



# Estudio: Diseño de indicadores de monitoreo, reporte y verificación (MRV) de medidas y acciones de mitigación de gases de efecto invernadero en el marco del plan sectorial de mitigación de agricultura



Oficina de Estudios y Políticas Agrarias

## **Estudio: Diseño de indicadores de monitoreo, reporte y verificación (MRV) de medidas y acciones de mitigación de gases de efecto invernadero en el marco del plan sectorial de mitigación de agricultura.**

Noviembre 2023

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**

Informaciones:

Teatinos #40, piso 7, Santiago Chile.

Casilla 13.320 – correo 21

Código postal 8340700

Teléfono: 800 630 990

[www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl) e-mail: [odepa@odepa.gob.cl](mailto:odepa@odepa.gob.cl)



**DISEÑO DE INDICADORES DE MONITOREO, REPORTE  
Y VERIFICACIÓN (MRV) DE MEDIDAS Y ACCIONES DE  
MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN  
EL MARCO DEL PLAN SECTORIAL DE MITIGACIÓN DE  
AGRICULTURA**

**Informe Final**

Santiago, 25 de noviembre de 2023

## Contenidos

<b>Siglas</b> .....	3
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	4
<b>1. Presentación</b> .....	5
<b>2. Sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación. Breve marco conceptual</b> .....	7
<b>3. Sistema Nacional de MRV de Políticas y Acciones de Mitigación</b> .....	11
<b>4. Propuesta del Sistema de MRV de Medidas de Mitigación para el seguimiento del PSM de Agricultura y UTCUTS</b> .....	14
<b>4.1. Objetivo del sistema de MRV de Medidas de Mitigación del PSM de Agricultura y UTCUTS</b> .....	14
<b>4.2. Características de los indicadores MRV propuestos</b> .....	15
<b>4.3. Propuesta del Sistema de MRV de Medidas de Mitigación para el seguimiento del PSM de Agricultura y UTCUTS</b> .....	20
<b>4.3.2. Indicadores de efectos sector Agricultura</b> .....	24
<b>4.3.3. Indicadores de efecto sector UTCUTS</b> .....	42
<b>4.3.4. Indicadores de progreso sector Agricultura</b> .....	53
<b>4.3.5. Indicadores de progreso sector UTCUTS</b> .....	64
<b>4.4. Gobernanza y arreglos institucionales para la implementación del sistema de MRV</b> ...	69
<b>4.5. Procesos y plazos del sistema de MRV</b> .....	76
<b>4.6. Recursos necesarios para el sistema MRV</b> .....	78
<b>4.6.1. Recursos para indicadores de efecto</b> .....	79
<b>4.6.2. Recursos para indicadores de progreso</b> .....	79
<b>5. Bibliografía Consultada</b> .....	82

## Siglas

APL:	Acuerdos de Producción Limpia
A – UTCUTS:	Sectores Agricultura y Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
CIREN:	Centro de Información de Recursos Naturales
CMNUCC:	Convención Marco de la Naciones Unidas para el Cambio Climático
CNR:	Comisión Nacional de Riego
CONAF:	Corporación Nacional Forestal
CTICC:	Comité Técnico Intraministerial de Cambio Climático
CTR-CC:	Comité Técnico Regional de Cambio Climático
ECLP:	Estrategia Climática de Largo Plazo
ENCCRV:	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales
FIA:	Fundación para la Innovación Agraria
FUCOA:	Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
INDAP:	Instituto de Desarrollo Agropecuario
INFOR:	Instituto Forestal
INIA:	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
IPCC:	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático ( <i>por su sigla en inglés</i> )
I+D+i:	Investigación, Desarrollo e Innovación
LMCC:	Ley Marco de Cambio Climático
MINAGRI:	Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile
MMA:	Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile
MRT:	Marco Reforzado de Transparencia
MRV:	Monitoreo Reporte y Verificación
NDC:	Contribución Determinada a Nivel Nacional ( <i>por su sigla en inglés</i> )
ODEPA	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
PSM:	Plan Sectorial de Mitigación
SAG:	Servicio Agrícola y Ganadero
SNP:	Sistema Nacional de Prospectiva
SNICHILE:	Sistema Nacional de Inventarios

## Resumen ejecutivo

La mitigación del Cambio Climático en el sector silvoagropecuario es un tema pendiente, del que corresponde hacerse cargo como sector y país en los próximos meses, de manera de avanzar hacia la meta de carbono neutralidad al año 2050. Una materia en la que sí ha habido avances en lo sectorial se refiere al tema de bosque nativo y recursos vegetacionales (asociado al uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura - UTCUTS).

Se encuentra en elaboración el Plan de Sectorial de Mitigación de Agricultura, el que deberá estar definido en los próximos meses. En apoyo a este PSM de Agricultura, se requiere elaborar el sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV), para Agricultura y UTCUTS. Al respecto, en el presente informe se propone un sistema de indicadores de Progreso y de Efectos, para las acciones y medidas ya enunciadas en diversos documentos, oficiales y de estudios técnicos, y algunas ya en curso, particularmente en el sector UTCUTS; y también se enuncian medidas posibles de incluir en el PSM en elaboración, de manera de ilustrar los indicadores posibles de levantar en el MRV una vez que está formulado el PSM de Agricultura.

El MRV propuesto contiene indicadores de Progreso (de Presupuesto y Actividades) para las Medidas de Mitigación propuestas y en elaboración; indicadores de Efecto (GEI, Intermedios, y No GEI) para las Acciones de Mitigación ya enunciadas en los textos oficiales y de estudios técnicos, y en esta última categoría incluye también indicadores de Intensidad de emisión, que se estima son relevantes para articular y armonizar la política de Mitigación del Cambio Climático con las políticas y estrategias de desarrollo agropecuario, como las agendas de las mesas sectoriales y la Estrategia de Soberanía para la Seguridad Alimentaria, entre otros instrumentos.

Finalmente, se propone preliminarmente una gobernanza para el sistema MRV, basada en la institucionalidad ya existente en el MINAGRI, y costo efectiva en cuanto a mayores recursos que podrían requerirse.

## **Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación de Medidas de Mitigación Sector Agricultura y Uso de la Tierra y Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura (A-UTCUTS)**

### **1. Presentación**

Chile ha enfrentado el cambio climático como una Política de Estado. El ser un país extremadamente vulnerable a sus efectos, entre otros factores, ha contribuido al entendimiento del problema, y por tanto es una materia que se ha trabajado de manera transversal en lo político, en lo social y en lo económico.

Si bien durante varios años el tema contaba con una institucionalidad un tanto difusa, con la creación del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático a fines de la década pasada, se ha conseguido una coordinación de las políticas y estrategias sectoriales, ya que todas requieren el seguimiento y finalmente aprobación por parte del ente colegiado.

Chile se ha propuesto un modelo de desarrollo para las próximas tres décadas que cuenta con amplio consenso: llegar a ser una economía carbono-neutral y resiliente al clima al año 2050. Así lo establece la NDC (Nationally Determined Contribution) que el país entregó a las Naciones Unidas en marzo de 2020 y la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) en diciembre de 2021.

La Ley de Cambio Climático (LMCC), y en paralelo la aprobación de la ECLP, dibujan la bajada legal ordenada de los planes sectoriales. El Ministerio de Agricultura (MINAGRI) cuenta con un Plan de Adaptación desde el año 2018, el cual se encuentra actualmente en proceso de actualización proyectando su implementación para los años 2024 al 2028. Sin embargo, la mitigación del Cambio Climático en el sector silvoagropecuario es un tema pendiente, del que corresponde hacerse cargo como sector y país en los próximos meses, de manera de avanzar hacia la meta de carbono neutralidad al año 2050. Una materia en la que sí ha habido avances en lo sectorial se refiere al tema de bosque nativo y recursos vegetacionales (asociado al uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura - UTCUTS), donde se han llevado a cabo importantes políticas, desde el Decreto 701 originado en los años 80, hasta los avances en la Ley de Bosque Nativo desde la década pasada, todo ordenado en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), liderada por CONAF y aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático en el año 2017, después de un amplio proceso participativo.

El presente estudio se enmarca en el proceso de la Política Nacional de Cambio Climático en Chile, y de cómo el país ha ido acomodando su estrategia tanto de Mitigación como de Adaptación. Este estudio, en particular, es complementario a un estudio que se desarrolla paralelamente<sup>1</sup>, y a otras iniciativas en curso, que propondrán las acciones, medidas y medios de implementación para la

---

<sup>1</sup> El estudio *Diagnóstico sectorial, acciones de reducción y medios de implementación del Plan Sectorial de Mitigación sector Agricultura*

Mitigación de las emisiones de GEI y que permitirán que el sector Agricultura avance en sus compromisos sectoriales para enfrentar exitosamente este fenómeno.

Este estudio, así como el presente informe, se construyó sobre propuestas preliminares de acciones y medidas de mitigación en el sector, algunas sólo delineadas a nivel de idea; y sobre acciones y medidas que ya están en curso, particularmente referentes al sector UTCUTS. Así, el sistema MRV propuesto deberá ser revisado a la luz de las medidas y acciones que en definitiva se incluyan en el Plan de Mitigación del Sector Agricultura, trabajo que concluirá en los próximos meses.

El informe fue elaborado por un equipo de Qualitas Agroconsultores, integrado por Aarón Cavieres, Marina Hermosilla, Hugo Martínez, Mina Namdar y Constanza Saa.



## 2. Sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación. Breve marco conceptual

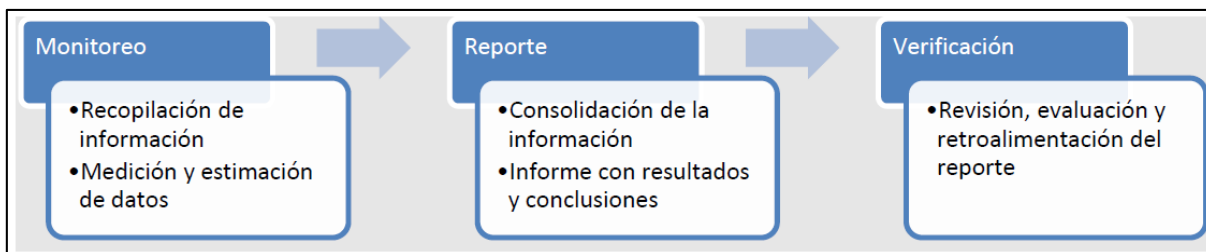
Los sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV), enmarcados en los acuerdos de transparencia que se desprenden de la CMNUCC, tienen como propósito contribuir a la transparencia y claridad en el reporte de las emisiones y absorciones de GEI, así como de los esfuerzos realizados para la gestión del cambio climático.

Estos sistemas incorporan procesos de monitoreo, reporte y verificación orientados a la evaluación y seguimiento del impacto de las políticas de cambio climático, además del seguimiento de las metas nacionales comprometidas. En esta línea, permiten establecer los roles y responsabilidades que tendrán los distintos actores involucrados en la implementación de las acciones, necesitando para su reconocimiento oficial, que todos los elementos, conexiones, funciones y propósitos estén debidamente documentados por medio de reglas o reglamentos y procedimientos reconocidos por los actores del sistema. En definitiva, los sistemas MRV son sistemas de procesos y de gestión de información, compuestos por: Indicadores, Actores, Responsabilidades, Procesos y Plazos (GreenLab Dictuc, 2023).

Las etapas de estos sistemas son (Figura n° 1):

- Monitoreo (M): se refiere al monitoreo o medición de datos e información sobre emisiones/absorciones, riesgo/exposición/sensibilidad/amenaza, de acciones de mitigación y adaptación, soporte y medios de implementación, u otra acción climática, con el objeto de calcular los indicadores previamente definidos (ECLP, 2021; WSP & PNUD, 2022).
- Reporte (R): compilación de la información monitoreada en formatos estandarizados para hacerla accesible a una variedad de usuarios y facilitar la divulgación pública de información (WRI, 2016 citado por WSP & PNUD, 2022). En el reporte se busca presentar un informe con la consolidación de los datos e información recopilada en la etapa de monitoreo de manera de realizar un seguimiento de los indicadores medidos, es decir, presentar la metodología de monitoreo, los supuestos realizados, resultados obtenidos y conclusiones (DICTUC, 2022).
- Verificación (V): someter periódicamente la información reportada a alguna forma de revisión o análisis o evaluación independiente para establecer su integridad y confiabilidad. La verificación ayuda a garantizar la precisión y el cumplimiento de los procedimientos establecidos y puede proporcionar una retroalimentación significativa para futuras mejoras (WRI, 2016 citado por WSP)

Figura n° 1. Etapas y actividades de los sistemas de MRV.



