9020034>.
- Meena, S., Sharma, S., Singh, P., Ram, A., Meena, B., Jain, D., Singh, D., Debnath, S., Yadav, S., Dhakad, U., Verma, P., Meena, J., & Nandan, S. (2023). Tillage-based nutrient management practices for sustaining productivity and soil health in the soybean-wheat cropping system in Vertisols of the Indian semi-arid tropics. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1234344>.
- Muchane, M., Sileshi, G., Gripenberg, S., Jonsson, M., Pumariño, L., & Barrios, E. (2020). Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 295, 106899.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106899>.

- Naciones Unidas, 2015. Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Natural Resources Conservation Service (s.f.) Conservation practice standard. United States Department of Agriculture.
- Napoli, M., Altobelli, F., & Orlandini, S. (2020). Effect of land set up systems on soil losses. *Italian Journal of Agronomy*. <https://doi.org/10.4081/ija.2020.1768>.
- Peoples, M., Brockwell, J., Herridge, D., Rochester, I., Alves, B., Urquiaga, S., Boddey, R., Dakora, F., Bhattarai, S., Maskey, S., Sampet, C., Rerkasem, B., Khan, D., Hauggaard-Nielsen, H., & Jensen, E. (2009). The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis*, 48, 1-17. <https://doi.org/10.1007/BF03179980>.
- Rivest, D., Lorente, M., Olivier, A., & Messier, C. (2013). Soil biochemical properties and microbial resilience in agroforestry systems: effects on wheat growth under controlled drought and flooding conditions. *The Science of the total environment*, 463-464, 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.05.071>.
- Rivière, C., Béthinger, A., & Bergez, J. (2022). The Effects of Cover Crops on Multiple Environmental Sustainability Indicators—A Review. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092011>.
- Rodriguez, C., Carlsson, G., Englund, J., Flöhr, A., Pelzer, E., Jeuffroy, M., Makowski, D., & Jensen, E. (2020). Grain legume-cereal intercropping enhances the use of soil-derived and biologically fixed nitrogen in temperate agroecosystems. A meta-analysis. *European Journal of Agronomy*, 118, 126077. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126077>.
- Rui, Y., Jackson, R., Cotrufo, M., Sanford, G., Spiesman, B., Deiss, L., Culman, S., Liang, C., & Ruark, M. (2022). Persistent soil carbon enhanced in Mollisols by well-managed grasslands but not annual grain or dairy forage cropping systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2118931119>.
- Russell, J., & Bisinger, J. (2015). FORAGES AND PASTURES SYMPOSIUM: Improving soil health and productivity on grasslands using managed grazing of livestock. *Journal of animal science*, 93 6, 2626-40. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8787>.
- Sapkota, T., Mazzoncini, M., Bàrberi, P., Antichi, D., & Silvestri, N. (2012). Quince años de labranza cero aumentan la materia orgánica del suelo, la biomasa microbiana y la diversidad de artrópodos en los sistemas de cultivos herbáceos basados en cultivos de cobertura. *Agronomía para el Desarrollo Sostenible*, 32, 853 - 863. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0079-0>.
- Schlüter, S., Großmann, C., Diel, J., Wu, G., Tischler, S., Deubel, A., & Rücknagel, J. (2018). Efectos a largo plazo de la labranza convencional y reducida sobre la estructura del suelo, la ecología del suelo y las propiedades hidráulicas del suelo. *Geoderma*. <https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2018.07.001>.

- Shackelford, G., Kelsey, R., & Dicks, L. (2019). Effects of cover crops on multiple ecosystem services: Ten meta-analyses of data from arable farmland in California and the Mediterranean. *Land Use Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104204>.
- Shi, L., Feng, W., Xu, J., & Kuzyakov, Y. (2018). Agroforestry systems: Meta-analysis of soil carbon stocks, sequestration processes, and future potentials. *Land Degradation & Development*, 29, 3886 - 3897. <https://doi.org/10.1002/ldr.3136>.
- Skaalsveen, K., Ingram, J., & Clarke, L. (2019). The effect of no-till farming on the soil functions of water purification and retention in north-western Europe: A literature review. *Soil and Tillage Research*. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2019.01.004>.
- Stein-Bachinger, K., Gottwald, F., Haub, A. et al. To what extent does organic farming promote species richness and abundance in temperate climates? A review. *Org. Agr.* 11, 1–12 (2021). <https://doi.org/10.1007/s13165-020-00279-2>
- Streeter, M., & Schilling, K. (2019). Assessing and mitigating the effects of agricultural soil erosion on roadside ditches. *Journal of Soils and Sediments*, 20, 524-534. <https://doi.org/10.1007/s11368-019-02379-3>.
- Talaei, G., & Ahangar, A. (2014). Effects of tillage systems on soil biodiversity. *Scientific Journal of Review*, 3, 84-93. <https://doi.org/10.14196/SJR.V3I3.1170>.
- Țopa, D., Cara, I., & Jitäreanu, G. (2021). Long term impact of different tillage systems on carbon pools and stocks, soil bulk density, aggregation and nutrients: A field meta-analysis. *Catena*, 199, 105102. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.105102>.
- Tuck, S., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *The Journal of Applied Ecology*, 51, 746 - 755. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219>.
- United Nations Climate Change (2015). Unase a la iniciativa 4/1000 - Suelos para la seguridad alimentaria y el clima. News. Recuperado de <https://unfccc.int/es/news/unase-a-la-iniciativa-41000-suelos-para-la-seguridad-alimentaria-y-el-clima>
- Van Capelle, C., Schrader, S., & Brunotte, J. (2012). Cambios inducidos por la labranza en la diversidad funcional de la biota del suelo: una revisión con un enfoque en los datos alemanes. *Revista Europea de Biología del Suelo*, 50, 165-181. <https://doi.org/10.1016/J.EJSOBI.2012.02.005>.
- Vooren, L., Reubens, B., Ampoorter, E., Broekx, S., Pardon, P., Waes, C., & Verheyen, K. (2018). Monitoring the Impact of Hedgerows and Grass Strips on the Performance of Multiple Ecosystem Service Indicators. *Environmental Management*, 62, 241-259. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1043-4>.
- Weisberger, D., Nichols, V., & Liebman, M. (2019). Does diversifying crop rotations suppress weeds? A meta-analysis. *PLoS ONE*, 14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219847>.
- West, P. C., Gerber, J. S., Engstrom, P. M., Mueller, N. D., Brauman, K. A., Carlson, K. M., Cassidy, E. S., Johnston, M., MacDonald, G. K., Ray, D. K., & Siebert, S. (2014). Leverage

points for improving global food security and the environment. *Science*, 345(6194), 325–328. <https://doi.org/10.1126/science.1246067>

Yadav, S., Birla, D., Inwati, D., Yadav, M., Yadav, I., Makwana, S., , L., & Papnai, N. (2023). Impact of Agrochemicals on Soil Biota and Ways to Mitigate it: A Review. *International Journal of Environment and Climate Change*. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i51779>.

Zhang, H., Ghahramani, A., Ali, A., & Erbacher, A. (2023). Cover cropping impacts on soil water and carbon in dryland cropping system. *PLOS ONE*, 18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286748>.