Fuente: GreenLab DICTUC, 2023.

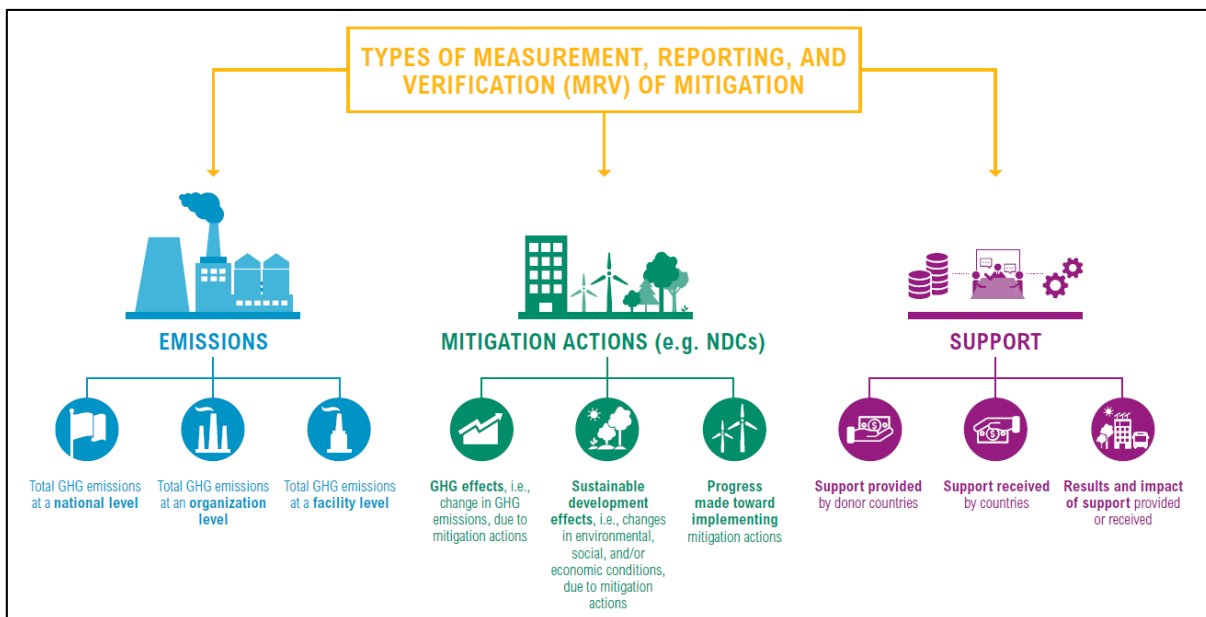
Se describen sistemas de MRV para el seguimiento de la adaptación y también para el de la mitigación. Los primeros, conocidos como sistemas de Monitoreo, Reporte, Verificación y Evaluación (MRV&E), están orientados al seguimiento de las medidas y acciones que buscan el fortalecimiento de la resiliencia de las personas y sus sistemas, a través del aumento de la capacidad de adaptación y la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático. En el caso de los segundos, tienen por objetivo la evaluación y seguimiento de la mitigación frente al cambio climático, y se pueden clasificar según momento del seguimiento en *ex – ante* (antes de la implementación) y en *ex – post* (después de la implementación).

Los sistemas de MRV de Mitigación están integrados por tres tipos (WRI, 2016 citado por WSP) (Figura n° 2):

- (i) Sistemas de MRV de Emisiones que se centran en monitorear las emisiones y capturas de GEI, en un periodo definido, ya sea a nivel nacional, a nivel de organizaciones o a nivel de instalaciones. Ejemplos de este tipo de sistemas lo constituye el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE) y el Sistema Nacional de Prospectiva (SNP);
- (ii) Sistemas de MRV de Políticas y Acciones de Mitigación o conocidos como MRV de Medidas de Mitigación, que hacen seguimiento a la reducción de emisiones de GEI y de los efectos de desarrollo sustentable asociados a una acción de mitigación, entendida esta última como intervenciones y compromisos (políticas, acciones y proyectos) adoptados por un gobierno u otra entidad para reducir las emisiones de GEI. Son los Sistemas de MRV de Políticas y Acciones de Mitigación los encargados de hacer seguimiento de los progresos y efectos de los Planes Sectoriales de Mitigación (PSM), foco de la presente consultoría, y que serán descritos con mayor detalle en la siguiente sección; y
- (iii) Sistemas de MRV de Apoyo que son aquellos encargados de hacer seguimiento a la entrega o recepción de apoyo climático y a los resultados alcanzados, particularmente, en las áreas de financiamiento climático, transferencia tecnológica y creación de capacidades.

Es importante señalar que, tanto los sistemas de MRV&E para la Adaptación como los sistemas de MRV de Mitigación, incluidos sus tres tipos, hacen parte de un sistema integrado y aportan, desde distintas perspectivas, al seguimiento de la gestión climática de los países (WRI, 2016 citado por WSP).

Figura n° 2. Tipos de sistemas de MRV de Mitigación.

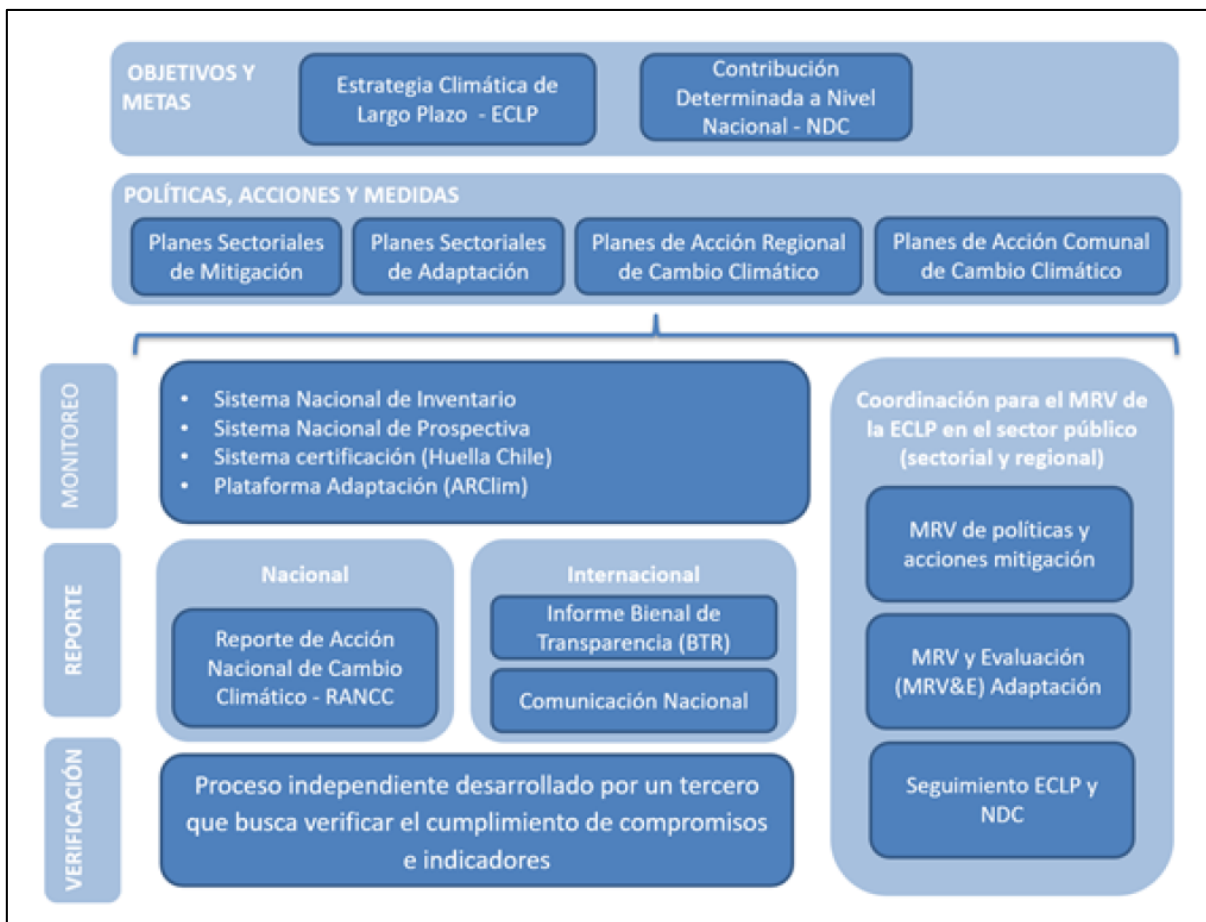


Fuente: WRI, 2016. Understanding Measurement, Reporting and Verification of Climate Change Mitigation.

Una visión integrada de lo expuesto la constituye el sistema MRV de la ECLP (Figura n° 3) a cargo del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). En efecto, esta estrategia, que constituye la hoja de ruta para el logro de los compromisos asumidos por Chile en su NDC y que establece metas y objetivos sectoriales en mitigación y adaptación, debe hacer seguimiento a los Planes Sectoriales de Mitigación (PSM), a los Planes Sectoriales de Adaptación (PSA), a los Planes de Acción Regional de Cambio Climático y a los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático. Para ello, debe coordinar e integrar el Sistema MRV de Políticas y Acciones de Mitigación, el Sistema MRV&E de la Adaptación, y los propios sistemas de seguimiento de la ECLP y NDC. Además, en su proceso de monitoreo, se nutre del Sistema Nacional de Inventario (SIN), del Sistema Nacional de Prospectiva (SNP), del Sistema de Certificación Huella Chile y de la Plataforma de Adaptación ARClím.

El monitoreo de la información señalada (PSA, PSM, SIN, SNP; Huella Chile y ARClím), permite el reporte, a nivel nacional, del Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático (RANCC) y, a nivel internacional, del Informe Bienal de Transparencia (IBT) y de la Comunicación Nacional (CN). Finalmente, en su proceso de verificación, estos reportes son sometidos a un proceso independiente desarrollado por un tercero que busca verificar el cumplimiento de los compromisos e indicadores predefinidos (ECLP, 2021).

Figura n° 3. Proceso de MRV de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP).



Fuente: Estrategia Climática de Largo Plazo, 2021. Ministerio del Medioambiente, Gobierno de Chile.

### 3. Sistema Nacional de MRV de Políticas y Acciones de Mitigación

Los sistemas de MRV de Políticas y Acciones de Mitigación (en adelante MRV de Medidas de Mitigación) deben incorporar los principios rectores de las “Modalidades, Procedimientos y Directrices para el marco de transparencia para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París” (CMNUCC, 2019), los criterios que establece la NDC para el diseño, implementación y seguimiento de los compromisos, y los principios que establece la Ley de Cambio Climático para la elaboración de políticas, planes, programas, normas, acciones y demás instrumentos que se dicten o ejecuten en el marco de la Ley.

Los principios rectores de las Modalidades, Procedimientos y Directrices para el marco de transparencia para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París son los siguientes:

*Transparencia:* la información debe ser clara, completa, precisa y fácilmente accesible.

*Precisión:* la información debe ser verificable, coherente y comparable.

*Consistencia:* la información debe ser presentada de manera uniforme y coherente.

*Comparabilidad:* la información debe ser presentada de manera que permita la comparación entre las Partes.

*Viabilidad:* la información debe ser factible de recopilar y presentar.

*Eficiencia:* la información debe ser presentada de manera que minimice la carga administrativa.

*Flexibilidad:* las Partes deben tener la flexibilidad necesaria para cumplir con los requisitos de transparencia.

Estos principios se basan en el reconocimiento del papel fundamental que desempeña la transparencia en la implementación del Acuerdo de París y en la necesidad de garantizar que las Partes tengan acceso a la información necesaria para tomar decisiones informadas sobre la mitigación y la adaptación al cambio climático<sup>2</sup>.

Por su parte, la NDC 2020 de Chile<sup>3</sup> establece los siguientes criterios para el diseño, implementación y seguimiento de los compromisos, con el objetivo de asegurar la inclusión del pilar social de transición justa y desarrollo sostenible:

*Sinergia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):* cada compromiso presentado deberá aportar al cumplimiento de uno o más de los ODS contenidos en la Agenda 2030, los que se harán explícitos en cada componente y contribución específica, identificando claramente a qué meta de los ODS contribuye.

*Transición justa:* particularmente enfocado en el proceso de descarbonización de la matriz de generación eléctrica, se deberán analizar las dificultades y necesidades de quienes son

---

<sup>2</sup> Naciones Unidas FCCC/PA/CMA/2021/L.21 13 de noviembre de 2021.

<sup>3</sup> Gobierno de Chile, Contribución Nacional para el Acuerdo de París, Actualización 2020.

especialmente vulnerables, reconociendo, respetando y promoviendo las obligaciones relativas a una transición justa hacia una economía baja en carbono y resiliente al clima.

*Seguridad hídrica:* los instrumentos y medidas que deriven de la implementación de esta NDC deberán favorecer el acceso al agua en un nivel de cantidad y calidad adecuada, determinada en función de las realidades propias de cada cuenca, para su sustento y aprovechamiento en el tiempo para la salud, subsistencia, desarrollo socioeconómico y la conservación de los ecosistemas.

*Equidad e igualdad de género:* el diseño y la implementación de esta NDC deberá considerar una justa asignación de cargas, costos y beneficios, con enfoque de género y especial énfasis en sectores, comunidades y ecosistemas vulnerables al cambio climático.

*Costo-eficiencia:* el diseño y la implementación de esta NDC, priorizará aquellas medidas que, siendo eficaces para la mitigación y adaptación al cambio climático, sean las que representen los menores costos económicos, ambientales y sociales, considerando en su análisis escenarios de corto, mediano y largo plazo.

*Soluciones basadas en la naturaleza (SbN):* los instrumentos y medidas que deriven de la implementación de esta NDC favorecerán la aplicación de SbN, entendidas como acciones que busquen proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados, que aborden los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bien estar humano y la biodiversidad.

*Consideración de tipos de conocimientos:* el diseño de instrumentos y medidas que deriven de la implementación de esta NDC se realizará sobre la base de la mejor evidencia científica disponible, y analizará los conocimientos tradicionales, de los pueblos indígenas y de los sistemas de conocimientos locales, cuando estén disponibles.

*Participación activa:* el diseño de instrumentos y medidas que deriven de la implementación de esta NDC, considerará el involucramiento activo de la ciudadanía, a través de los mecanismos de participación establecidos por cada órgano de la Administración del Estado, y en aquellos expresamente señalados por la ley N° 20.500. Adicionalmente, se establecerán mecanismos complementarios a aquellos establecidos por la ley, que permitan profundizar la participación de la ciudadanía.

Finalmente, la Ley Marco de Cambio Climático de Chile<sup>4</sup> establece que las políticas, planes, programas, normas, acciones y demás instrumentos que se dicten o ejecuten en el marco de la ley se regirán por los siguientes principios:

*Científico:* los instrumentos y las medidas de mitigación o adaptación para enfrentar los efectos adversos del cambio climático se adoptarán e implementarán sobre la base de la mejor información científica disponible.

*Costo-efectividad:* las medidas de mitigación o adaptación se adoptarán y aplicarán de manera que se maximice el beneficio neto global en relación con los costos.

---

<sup>4</sup> Ley 21455 Ley Marco de Cambio Climático, 2022.

*Enfoque ecosistémico:* se considerará el impacto de las medidas de mitigación o adaptación en los ecosistemas y la biodiversidad.

*Equidad y justicia climática:* se promoverá la equidad y la justicia climática en la adopción e implementación de medidas de mitigación o adaptación.

*No regresión:* las políticas, planes, programas, normas, acciones y demás instrumentos que se dicten o ejecuten no podrán disminuir el nivel de protección ambiental existente.

*Participación ciudadana:* se promoverá la participación ciudadana en la adopción e implementación de medidas de mitigación o adaptación.

*Precautorio:* se adoptarán medidas preventivas para evitar daños al medio ambiente y a la salud humana.

*Preventivo:* se adoptarán medidas para prevenir daños al medio ambiente y a la salud humana.

*Progresividad:* las políticas, planes, programas, normas, acciones y demás instrumentos que se dicten o ejecuten deberán ser progresivos en el tiempo.

*Territorialidad:* se considerará el impacto territorial de las medidas de mitigación o adaptación.

*Urgencia climática:* se considerará la urgencia climática en la adopción e implementación de medidas de mitigación o adaptación.

*Transparencia:* la información sobre las políticas, planes, programas, normas, acciones y demás instrumentos que se dicten o ejecuten será pública y accesible a toda persona interesada.

Estos principios buscan garantizar una gestión integral, participativa y transparente de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Así, las políticas y acciones que genere el Minagri, deben contemplar los principios y lineamientos establecidos en estos tres documentos, de manera que el MRV del PSM-A-UTCUTS pueda hacerse cargo de ellos.

#### **4. Propuesta del Sistema de MRV de Medidas de Mitigación para el seguimiento del PSM de Agricultura y UTCUTS**

Como se ha señalado anteriormente, el diseño de un Sistema de MRV de Medidas de Mitigación para el seguimiento de los PSM es un proceso estrechamente vinculado y derivado de la definición de las medidas y acciones que integrarán los PSM, por lo tanto, ambos deben ser construidos a la par. No obstante, existe una serie de definiciones genéricas de los sistemas de MRV en la cual es necesario avanzar con el objeto de dar estructura al sistema y permitir su correcto funcionamiento en post de alcanzar los objetivos y metas establecidos. Estas definiciones son: (a) Objetivo del sistema de MRV de Medidas de Mitigación; (b) Indicadores; (c) Actores y responsabilidades; (d) Procesos; y (e) Plazos, y es en estas definiciones en las que se centrará el presente capítulo del informe, en el entendido que las medidas y acciones del PSM de Agricultura y UTCUTS (A-UTCUTS), aún están en fase de diseño.

En el caso de las medidas de mitigación que ya han sido definidas en la ECLP, se avanza en una propuesta de indicadores que se desarrolla en el punto 6 de este informe.

##### **4.1. Objetivo del sistema de MRV de Medidas de Mitigación del PSM de Agricultura y UTCUTS**

El seguimiento de las políticas y acciones de mitigación sectoriales contenidas en el Plan Sectorial de Mitigación de Agricultura y del sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (PSM-A-UTCUTS) es clave para garantizar el cumplimiento de los compromisos del país. Por ello, el Sistema de MRV de Medidas de Mitigación del PSM-A-UTCUTS tiene como objetivo hacer seguimiento de las políticas, acciones y medidas que se plantean en el PSM-A-UTCUTS para la mitigación de los efectos del cambio climático, su reporte a los organismos competentes y su verificación, habilitando así alcanzar el presupuesto sectorial de emisiones asignado al Minagri.

El MRV del PSM-A-UTCUTS debe incorporar todas las medidas de mitigación que puedan ser contabilizadas y que tengan un impacto sobre las emisiones de GEI sectoriales; para lo cual es recomendable que todas las políticas, programas, etc. del MINAGRI estén vinculadas con el PSM-A-UTCUTS, de manera que este refleje de la forma más completa posible las medidas de mitigación que serán abordadas desde el Ministerio y así, mediante el seguimiento de su PSM-A-UTCUTS podrá reconocer de manera integrada toda su contribución sectorial a la mitigación.

Entre los objetivos del sistema de MRV del PSM-A-UTCUTS se considera<sup>5</sup>:

- Coordinar la participación de los actores relevantes en el seguimiento *ex post* de las medidas de mitigación contenidas en el PSM-A-UTCUTS, establecer los criterios y lineamientos para este seguimiento y velar por la efectividad de las medidas.
- Centralizar en el MINAGRI la información del progreso y efectividad de las medidas de mitigación contenidas en el PSM-A-UTCUTS. De esta manera, el MRV del PSM-A-UTCUTS

---

<sup>5</sup> WSP & PNUD, 2022. Definición de lineamientos del sistema nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de políticas y acciones de mitigación impulsadas por el sector público, 2022.



permitirá desarrollar una base de datos de las políticas y acciones de mitigación del sector agrícola y forestal, y sobre el cambio de uso de los suelos.

- Establecer los lineamientos para el seguimiento de los esfuerzos de mitigación del sector que se establecen en la ECLP, levantar la información necesaria para verificar el nivel de involucramiento de las distintas autoridades del MINAGRI vinculadas a cada medida<sup>6</sup>.
- Proveer información para la presentación de reportes ante la CMNUCC, en línea con los requerimientos establecidos en el Marco Reforzado de Transparencia y las Modalidades, Procedimientos y Directrices para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París” (CMNUCC, 2019).
- Proveer información para los procesos del Sistema Nacional de Prospectiva asociados a la actualización del el PSM-A-UTCUTS.
- Proveer información complementaria a la que entrega el SNICHILE, que permita explicar tendencias de emisiones de GEI.

Es decir, el MRV del PSM-A-UTCUTS es una herramienta de seguimiento de las medidas de mitigación del Plan, que contiene indicadores, una estructura de gobernanza con la definición de roles y responsabilidades para cada etapa del sistema: Monitoreo (M), Reporte (R), Verificación (V). A continuación, se presentan cada uno de estos componentes y se describen las principales acciones a desarrollar para su implementación.

#### **4.2. Características de los indicadores MRV propuestos**

La responsabilidad de identificar los indicadores que formarán parte del sistema MRV es de la autoridad sectorial, en este caso del MINAGRI.

Para desarrollar este paso, es importante conocer algunas clasificaciones básicas de los indicadores que ayudarán a conocer las posibilidades que ofrecen y chequearlas con las necesidades que hay que cubrir. Los indicadores de MRV pueden ser clasificados de diversas formas según sus características y todas ellas son relevantes a la hora de su identificación. A continuación, se presentan las diversas clasificaciones de indicadores y su grado de consideración en la definición de los indicadores para el sistema de MRV del PSM de A-UTCUTS.

##### **I. Indicadores de Progreso v/s Efecto**

---

<sup>6</sup> El sistema nacional de MRV de políticas y acciones de mitigación provee lineamientos para la contabilidad ex post de las reducciones de emisiones de políticas y acciones de mitigación. Esto implica que proveerá de uno de los datos necesarios para determinar los presupuestos sectoriales.

Una primera gran clasificación es la definida por el punto de medición en la cadena causal entre la medida concreta y el efecto deseado, encontrando indicadores de Progreso e indicadores de Efectos (DICTUC, 2021).

Los Indicadores de Progreso permiten hacer seguimiento al grado de avance en la implementación de una medida; estos indicadores se relacionan de manera directa con la medida evaluada. En esta categoría, se distinguen dos tipos: (a) los indicadores de recursos (input): destinados a hacer seguimiento del uso de recursos empleados en la implementación de una medida, tales como recursos financieros, humanos u otros recursos organizacionales; y (b) los indicadores de actividad: destinados a hacer seguimiento de las actividades administrativas involucradas en la implementación de una medida, tales como entrega de permisos, certificaciones, adquisiciones, entre otras.

Los indicadores de *recursos* tienden a ser un proxy de la voluntad de las autoridades, al traducirse esta en los presupuestos (de tiempo, trabajo u otros recursos) asignados con este fin. Los indicadores de *actividades* tienden a ser un proxy de la eficiencia y efectividad con que los equipos ejecutores del programa son capaces de llevar a cabo la voluntad de las autoridades.

Por su parte, los Indicadores de Efectos permiten medir el progreso de la medida en cuanto a alcanzar sus objetivos. En este caso, la relación entre la medida evaluada y los cambios en los indicadores de efecto no es una relación estrictamente directa, como ocurre en el caso de los indicadores de progreso. Esto sucede porque dependiendo de la medida que se evalúe, muchos otros factores podrían influenciar los cambios observados en los indicadores de efecto. En esta categoría se distinguen los indicadores de: (a) efectos intermedios: destinados a hacer seguimiento de cambios en conductas, tecnologías, procesos o prácticas que resulten de la implementación de una medida de mitigación; (b) indicadores de efectos en GEI: destinados a hacer el seguimiento a las variaciones de emisiones de GEI a consecuencia de la implementación de una medida de mitigación; y (c) indicadores de efectos no-GEI: destinados a seguir variaciones relevantes en temáticas sociales, económicas o ambientales diferentes a las emisiones GEI.

## II. Nivel de agregación de los indicadores

Referido al nivel en que se maneja la información. En un indicador agregado se cuenta con un único valor, mientras que un indicador desagregado puede considerar un mayor nivel de detalle por alguna dimensión, por ejemplo, territorio, tecnología, segmento productivo, otros. Las ventajas de un nivel más desagregado es que permite un análisis más detallado para aquellas dimensiones relevantes, sin embargo, su desventaja es que requieren mayores recursos en el proceso de levantamiento de información primaria.

## III. Relatividad de los indicadores

Se refiere a si se trata de un indicador absoluto o es un indicador relativo a algún valor de referencia. Las ventajas de un indicador relativo son que facilitan la comprensión de la magnitud de las medidas y permiten aislar otros efectos exógenos a las medidas, mientras que su desventaja es que se requiere mayor cantidad de información. Un indicador absoluto, por no contar con una base de comparación, es difícil de dimensionar, además de que su análisis es complejo en la medida que no incluye otros aspectos que podrían afectar sus niveles.

En este contexto, el punto de partida solicitado por ODEPA para la identificación y selección de los indicadores MRV del PSM son los siguientes: (i) considerar indicadores tanto para las medidas y acciones de mitigación, como para las medidas de los medios de implementación que se definan; (ii) definir al menos un indicador de progreso por medida de mitigación y uno por medio de implementación; y (iii) definir al menos un indicador de efecto o impacto por medida de mitigación.

Adicionalmente, se sugiere considerar indicadores relativos y absolutos, así como diversos niveles de agregación, con una visión crítica respecto de la calidad y confiabilidad de la información que se recogerá, a un costo-beneficio razonable. En el caso de una desagregación por territorio, en la medida que la información lo permita, se intentará desagregar a nivel regional, de manera de mostrar las diferencias de comportamiento en los territorios. Los territorios incorporan a la vez institucionalidad con distintos responsables de la ejecución, lo que hace más preciso el seguimiento de la ejecución de actividades y recursos.

En los indicadores de progreso, en los que el logro de etapas es la clave para medir el avance, no es posible observar avances y retrocesos en su dirección y sentido, como es el caso de las metas que tienen un carácter cuantitativo. En estos casos habrá que observar proporciones de avance, las que también pueden reflejarse de manera numérica, pero no harán referencia a una meta.

Finalmente, para dimensionar el esfuerzo requerido para el levantamiento de la información, los indicadores propuestos se clasificarán según nivel de dificultad, siendo *baja* para aquellos indicadores que los servicios ya reportan para otras actividades; *media* para aquellos indicadores que requieren ser construidos para poder reportarlos (revisión de información, construcción de bases de datos, consultas a regiones, entre otros); y *alta*, para aquellos indicadores que implican componer el valor mediante la consulta y consolidación de información proveniente de diversos servicios. También se han clasificado como indicadores de dificultad *alta* aquellos que requieren un compromiso explícito de los participantes, en términos de diseñar e implementar acciones específicas que contribuyan al logro de las Metas perseguidas por el PSM.

La responsabilidad de la selección de los indicadores que integrarán el sistema MRV es de la autoridad sectorial respectiva y será el MMA el encargado de evaluarlos y aprobarlos para su puesta en implementación; también, de ser necesario, el MMA podrán apoyar desde la mirada experta.

La Guía para la elaboración de los PSM (DICTUC, 2022), propone una metodología de selección de indicadores, tanto de progreso como de efectos, en base a criterios objetivos, que ha sido adoptada y complementada con otros criterios apropiados para el sector de A-UTCUTS. A continuación, se presentan estos criterios.

a. Objetivos asociados al indicador y usos previstos de los resultados

Los sistemas de MRV en general y sus indicadores, en particular, tienen al menos tres objetivos a considerar. El primero de ellos y más evidente es el de hacer seguimiento y evaluar la/s medida/s para la/s cual/es han sido incluidos; sin embargo, existen tres objetivos adicionales que deben también tenerse en cuenta y que dicen relación con, primero, apoyar la actualización de los PSM una vez que el periodo de implementación ha terminado, vale decir, los indicadores deberán entregar información sobre la utilidad y avance de cada una de las medidas contenidas en el PSM

que precede la actualización, para considerar la re-inclusión o no, de una medida que ya ha sido incorporada en el pasado; con esto se busca contribuir a la mejora continua de los PSM. El segundo objetivo deseable dice relación con la contribución que hace el indicador en el seguimiento y evaluación de las metas sectoriales y de los esfuerzos de mitigación indicativos definidos en la ECLP, y tercero, con el aporte que hace al sistema nacional de MRV de mitigación y a la necesidad de información requerida para reportar los avances y logro de los compromisos asumidos a nivel nacional (Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático – RANCC) y a nivel internacional en la NDC (Comunicación Nacional - CN e Informe Bienal de Transparencia - IBT).

En esta línea, aquellos indicadores que contribuyan en mayor medida al logro de estos cuatro objetivos, debieran ser seleccionados para su inclusión en el sistema MRV del PSM.

b. Importancia relativa de la medida que se evalúa

Al seleccionar los indicadores, se debe focalizar los esfuerzos institucionales en medidas relevantes para el cumplimiento del presupuesto sectorial indicativo de la ECLP y, por lo tanto, de la NDC. Esto porque toda política pública requiere esfuerzos en recursos y en tiempo, y el mandato es hacer un uso eficiente de estos recursos escasos frente a la necesidad de reducir emisiones o aumentar la captura de GEI.

En este contexto y como se presentó en el primer informe de la presente consultoría, las emisiones por componente del sector Agropecuario y UTCUTS, en los inventarios nacionales entre los años 2000 y 2020, muestran con claridad seis categorías relevantes: suelos agrícolas, fermentación entérica y gestión de estiércol, estas tres con emisiones anuales superiores a los 1.000 kt CO<sub>2</sub> eq., y en el caso del sector UTCUTS, la pérdida de biomasa por cosecha, por elaboración y venta de leña y por incendios, esta última con un fuerte impacto en las emisiones sectoriales, ya que ha llegado a 70.000 kt CO<sub>2</sub> eq, cifra seis veces mayor que el total de emisiones de GEI del sector agropecuario. Así mismo, medidas y acciones asociadas a la captura de GEI también son de suma relevancia en esta materia, identificando aquellas relacionadas, especialmente, con el bosque nativo y su manejo (Inventario Nacional GEI, 2020).

Por lo tanto, la selección de indicadores del sistema MRV debiera tener en consideración la relevancia de las medidas y acciones asociadas a estos seis principales componentes emisores y el componente de captura. Lo anterior, considerando la factibilidad de que la medida sea exitosa en su reducción de emisiones o en el aumento de su captura, lo que involucra la probabilidad de que la medida sea adoptada y cuantas toneladas de CO<sub>2</sub> eq. se dejarían de emitir.

c. Disponibilidad y calidad de la información

Para que un indicador sea certero en sus resultados, se debe contar con información fiable, completa y con una frecuencia adecuada para el seguimiento, lo cual constituye la principal limitación a la hora de diseñar los sistemas de MRV.

En términos generales, se debe privilegiar la selección de indicadores en que la información está disponible o es sencilla de levantar, es de calidad y se actualiza con una frecuencia suficiente, permitiendo obtener indicadores fidedignos, relevantes y oportunos. En el caso de no existir una o más de estas condiciones, es necesario evaluar, caso a caso y bajo el criterio de costo - efectividad, cuáles indicadores y su relevancia en términos de la información que proveen (criterio b) requerirán

destinar mayores recursos para su medición. Sólo para casos específicos en que el indicador tenga una relevancia especial se justificaría el levantamiento de nuevos datos más complejos de obtener (DICTUC, 2022).

Como se señaló en el primer informe, la frecuencia de levantamiento de información para el cálculo de indicadores del MRV del PSM de Agricultura y UTCUT, se sugiere sea de un año (preferiblemente el año agrícola: junio – mayo). Esta frecuencia anual permitiría contar con información útil proveniente de encuestas y otros instrumentos de levantamiento utilizados por ODEPA y otros servicios, anuales y bienales (encuesta de cultivos, existencias animales, cifras lácteas, estadísticas forestales) que si bien, hoy podrían no incorporar la información requerida, abre posibilidades para incluirla en futuros ciclos de análisis.

#### d. Capacidad, recursos y tiempo disponible para su evaluación

Una segunda limitación para la operación de los sistemas de MRV la constituye la disponibilidad institucional de capacidades técnicas, recursos (humanos y económicos) y tiempo. Considerando que en el sector público los recursos son escasos y deben ser utilizados de manera costo-eficiente, es clave tener en cuenta este criterio en la selección de indicadores.

No obstante, es esperable que las instituciones responsables de gestionar sistemas de MRV, como es el caso del MINAGRI y su PSM, creen/fortalezcan su gobernanza, desarrollen sus capacidades y movilicen recursos para el manejo de estos sistemas, utilizando para ello todos los mecanismos disponibles, específicamente aquellos que, presumiblemente, surgirán de las medidas asociadas a los Medios de Implementación.

Por lo tanto, es perfectamente factible que el proceso de diseño y puesta en marcha del sistema de MRV, vaya acompañado con el fortalecimiento de capacidades y recursos, y si en esta línea además existe enriquecimiento de información disponible, metodologías de cálculo, etc. esto permitirá también una mejora continua en la operación de los sistemas, pudiendo incluso considerarse la inclusión de indicadores más idóneos y ambiciosos (DICTUC, 2022).

Finalmente, se requiere la definición de metodología de cálculo para cada uno de los indicadores. La responsabilidad en la definición de esta metodología y su posterior medición, recae en la autoridad sectorial. Al igual que en el caso anterior, el MMA juega un papel importante contribuyendo en la definición de la metodología. En esta etapa, también se requiere la participación de los actores sectoriales (tanto públicas como privadas y otras) y autoridades regionales para la provisión de elementos metodológicos, información relevante, etc.

El diseño de la metodología de cálculo para cada uno de los indicadores seleccionados, requiere la definición de cuatro aspectos claves: (i) la unidad de medición (número, porcentaje, superficie, etc.); (ii) la metodología de medición; (iii) datos requeridos para la construcción del indicador; y (iv) la frecuencia de medición.

### **4.3. Propuesta del Sistema de MRV de Medidas de Mitigación para el seguimiento del PSM de Agricultura y UTCUTS**

Como se ha señalado en los informes anteriores, el diseño de un Sistema de MRV de Medidas de Mitigación para el seguimiento de los PSM es un proceso estrechamente vinculado y derivado de la definición de las medidas y acciones que integrarán los PSM, por lo tanto, ambos deben ser construidos a la par. No obstante, existe una serie de definiciones genéricas de los sistemas de MRV en la cual es necesario avanzar con el objeto de dar estructura al sistema y permitir su correcto funcionamiento en post de alcanzar los objetivos y metas establecidos. Estas definiciones son: (a) Objetivo del sistema de MRV de Medidas de Mitigación; (b) Tipos de Indicadores; (c) Actores y responsabilidades; (d) Procesos; (e) Plazos; y (f) Recursos requeridos (humanos y presupuestarios).

En el presente informe se desarrollan estas definiciones sobre acciones y medidas con distinto grado de certeza en su inclusión definitiva en el PSM de A-UTCUTS. Hay medidas que ya están en curso, para el caso del sector UTCUTS, otras que están ya enunciadas en la ECLP, y en un tercer nivel algunas a nivel de propuesta preliminar. Para el caso de Medidas de Mitigación, se trabajó sobre ideas preliminares definidas para las Acciones propuestas, definidas tentativamente por el equipo elaborador del presente informe, las que deberán ser modificadas a la luz de la versión definitiva del PSM A-UTCUTS.

En los distintos documentos analizados para la elaboración de la presente propuesta, la terminología de lo que se considera medidas y acciones de mitigación posee distintas interpretaciones. Sin intentar resolver el tema de manera definitiva, para el presente texto se considerará los siguientes significados, para el sector silvoagropecuario:

- Acciones de mitigación: acciones e inversiones realizadas por agentes de las cadenas silvoagropecuarias (agricultores, silvicultores, agroindustria, prestadores de servicios) que contribuyen a disminuir y/o capturar GEI.
- Medidas de mitigación: instrumentos y actividades elaboradas por la autoridad (en distintos niveles) destinadas a fomentar, permitir, aplicar y/o fiscalizar la ocurrencia de Acciones de mitigación. Se incluyen normativas, capacitación, extensión, subsidios, créditos, sistemas de certificación, entre otros.

En base a las mencionadas definiciones, y teniendo en cuenta las acciones de mitigación enunciadas en documentos oficiales y estudios, y las medidas en curso, en análisis y tentativas propuestas; se elabora el Cuadro n° 1, que corresponde a la matriz preliminar del sistema de MRV propuesto para el sector A-UTCUTS. Cabe destacar que, como se observa en el Cuadro en la presente propuesta se va más allá de lo que señalan las guías, en cuanto a indicadores de Efecto, en lo que se refiere a la propuesta de Indicadores de Intensidad de Emisión, tema que se desarrolla en el subpunto siguiente.

Cuadro n° 1. Matriz de acciones y medidas consideradas e indicadores a incluir en el Sistema de MRV del PSM de A – UTCUTS.

Compromisos NDC	Acciones de mitigación/captura	Medidas de mitigación/captura	Indicadores					
			Progreso		Efecto			
			Presupuesto	Actividades	Intermedios	Efecto GEI	Efecto no GEI	Intensidad de emisión
Presupuesto Agricultura	Creación y ejecución de un Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos	Creación y ejecución de un Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos						
	Biodigestores para purines bovinos bajo confinamiento							
	Aditivo reductor de metano en bovinos	Creación y puesta en ejecución de un Programa de fomento al uso de aditivo reductor de las emisiones de metano						
	Uso eficiente de fertilizantes	Programa de desarrollo de capacidades de extensionistas en el uso eficiente de fertilizantes						
	Arroz bajo en metano	Desarrollo y capacitación a extensionistas de un paquete tecnológico para un cultivo de arroz bajo en emisiones						
	Reducción de quemas agrícolas	Creación y puesta en ejecución de un Programa de reducción de las quemas agrícolas						
Forestar 200.000 has, de las cuales a lo menos 100.000 corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 has con especies nativas.	Forestación	Creación y puesta en operación de una Ley de incentivo a la forestación de especies exóticas y nativas						
	Aumento superficie bajo plan de manejo	Perfeccionamiento de la aplicación de la Ley de Bosque nativo						
	Reducción de incendios	Fortalecimiento del Programa de silvicultura preventiva						

Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro n° 1 se mencionan las Acciones de mitigación que se incluyen, basadas en los documentos oficiales y otros estudios que las proponen. En cuanto a las Medidas, son sugerencias propuestas en el presente estudio, con la finalidad de armar la estructura del sistema de MRV, a la espera de las Acciones y Medidas definitivas del PSM. Estas Medidas serán descritas de forma general en los capítulos 2.2.3. y 2.2.4., referidos a los indicadores de progreso.

En la siguiente sección, se presentan los indicadores de efectos que se clasifican según la propuesta de la Guía para la elaboración de Planes de Mitigación, incluyendo indicadores de Intensidad de emisiones que se consideran de mucha utilidad para cohesionar la política sectorial con los compromisos en mitigación del Cambio Climático. Si bien estos últimos indicadores no necesariamente son útiles para el seguimiento del cumplimiento de la NDC, sí son relevantes para realizar un seguimiento en la coherencia de la política sectorial e incentivar el desacople de este desarrollo productivo con las emisiones de GEI. Se presentan primero los indicadores de efectos de Agricultura y luego los de UTCUTS. Se finaliza el capítulo con la presentación de los indicadores progreso, tanto para Agricultura como para UTCUTS.

#### **4.3.1. El sistema de indicadores MRV y la política sectorial agropecuaria**

El efecto principal que se espera de los Planes de Mitigación es la reducción en la emisión de Gases Efecto Invernadero, o su captura. Son asimilables entonces a lo que serían indicadores de impacto de las medidas, y son de utilidad tanto para reportar los avances en las políticas de mitigación del cambio climático, como para retroalimentar las medidas de los PSM, de manera de mejorar su eficacia. El Objetivo, entonces, de estos indicadores es aproximarse a valorar el impacto en la reducción de emisiones o captura de GEI de las medidas incluidas en el PSM. Sin embargo, para efectos de que las medidas sean efectivamente adoptadas por los actores, se estima necesario y conveniente que el PSM, a través del sentido del sistema MRV se relacione con las políticas sectoriales agropecuarias, como forma de dar coherencia a la acción de las autoridades sectoriales con los actores de las cadenas agropecuarias.

Al respecto, si bien el objetivo principal de la política de Mitigación del Cambio Climático es bajar las emisiones de manera absoluta, según presupuesto asignado al sector Agricultura, al Ministerio de Agricultura le corresponde también velar por la productividad sectorial sustentable, el bienestar económico de los agricultores y agricultoras y habitantes rurales, y la provisión de alimentos para la población nacional. Así, se estima necesario incluir una mirada de eficiencia productiva asociada a las emisiones de GEI, que tienda a buscar el desacople de la producción agropecuaria con las emisiones, buscando evitar que la baja en las emisiones se pueda realizar a costa de una menor producción de alimentos o la baja de ingresos de los habitantes rurales.

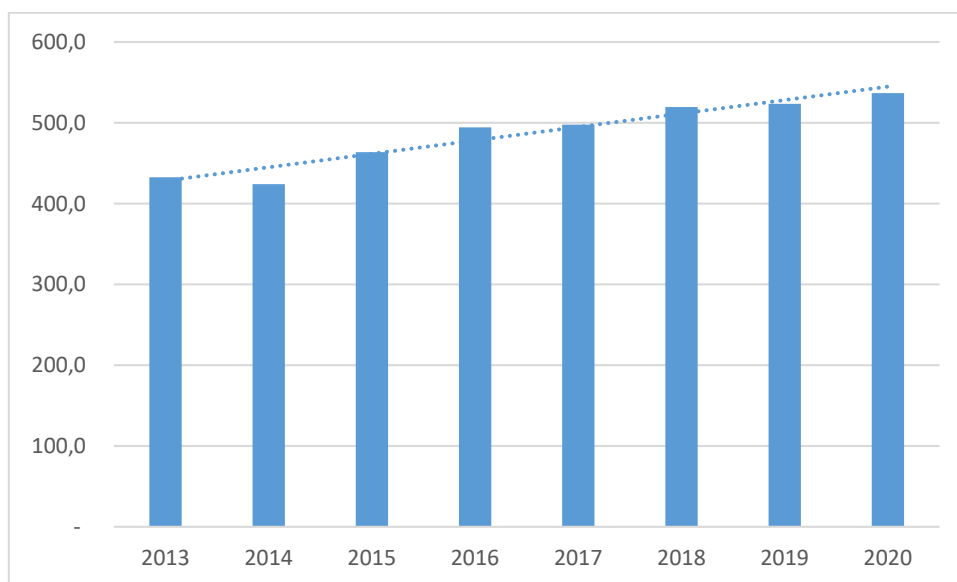
Los indicadores de Intensidad de Emisión buscan poner el incentivo en que la producción se desarrolle de manera climáticamente sustentable, mejorando la aplicación de tecnologías y la I+D+i, compatibilizando así la política sectorial con los compromisos climáticos del país.

Como ejemplo, en los indicadores de la Estrategia de Sustentabilidad Agroalimentaria, una de las agendas de trabajo de la política sectorial, para su objetivo de Cambio Climático se propone un indicador genérico, que por su condición global no resultará útil para una medida específica: *Emisiones de GEI sectoriales vs. Valor de la producción sectorial asociada*. Para ese indicador se requiere una estimación de la producción por rubros principales, y su valoración con precios para



un año de referencia, métrica que es posible desarrollar pero requiere algo de esfuerzo en procesamiento. Para ilustrarlo con información disponible, en la Figura 4 se muestra el valor de la producción silvoagropecuaria (PIB sectorial), que está disponible anualmente, en relación a los inventarios sectoriales de emisiones de GEI. Se observa de manera global que el sector avanza en el desacople ya que el PIB sectorial aumenta y en el mismo período las emisiones de GEI disminuyen. Esto, además de ser una buena carta de presentación sectorial, contribuye a poner la estrategia de reducción de emisiones sobre el desacople más que en la reducción de la producción.

Figura 4: Valor de la producción silvoagropecuaria por kilo de CO2 equivalente emitido (\$)



Fuente: elaboración propia, con estadísticas ODEPA y datos del inventario GEI

Si bien desde una mirada externa apostar por el desacople más que por la reducción absoluta de emisiones puede ser muy cuestionable, es importante tener en cuenta que estamos frente a un tema global, tanto en lo económico como en lo climático, por lo tanto, una reducción de emisiones basada solamente en la caída de las existencias bovinas no se traducirá en una reducción global de emisiones si la carne que no se produce en el país se importa desde otro para satisfacer la demanda, el metano se generó en algún país de origen. La solución real va por cambios en los hábitos de consumo de alimentos a nivel global y en el desacople de la producción con las emisiones; no se considera realista apostar por una baja de emisiones sustentada en una potencial escasez de alimentos.

Los indicadores de Intensidad de emisión no serán de gran utilidad para efectos del cumplimiento de los compromisos NDC de Agricultura, por lo que es probable que no se incluyan en el Sistema Nacional de MRV que liderará el Ministerio de Medio Ambiente, pero se estima que serán útiles para informarlos en las distintas mesas de la política sectorial agropecuaria.

#### 4.3.2. Indicadores de efectos sector Agricultura

Los indicadores se seleccionaron en base a los criterios expuestos en el punto 4.2 de este informe: Importancia de la medida que se evalúa; Disponibilidad y calidad de la información; y Capacidad, recursos y tiempo disponible.

##### (A) Indicadores para acciones de biodigestores porcinos

Los biodigestores porcinos se hacen cargo de procesar los GEI del estiércol de esa especie. La gestión de estiércol es la tercera categoría en importancia dentro del sector Agricultura (14% de las emisiones), y del orden de 67% de esta categoría corresponde a estiércol de cerdos. Es, en consecuencia, una categoría de emisiones relevante como para priorizar medidas al respecto, e invertir por lo tanto en su medición.

Si bien existen distintas formas de abatimiento de las emisiones en estiércol porcino, la que resulta más eficiente son los biodigestores, los que además dan la opción de uso energético del gas resultante. Es importante igualmente tener en cuenta que otras medidas de abatimiento son bastante usuales, como el lodo activado, y realizan un abatimiento importante de emisiones, del orden del 50% a 70%.

En el Cuadro n° 2 se muestra la descripción de la acción de Mitigación, aunque no se desarrolla la medida en sí, ya que no menciona el incentivo o la normativa que impulsaría esta acción, más allá de que puede tener un incentivo implícito si efectivamente se aprovecha la energía proveniente de los biodigestores.

Cuadro n° 2. Implementación de Biodigestores porcinos.

Nombre	Implementación de biodigestores – porcinos
Subsector	Agrícola
Fuente	Oficina de Cambio Climático y División de Información y Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente.
Descripción General	Esta medida considera la implementación de biodigestores a nivel predial para transformar las emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generadas en pozos o lagunas de acumulación de residuos orgánicos (purines y/o estiércoles), en dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), reduciendo el factor de emisión asociado a la generación de gas.
<b>Modelación</b>	
Principales Supuestos	Esta medida consideró la implementación de biodigestores con una capacidad media de 6.000 m <sup>3</sup> , considerando un factor constante caudal de estiércol/tamaño, de 4,06. Se consideró una generación de estiércol anual de 1,62m <sup>3</sup> para porcinos. Se consideró la implementación de esta medida a partir del 2020 para el tratamiento de purines de cerdo, partiendo de una penetración del 27% y considerando un crecimiento paulatino hasta llegar al 2040 con 71% de las cabezas porcinas, considerando grandes productores, medianos, y buscando asociatividad para productores menores.
Elementos de Costos	Para esta medida se consideró un costo de inversión medio 9,53 USD por m <sup>3</sup> de estiércol anual y un costo anual de operación y mantenimiento del 10% sobre la inversión. Se consideró una inversión única en bovinos lecheros el 2025, en cambio la inversión en porcinos se suavizó por una penetración paulatina. No se consideraron beneficios económicos del biodigestor (biogás y/o biodigestatos)

Referencias	MAPS Chile (2014) "Opciones de mitigación para enfrentar el cambio climático: resultados de Fase 2. Ministerio del Medio Ambiente", Ministerio del Medio Ambiente Datos provistos por expertos PUCV ( <a href="http://nbcpucv.cl/">http://nbcpucv.cl/</a> )	
<b>Reducción de Emisiones</b>		
	Año 2030	Año 2050
Reducción de emisiones (MM tCO <sub>2</sub> eq)	0,2	0,6
Reducción de emisiones acumuladas desde el 2020 (MM tCO <sub>2</sub> eq)	1,1	11,9
<b>Evaluación de Costos (periodo 2020-2050)</b>		
	Sin Tasa	Tasa 6%
CAPEX (MM USD)	21	10,2
OPEX (MM USD)	40	12,3
Costo total (MM USD)	60	22,6
Costo de abatimiento (USD/t CO <sub>2</sub> eq)	5,1	1,9

Fuente: NDC Chile al 2030 (MMA, 2019).

Como se menciona en el Cuadro n° 2, la reducción se refiere a transformación de CH<sub>4</sub> en CO<sub>2</sub>, aunque esa emisión final de CO<sub>2</sub> se eliminaría en el caso que, en lugar de sólo liberar o quemar la emisión, esta sea utilizada como fuente energética. Esta eventual segunda función del biodigestor se refiere al sector Energía, y en consecuencia forma parte de ese presupuesto.

Cuadro n° 3. Ficha indicador Implementación de biodigestores porcinos.

Elemento	Sub elemento	Contenido
<b>Acción</b>	<b>Nombre</b>	Implementación de biodigestores porcinos
	<b>Tipo de medida</b>	Mitigación
	<b>Objetivos</b>	Disminuir las emisiones de GEI por tratamiento del estiércol de porcinos depositados en lagunas, a través de su biodigestión.
	<b>Importancia relativa</b>	Alta
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	Abatimiento de GEI por biodigestores
	<b>Tipo de indicador</b>	Efecto
	<b>Subtipo de indicador</b>	Efecto GEI
	<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir las emisiones de GEI de estiércol porcino capturadas por biodigestores (transformación de Metano a CO <sub>2</sub> )
	<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	Media – alta. El dato está disponible anualmente. Lo entrega la Asociación Chile Carnes, que incluye a los planteles medianos y grandes de productores de carne de cerdo.

Elemento	Sub elemento	Contenido
	<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Media. La tarea de clasificar los distintos sistemas de gestión de estiércol no es simple en las explotaciones más pequeñas, que combinan sistemas de tratamiento.
<b>Método de medición indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>	MM tCO <sub>2</sub> eq
	<b>Metodología de cálculo</b>	Emisiones potenciales de la masa ganadera de cerdos – porción de las emisiones abatida en biodigestores
	<b>Datos requeridos</b>	Producción de purines de cerdos, porcentaje de los purines de cerdos que son tratados en biodigestores
	<b>Frecuencia de medición</b>	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	<b>Valor inicial</b>	1.085,9 kt CO <sub>2</sub> eq (año 2020)
	<b>Valor objetivo</b>	608,104 kt CO <sub>2</sub> eq (44% ente 2020 y 2024)
	<b>Plazo valor objetivo</b>	44 años

El indicador propuesto para esta medida es del subtipo Efecto GEI. Para una medida de esta naturaleza no se considera que agregue valor algún indicador de Efecto intermedio. Sí podría ser valioso contar con un indicador del subtipo Efecto no GEI que dé cuenta del uso que se hace del gas, sin embargo, es un tema que debería considerarse en el sector Energía.

Se sugiere la importancia de incluir indicadores en otras medidas, como el uso de lodos activados, ya que representan rutas tecnológicas alternativas al biodigestor, y en opinión de los actores es difícil el cambio desde esta línea tecnológica hacia los biodigestores. Si se considera medidas asociadas a estas otras tecnologías, se estima que la información también estaría disponible desde la misma fuente de información, el equipo técnico de la organización Chile Carne.

## **(B) Biodigestores para purines de ganado lechero**

La subcategoría de gestión de estiércol en ganado bovino corresponde a un 17% dentro de la categoría, que a su vez pesa un 14,5% en las emisiones sectoriales. Eso corresponde a un 2,47% de las emisiones sectoriales, es decir, tiene una participación inferior a las emisiones de la subcategoría purines de cerdos.

También hay diferencias con la subcategoría purines de cerdos en la complejidad de realizar un seguimiento a los sistemas de gestión de estiércol para su clasificación, debido a la gran atomización que existe de productores de leche. Existe un registro de biodigestores a nivel nacional, llevado por el Ministerio de Energía, en el que en su actualización al 2020 figuran 5 biodigestores de purín de vaca, aunque sin información acerca de la producción de biogás.

En la medida que no exista un incentivo a que se desarrollen estos biodigestores, a través de una posibilidad real de recibir pago por su venta de energía, y por tanto exista un incentivo a que estos registros de producción lleguen a ser reales y actualizados, no parece ser recomendable desplegar esfuerzos y recursos para su seguimiento.

En la actualidad el dato se registra en el Inventario Nacional de GEI a través de la opinión experta, que define qué proporción del ganado estaría bajo categoría en las que se concentran los purines en un lugar del predio. Dado que ese juicio experto se toma ante una carencia importante de información estadística, no se considera confiable para hacer un seguimiento de esta subcategoría en particular.

### **(C) Aditivo reductor de emisiones de metano en ganado bovino**

La fermentación entérica aportó en un 39,4% de las emisiones sectoriales en el año 2020. A su vez el ganado bovino aporta en un 87% de las emisiones dentro de la categoría, representando entonces en el sector Agricultura en 34,3%. Sin duda es una participación determinante dentro del balance de GEI en el sector y en el país.

Evidentemente el tamaño de la masa ganadera es lo más determinante en las emisiones del sector. Sin embargo, el rol que juega la ganadería en el sector rural, y la importancia de la proteína animal en la alimentación humana, hace recomendable avanzar más en la lógica de bajar la intensidad de emisión, al menos desde la mirada de la política agropecuaria. Si en paralelo los hábitos alimentarios contribuyen en disminuir la demanda de productos animales a nivel de los consumidores nacionales y mundiales, mucho mejor para la política de combate al Cambio Climático.

A nivel técnico ya está registrado en el país el uso de un inhibidor de emisiones de la fermentación entérica, validado para animales estabulados, y que mitigaría en un 30% la emisión. El potencial de reducción, entonces sería de hasta un 30% de las emisiones de metano de la proporción de animales que estarían estabulados. Esa proporción podría tomarse del juicio experto aplicado para los sistemas de gestión de estiércol, o usar una categoría más amplia, eso según las definiciones del aditivo, en cuanto a qué se entendería por animales estabulados.

También a nivel técnico, y desde la mirada de los indicadores de intensidad de emisión, el uso de animales más eficientes en la producción de leche y carne, contribuiría también a mantener una producción de alimentos disminuyendo las emisiones de la subcategoría. En el Cuadro n°4 se analiza opciones de indicadores para esta acción de mitigación.

Cuadro n° 4. Indicadores sugeridos para Uso de aditivos de emisiones de metano en bovinos.

<b>Acción</b>	Uso de aditivo reductor de emisiones de metano en ganado bovino		
<b>Tipo de medida</b>	Medida de mitigación		
<b>Objetivos</b>	Disminuir las emisiones de metano del ganado bovino		
<b>Importancia relativa</b>	Reducción de emisiones en 30% para la proporción de bovinos estabulados		
<b>Indicadores</b>	Aditivos importados (o fabricados) en el año	Reducción de GEI por efecto del aditivo	Reducción de intensidad de emisión de GEI por fermentación entérica por uso de aditivo
<b>Subtipo de indicador</b>	Intermedio	Efecto GEI	Efecto GEI
<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir el uso de los aditivos en la agricultura chilena. Busca observar cómo se comporta la demanda, impulsada por campañas o subsidios	Medir la reducción absoluta de emisión de GEI por fermentación entérica en comparación al año anterior	Medir la reducción de emisión por producción de leche corregida <sup>7</sup> . Implica dividir las emisiones anuales de GEI por fermentación entérica de bovinos por la recepción de leche en plantas, corregida
<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	Se espera que alta	Se espera que alta	Se espera que alta. La recepción de leche en plantas se captura regularmente.
<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Baja si es sólo importación, media si hay que cuantificar producción nacional	Baja. Si se asume que el aditivo lo adquirirán sólo productores con animales estabulados, se usa el parámetro de reducción según especificación del producto	Baja

Fuente: elaboración propia.

Como se menciona en el Cuadro n° 4, se espera que la información sea fácil de obtener y procesar. Sin embargo, es importante que en la medición de los inventarios a futuro se incluya el efecto del aditivo, lo que implicará reportar año a año la importación (y eventualmente fabricación) del producto. En la actualidad, el inventario discrimina sólo según categoría de animales y zona del país, por lo que con ese método no capturará la variación esperada.

El indicador a seleccionar para esta acción, es el de reducción de emisiones por uso del inhibidor. El indicador del subtipo intermedio, que se refiere al uso del aditivo, no agrega valor si se considera un efecto parejo del insumo en un 30% de reducción.

<sup>7</sup> En general la producción estabulada de bovinos se da en mayor medida en el sector lechero. Además, para la recepción de leche se cuenta con información confiable y segura. Aun así, el indicador sería un *proxi*, ya que no considera el efecto por ejemplo en los feedlot de producción de carne.

En cuanto al indicador de Intensidad de emisión, más adelante se propone considerarlo de manera conjunta para toda la producción pecuaria.

Cuadro n° 5. Ficha indicador principal acerca de reducción de emisiones por fermentación entérica.

Elemento	Sub elemento	Contenido
<b>Acción</b>	<b>Nombre</b>	Uso de aditivo reductor de emisiones de metano en ganado bovino
	<b>Tipo de medida</b>	Mitigación
	<b>Objetivos</b>	Disminuir las emisiones de GEI por fermentación entérica a través de uso de aditivo autorizado
	<b>Importancia relativa</b>	Alta
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	Reducción GEI por fermentación entérica por uso de aditivo
	<b>Tipo de indicador</b>	Efecto
	<b>Subtipo de indicador</b>	Efecto GEI
	<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir la baja de emisiones de GEI por uso de aditivo en fermentación entérica de animales estabulados
	<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	Media – alta. Se espera que el dato de importación del aditivo esté disponible. Se asume que será usado en animales estabulados, según recomendación de etiqueta.
	<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Nula en nuevos recursos. Baja en tiempo a usar en la estimación
<b>Método de medición indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>	MM tCO <sub>2</sub> eq
	<b>Metodología de cálculo</b>	Emisiones estimadas año 10 – Emisiones estimadas año 0  (se supuso desde 2020 a 2030)
	<b>Datos requeridos</b>	Importación del aditivo, stock que puedan quedar al fin del año
	<b>Frecuencia de medición</b>	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	<b>Valor inicial</b>	0 kt CO <sub>2</sub> eq (año 2020)
	<b>Valor objetivo</b>	-114,3 kt CO <sub>2</sub> eq
	<b>Plazo valor objetivo</b>	10 años. Se asume uso en 30% de las vacas lecheras

Si bien técnicamente este es un indicador que tiene expresión diferenciada regionalmente, dado que la importación del aditivo tendrá un dato centralizado, se dificulta su cálculo a nivel regional. Sin embargo, en la eventualidad que la medida para esta acción se refiera a un subsidio para el uso del aditivo, este se podrá cuantificar territorialmente con mayor facilidad.

#### (D) Intensidad de emisiones subsector ganadero

Si bien para efecto del cumplimiento del presupuesto de Agricultura incluido en la ECLP son las emisiones absolutas de GEI los guarismos relevantes, para efecto de la política sectorial agropecuaria es útil incentivar el desacople entre la producción y las emisiones de GEI. Así, no es estrictamente necesario disminuir la producción de alimentos para avanzar en el cumplimiento de los compromisos en Cambio Climático.

Al respecto, se propone para la ganadería en general un indicador de intensidad de emisiones, que dé una mirada acerca del comportamiento del subsector acerca del tema climático. Se propone trabajar con el valor del PIB ganadero. Este dato en la actualidad se encuentra agregado para todo el sector Silvoagropecuario, sin embargo, hasta hace una década se publicaba los valores por subsector (desagregado en Agricultura, Ganadería, Fruticultura, Silvicultura y Otros), por lo que se podría gestionar su presentación diferenciada en la información del Banco Central. Otra opción sería estimar el valor de la producción de lácteos y carnes para cada año, sin embargo, eso requeriría un esfuerzo de trabajo relevante, lo que haría menos realista la construcción periódica del indicador.

Sería interesante medir la variación año a año, requiriéndose para eso los valores del PIB ganadero y el valor de inventario de las emisiones por Fermentación entérica del ganado sumado a las emisiones por tratamiento de estiércol

$$\% \text{ variación} = [ (\text{Emisiones ganadería}_1 / \text{PIB ganadero}_1) - (\text{Emisiones ganadería}_0 / \text{PIB ganadero}_0) ] / (\text{Emisiones ganadería}_0 / \text{PIB ganadero}_0)$$

Cuadro n° 6. Ficha indicador intensidad de emisiones subsector ganadero

Elemento	Sub elemento	Contenido
<b>Acción</b>	<b>Nombre</b>	NO APLICA
	<b>Tipo de medida</b>	
	<b>Objetivos</b>	
	<b>Importancia relativa</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	Intensidad de emisión de GEI de la ganadería
	<b>Tipo de indicador</b>	Efecto
	<b>Subtipo de indicador</b>	Intensidad de emisiones
	<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir anualmente el avance o retroceso en el desacople de la producción ganadera con la emisión de GEI
	<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	De obtener por parte del Banco Central la información de PIB por subsectores, la información estará disponible y será de la calidad adecuada.



Elemento	Sub elemento	Contenido
	<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Nula, si el Banco Central la provee desagregada. En cuanto a emisiones, se utiliza el dato del Inventario
<b>Método de medición indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>	% de variación anual
	<b>Metodología de cálculo</b>	$\% \text{ variación} = \left[ \frac{(\text{Emisiones ganadería}_1 / \text{PIB ganadero}_1) - (\text{Emisiones ganadería}_0 / \text{PIB ganadero}_0)}{(\text{Emisiones ganadería}_0 / \text{PIB ganadero}_0)} \right]$
	<b>Datos requeridos</b>	PIB ganadería, emisiones anuales por fermentación entérica y por gestión de estiércol
	<b>Frecuencia de medición</b>	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	<b>Valor inicial</b>	---
	<b>Valor objetivo</b>	Variación negativa
	<b>Plazo valor objetivo</b>	No hay (se podría definir por la autoridad sectorial)

Como todo indicador agregado, la debilidad del indicador propuesto es que la mejora en eficiencia de un tipo de ganadería, compense el alza de las emisiones en otra categoría. El indicador, por lo tanto, es una referencia para ir testeando el tema agregadamente, y requiere un análisis más detallado para la toma de medidas o su modificación.

### **(E) Uso eficiente de fertilizantes**

La aplicación de urea es la cuarta categoría de emisiones en Agricultura, representando sólo un 3,3% de las emisiones. La medida de buenas prácticas en fertilizantes, a su vez, si bien al mejorar la eficiencia de aplicación se mitigan emisiones, el valor posible de alcanzar no es muy sustantivo si no se considera caída en la producción (aplicación de menos nitrógeno neto a los cultivos). En este sentido, no se trata de un componente ni de una medida muy importante considerando las emisiones sectoriales y el presupuesto. Sin embargo, la medida se justifica también por la oportunidad de mejorar la comprensión del tema por parte de los agricultores y hacerlos partícipes de una solución. A la vez, la facilidad de medir los avances en el inventario nacional, recomiendan contar con un indicador al respecto.

Cuadro 7. Buenas prácticas en el uso de fertilizantes.

Nombre	Asistencia técnica para buenas prácticas en el uso de fertilizantes	
Subsector	Agrícola	
Fuente	Oficina de Cambio Climático y División de Información y Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente; Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura.	
Descripción General	Esta medida considera la implementación de un Programa integral de capacitación, cooperación y apoyo técnico para mejorar la utilización de fertilizantes en cultivos, específicamente las prácticas asociadas a los usos excesivos de fertilizantes minerales.	
<b>Modelación</b>		
Principales Supuestos	<p>Esta medida analizó cuatro tipos de fertilizantes nitrogenados, específicamente urea, salitre potásico, salitre sódico y fosfato de amonio, los cuales corresponden a los fertilizantes nitrogenados provistos por ODEPA como insumos de los productores.</p> <p>Se consideró al 2035, la aplicación de un 20% menos de fertilizantes nitrogenados sin inhibidores en cultivos de cereales y semilleros de cereales, y un 15% menos de fertilizantes nitrogenados sin inhibidores para cultivos industriales y forrajeras, producto de las medidas de asistencia técnica aplicado en suelos de secano y de riego no mecanizado (<i>leaching/runoff</i>) o sometido a volatilización.</p> <p>El peso de cada uno de esos fertilizantes se ponderó por la cantidad de importaciones promedio entre 2015-2017 provistas por FAO.</p> <p>Se consideró como fecha de inicio de implementación lineal de la medida a partir del año 2025 hasta el 2035.</p>	
Elementos de Costos	Esta medida no requiere costos de inversión. Para calcular el ahorro de la medida se consideró un precio ponderado de nitrógeno mineral de 491 USD/ton una reducción de calcula como un valor actual de costos (VAC) de la reducción.	
Referencias	FAOSTAT ( <a href="http://www.fao.org/faostat/en/">http://www.fao.org/faostat/en/</a> )	
<b>Reducción de Emisiones</b>		
	Año 2030	Año 2050
Reducción de emisiones (MM tCO <sub>2</sub> eq)	0,1	0,2
Reducción de emisiones acumuladas desde el 2020 (MM tCO <sub>2</sub> eq)	0,3	4,0
<b>Evaluación de Costos (periodo 2020-2050)</b>		
	Sin Tasa	Tasa 6%
CAPEX (MM USD)	0	0
OPEX (MM USD)	-715	-221
Costo total (MM USD)	-715	-221
Costo de abatimiento (USD/t CO <sub>2</sub> eq)	-181	-55,8

Fuente: NDC Chile al 2030 (MMA, 2019)

Como se observa en el Cuadro n° 7, no se cuenta con información acerca de la medida, ni se incluye los costos de la misma. Sólo aparece el beneficio por menor gasto en fertilizantes, pero no el costo de la extensión. Es decir, se menciona como una transición natural, sin considerar el costo de este aprendizaje por parte de los agricultores, ni el costo de eventuales inhibidores que pudieran aplicarse para mejorar la eficiencia de uso del nitrógeno. Con esas consideraciones, la mejor forma de medir los avances de una medida de estas características es sencillamente cuantificar el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, la que se obtiene:

$$\text{Fert. agric.} = \text{Fert. fabricados} + \text{Fert. importados} \\ - \text{Otros usos de Fert.} - \text{Fert. exportados}$$

Por supuesto todo estimado en las correspondientes unidades de nitrógeno de cada fertilizante. En el Inventario nacional se realiza el cálculo con un Factor de emisión único por defecto.

Si bien esa sería una manera bastante directa de medir de manera absoluta la mitigación por uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, esta no se refiere a eficiencia (intensidad de emisión), es decir, perfectamente se podría estar incentivando una baja en la producción agropecuaria, y si se trata de alimentos importantes para la dieta de la población, a nivel global sólo derivaría en mayor importación de estos alimentos, lo que implica que en otras agriculturas se emitirían los GEI que se dejan de emitir en Chile. Si bien este elemento no se refiere a los compromisos asociados al presupuesto del Ministerio de Agricultura, se sugiere también incluir un indicador relativo a la producción agropecuaria.

$$\text{Productividad fertilización} = \frac{\text{Fert. agric.}}{\text{PIB agropecuario}}$$

Este indicador será creciente a medida que se produce más con menor uso de fertilizantes nitrogenados, lo que apuntaría en la lógica de desacoplar el uso de fertilizantes con la producción, poniendo el incentivo en la eficiencia de uso, y evitando así esconder externalidades de menor alimentación o importaciones de alimentos (con sus correspondientes emisiones en el extranjero). En el presente informe, se desarrolla más adelante este indicador incluido en los temas agrícolas de manera agregada. Se incluye en el Cuadro n° 8 también esa opción, que tiene la particularidad de medir GEI pero no en un valor absoluto, para corresponderse directamente con el inventario, sino asociado a la producción agregada sectorial.

Cuadro n° 8. Indicadores sugeridos para Buenas prácticas en fertilización.

<b>Medida</b>	Asistencia técnica para buenas prácticas en el uso de fertilizantes			
<b>Tipo de medida</b>	Medida de mitigación			
<b>Objetivos</b>	Mejorar la eficiencia de aplicación por parte de los agricultores, disminuyendo la volatilización de GEI			
<b>Importancia relativa</b>	Reducción de emisiones de 0,1 MMT CO2 eq al 2030			
<b>Indicadores</b>	Variación anual en uso de fertilizantes en la agricultura	Variación emisiones anuales de GEI por aplicación de N	Variación anual de la productividad en uso de fertilizantes en la agricultura	Variación anual de intensidad de emisión de GEI por aplicación de N
<b>Subtipo de indicador</b>	Efecto intermedio	Efecto GEI	Efecto intermedio	Efecto GEI
<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura	Medir la variación en emisión de GEI por fertilización nitrogenada en la agricultura	Medir la variación en la eficiencia de uso de nitrógeno en la agricultura	Medir la variación de GEI en relación a la producción agropecuaria
<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	Calidad y confiabilidad alta.	Calidad y confiabilidad media-alta. (Tipo 1)	Calidad y confiabilidad baja (Variación del PIB depende de muchos otros factores) <sup>8</sup>	Calidad y confiabilidad baja (Variación del PIB depende de muchos otros factores)
<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Demanda baja de recursos; información regularmente disponible	Demanda baja de recursos; información regularmente disponible	Demanda baja de recursos; información regularmente disponible	Demanda baja de recursos; información regularmente disponible

Fuente: elaboración propia.

Concientizar a los agricultores de Chile acerca del problema del Cambio Climático, y hacerlos parte de la solución a través de una mejora en la eficiencia de aplicación de fertilizantes, se considera una actividad necesaria, más allá de que su poca relevancia por su participación en las emisiones sectoriales y nacionales. Eso sí, debe ser una medida costo efectiva en cuanto a esfuerzo en su seguimiento, por lo que se sugiere que sean indicadores en base a información ya disponible, aunque carezcan de mucha precisión.

Se estima que el indicador más adecuado es la Variación de emisiones anuales por aplicación de fertilizantes nitrogenados. Dado que se ocupa un factor de emisión único, no tiene sentido incluir además un indicador intermedio.

<sup>8</sup> Si bien se podría mejorar la confiabilidad reemplazando el PIB Agropecuario por el valor de la producción de los principales cultivos que demandan los fertilizantes, requeriría trabajo en selección de los datos para su estimación.

Cuadro n° 9. Ficha indicador principal acerca de reducción de emisiones en fertilización nitrogenada.

Elemento	Sub elemento	Contenido
<b>Acción</b>	<b>Nombre</b>	Uso eficiente de fertilizantes
	<b>Tipo de medida</b>	Mitigación
	<b>Objetivos</b>	Disminuir las emisiones de GEI por aplicación de fertilizantes nitrogenados. A través de uso de inhibidores y aplicación eficiente.
	<b>Importancia relativa</b>	Media
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	Variación emisiones anuales de GEI por aplicación de N
	<b>Tipo de indicador</b>	Efecto
	<b>Subtipo de indicador</b>	Efecto GEI
	<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir la baja de emisiones de GEI a través del uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura
	<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	Media – alta. El dato de importaciones está disponible, hay que discriminar sobre uso en la agricultura. Datos de producción de fertilizantes en Chile
	<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Nula en nuevos recursos. Baja en tiempo a usar en la estimación
<b>Método de medición indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>	MM tCO <sub>2</sub> eq
	<b>Metodología de cálculo</b>	Emisiones estimadas año 1 – Emisiones estimadas año 0
	<b>Datos requeridos</b>	Importación de fertilizantes nitrogenados para la agricultura. Fabricación nacional de fertilizantes nitrogenados para la agricultura
	<b>Frecuencia de medición</b>	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	<b>Valor inicial</b>	0 kt CO <sub>2</sub> eq (año 2020)
	<b>Valor objetivo</b>	-30 kt CO <sub>2</sub> eq
	<b>Plazo valor objetivo</b>	1 año

Si bien técnicamente este es un indicador que tiene expresión diferenciada regionalmente, dado que la estimación de la cantidad de fertilizante nitrogenado usado por la agricultura tiene una expresión centralizada, no se recomienda hacer esfuerzos para estimar indicadores regionales. Sin embargo, para efectos de impulsar esta medida, las estrategias con seguridad tendrán elementos diferenciados por región del país.

## (F) Reducción de quemas agrícolas

En el año 2020 las quemas de residuos agrícolas representaron sólo un 0,4% de las emisiones de GEI. Tiene una participación muy baja en las emisiones sectoriales, sin embargo, es una práctica que tiene externalidades negativas importantes, como el riesgo de incendios, y el peligro de accidentes en caminos por falta de visibilidad.

Para su cuantificación en el Inventario Nacional de GEI se utiliza un método Nivel 1, lo que se justifica por la baja importancia en las emisiones totales. Esto implica que de la superficie en que se realiza la quema, la intensidad (en cuanto a materia seca que efectivamente se quema), es definida por juicio experto.

Es sencillo elaborar un indicador para la acción de no realizar quemas agrícolas, medida como una reducción en comparación al año anterior, ya que para una quema legal se debe contar con permiso de CONAF, el que queda registrado para ser cuantificado año a año. Eso se rescata de esta manera a través de los inventarios, con el parámetro de juicio experto mencionado en el párrafo anterior. Sin embargo, medidas que incentiven la reducción son un poco más complejas de medir de manera más certera, ya que deberán contrastarse con la real intención que tendría el agricultor de realizar la práctica sin este incentivo.

Una opción para desarrollar una medida sería la revisión de los titulares que solicitan permisos de quema en CONAF, e identificar los que lo hacen de manera permanente, año a año. Sobre estos actores se podría aplicar alguna normativa que los vaya restringiendo de la práctica paulatinamente, y/o que incentive el uso de una práctica alternativa a la quema.

Por la importancia agregada que tiene este tema: emisiones, riesgo de incendios, riesgo de accidentes; se propone utilizar un indicador intermedio, que dé cuenta de la evolución en el uso de esta técnica a través de la variación anual de las hectáreas para las que se solicita permiso de quema a CONAF.

En el Inventario de emisión de GEI, la estimación se realiza rubro por rubro, se estima la cantidad de biomasa que se produce como rastrojo (o restos de poda en fruticultura), y con juicio experto se estima una proporción de esta biomasa que efectivamente se quema para la superficie autorizada. Para este caso se propone un indicador simple, que no requiera esfuerzos analíticos importantes, por lo que se propone sencillamente comparar la superficie total de residuos autorizados para su quema.

Cuadro n° 10. Ficha indicador principal acerca de reducción de quemas agrícolas.

Elemento	Sub elemento	Contenido
Acción	Nombre	Disminución de las quemas agrícolas
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Disminuir las emisiones de GEI por quema de residuos agrícolas, y a la vez bajar riesgos de incendios y de accidentes camineros
	Importancia relativa	Media

Elemento	Sub elemento	Contenido
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	Variación en el uso de quemas agrícolas como tratamiento de residuos
	<b>Tipo de indicador</b>	Efecto
	<b>Subtipo de indicador</b>	Efecto intermedio
	<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir la variación anual de la suoperficie de quemas agrícolas autorizadas
	<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	Media – alta. Se cuenta con el dato anual de parte de Conaf, sin embargo, las quemas ilegales no son parte de este registro
	<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Nula en nuevos recursos. Baja en tiempo a usar en la estimación
<b>Método de medición indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>	Hectáreas
	<b>Metodología de cálculo</b>	Hectáreas de rastrojo o residuos queados en el año 1, menos las correspondientes en el año 0
	<b>Datos requeridos</b>	Hectáreas autorizadas de quema anualmente por parte de Conaf.
	<b>Frecuencia de medición</b>	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	<b>Valor inicial</b>	---
	<b>Valor objetivo</b>	---
	<b>Plazo valor objetivo</b>	1 año

### (G) Producción de arroz bajos en emisiones

El cultivo de arroz corresponde a la quinta categoría en emisiones del sector Agricultura, con un aporte del 1,6% a las emisiones del sector. Como se menciona en los informes anteriores de este estudio, el cultivo se localiza en una zona geográfica específica del país, y no existe posibilidad técnico-económica de aumentar en medida importante su superficie de cultivo. Es, por lo tanto, un emisor no prioritario por su importancia. Sin embargo, al existir bastante experiencia internacional en su análisis, y por las ofertas tecnológicas que pueden hacer atractivo su desarrollo, sí se puede hacer de manera costo-efectiva, lo que implicará en ese caso una necesidad de desarrollar indicadores.

En la actualidad, en el Inventario de GEI de Chile, se utiliza un método de medición Nivel 1, y se considera además un período de tiempo de inundación en el cultivo homogéneo para todos los agricultores. De esta manera, con esa forma de medir las emisiones la única variable que puede influir en su participación en emisión de GEI es la superficie del cultivo. Esta por supuesto es fácil de medir, es un dato que se estima anualmente desde hace décadas, y por tanto se cuenta con esa

información sin un costo adicional. Si además esta se multiplica por un factor constante, su estimación es muy simple de calcular.

La principal medida posible de aplicar para disminuir las emisiones por superficie de arroz, es el tiempo en que permanece el suelo inundado. En Chile, para el Inventario de GEI, se consideró que la forma de manejo que se realiza hoy del cultivo es muy homogénea, y por eso se optó por un estándar fijo de inundación durante todos los días cultivo (menos de 180 días sin inundación). Sin embargo, de aplicarse acciones que disminuyan ese factor, harán necesario un seguimiento diferenciado, que tipifique y estime proporciones de distintos tipos de manejo en ese sentido.

Una posible medida para esta acción es consolidar (o desarrollar) un paquete tecnológico estandarizado que incluya una cantidad significativamente menor de días de inundación, y promoverlo entre los agricultores.

Cabe resaltar que esta medida posee además un co-beneficio asociado a la adaptación al Cambio Climático, que es el menor uso de agua de riego que involucra este paquete tecnológico diseñado. Se propone además entonces un indicador de Emisiones no GEI.

En el Cuadro n°11 se analiza las opciones de indicadores de Efecto intermedio y de Efecto GEI.

Cuadro n° 11. Indicadores sugeridos para Uso de paquete tecnológico de menor emisión en arroz.

<b>Medida</b>	Aplicación de paquete tecnológico de baja emisión en arroz		
<b>Tipo de medida</b>	Medida de mitigación		
<b>Objetivos</b>	Disminuir las emisiones de metano en el cultivo de arroz		
<b>Importancia relativa</b>	Reducción de emisiones en porcentaje (dependerá de los días de inundación que incluya el paquete tecnológico)		
<b>Indicadores</b>	Número de agricultores que implementa el paquete tecnológico	Reducción de GEI por menor tiempo de inundación en arroz	Reducción de intensidad de emisión de GEI por tonelada de arroz producido
<b>Subtipo de indicador</b>	Intermedio	Efecto GEI	Efecto GEI
<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir el nivel de adopción de la tecnología por parte de los agricultores	Medir la reducción absoluta de emisión de GEI por incorporar el paquete tecnológico de menor emisión.	Medir la reducción de emisión por producción de arroz. Implica dividir las emisiones anuales de GEI por cultivo de arroz por la producción del rubro
<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	Se espera que alta, según la operación de la medida	Se espera que alta, según la operación de la medida, y la simplicidad de que sea un paquete único.	Se espera que alta. El dato de producción de arroz por temporada está disponible
<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Baja, en la medida que la medida esté bien implementada	Baja, en la medida que la medida esté bien implementada	Baja, en la medida que la medida esté bien implementada

Fuente: elaboración propia.



El primer indicador del Cuadro n° 11 es importante para ver la penetración de la medida en los agricultores. Si esta medida va acompañada de algún tipo de certificación puede ser más atractiva para los productores, y le puede dar un valor comercial que la potencia.

El tercer indicador es de intensidad de emisión, lo que es útil para desacoplar la producción agrícola con las emisiones de GEI, haciendo las medidas más coherentes con la política sectorial.

Cuadro n° 12. Ficha indicador principal acerca de reducción de emisiones por cultivo de arroz.

Elemento	Sub elemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	Uso paquete tecnológico bajo en emisión
	<b>Tipo de medida</b>	Mitigación
	<b>Objetivos</b>	Disminuir las emisiones de GEI por cultivo de arroz usando menor período de inundación
	<b>Importancia relativa</b>	Baja
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	Reducción GEI por menor período de inundación en arroz
	<b>Tipo de indicador</b>	Efecto
	<b>Subtipo de indicador</b>	Efecto GEI
	<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir la baja de emisiones de GEI por uso de paquete tecnológico con menor período de inundación del cultivo
	<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	Media – alta. Se espera que el dato de las hectáreas que adoptan el paquete tecnológico será estimable
	<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Nula en nuevos recursos. Media en tiempo a usar en la estimación
<b>Método de medición indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>	MM tCO <sub>2</sub> eq
	<b>Metodología de cálculo</b>	Emisiones estimadas año 10 – Emisiones estimadas año 0
	<b>Datos requeridos</b>	Número de hectáreas que adoptan el paquete tecnológico
	<b>Frecuencia de medición</b>	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	<b>Valor inicial</b>	0 kt CO <sub>2</sub> eq (año 2020)
	<b>Valor objetivo</b>	-28,86 kt CO <sub>2</sub> eq
	<b>Plazo valor objetivo</b>	10 años. Se asume uso en 30% de menor período de inundación y 50% de adopción

Esta medida tiene una expresión regional fácil de identificar, por lo que se sugiere desagregar el indicador, para las regiones de Maule y Ñuble, de manera de poder retroalimentar las medidas de manera más adecuada hacia las instituciones ejecutoras (posiblemente INDAP e INIA).

Para el indicador acerca del menor uso del agua, se requerirá estimar los metros cúbicos de agua ahorrada en el paquete tecnológico por hectárea cada año. Esta reducción se multiplica por la superficie de cultivo que adopta el paquete tecnológico, y lo cultiva para ese año. Se observa la diferencia entre el año 0 y el año 1.

Cuadro n°13. Ficha indicador beneficios acerca de reducción de uso de agua por cultivo de arroz.

Elemento	Sub elemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	Uso paquete tecnológico bajo en emisión
	<b>Tipo de medida</b>	Mitigación - Adaptación
	<b>Objetivos</b>	Disminuir las emisiones de GEI por cultivo de arroz usando menor período de inundación
	<b>Importancia relativa</b>	Baja
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	Reducción en el uso de agua para riego en cultivo de arroz
	<b>Tipo de indicador</b>	Efecto
	<b>Subtipo de indicador</b>	Efecto no GEI
	<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir la baja en el uso de agua para riego asociada al paquete tecnológico con menor período de inundación
	<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	Media – alta. Se espera que el dato de las hectáreas que adoptan el paquete tecnológico será estimable
	<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Nula en nuevos recursos. Media en tiempo a usar en la estimación
<b>Método de medición indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>	M <sup>3</sup> de agua de riego
	<b>Metodología de cálculo</b>	Agua ahorrada por paquete tecnológico en año 1 (M <sup>3</sup> ) - Agua ahorrada por paquete tecnológico en año 0 (M <sup>3</sup> )
	<b>Datos requeridos</b>	Número de hectáreas que adoptan el paquete tecnológico
	<b>Frecuencia de medición</b>	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	<b>Valor inicial</b>	0 M <sup>3</sup>
	<b>Valor objetivo</b>	A definir según metas sectoriales, y ahorros de agua en el paquete tecnológico.
	<b>Plazo valor objetivo</b>	A definir

## (H) Intensidad de emisiones subsector agrícola

Al igual que se recomienda para las emisiones de la ganadería, se sugiere usar un indicador similar para los sectores agrícola y frutícola agregados.

La variación de las emisiones de GEI entre rubros es muy alta: desde el cultivo de arroz, los cultivos intensivos en aplicación de nitrógeno, por un lado; hasta el cultivo de leguminosas en el otro extremo. Esta variabilidad amenaza por cierto esconder emisiones de rubros con el avance de superficie cultivada con otros que no emiten, y viceversa. Igualmente, por su simplicidad de estimación, y como forma de observar de manera resumida los avances en cuanto a desacople de la producción de la emisión de GEI; se sugiere incluir el indicador.

Las emisiones de GEI se obtienen de la suma de los componentes Cultivo de arroz, Aplicación de úrea, Suelos agrícolas y Encalado.

Cuadro n° 14. Ficha indicador intensidad de emisiones subsector agrícola-frutícola

Elemento	Sub elemento	Contenido
<b>Acción</b>	<b>Nombre</b>	NO APLICA
	<b>Tipo de medida</b>	
	<b>Objetivos</b>	
	<b>Importancia relativa</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	Intensidad de emisión de GEI del sector agrícola
	<b>Tipo de indicador</b>	Efecto
	<b>Subtipo de indicador</b>	Intensidad de emisiones
	<b>Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados</b>	Medir anualmente el avance o retroceso en el desacople de la producción agrícola con la emisión de GEI
	<b>Disponibilidad y calidad de la información</b>	De obtener por parte del Banco Central la información de PIB por subsectores, la información estará disponible y será de la calidad adecuada.
	<b>Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación</b>	Nula, si el Banco Central la provee desagregada. En cuanto a emisiones, se utiliza el dato del Inventario
<b>Método de medición indicador</b>	<b>Unidad de medición</b>	% de variación anual
	<b>Metodología de cálculo</b>	$\% \text{ variación} = \left[ \frac{(\text{Emisiones agrícolas}_1 / \text{PIB agrícola}_1) - (\text{Emisiones agrícolas}_0 / \text{PIB agrícola}_0)}{(\text{Emisiones agrícolas}_0 / \text{PIB agrícola}_0)} \right]$
	<b>Datos requeridos</b>	PIB agrícola y frutícola, emisiones anuales por cultivo de arroz, fertilización con urea, suelos agrícolas y encalado.
	<b>Frecuencia de medición</b>	Anual

Elemento	Sub elemento	Contenido
Valores objetivos indicador	Valor inicial	---
	Valor objetivo	Variación negativa
	Plazo valor objetivo	No hay (se podría definir por la autoridad sectorial)

### 4.3.3. Indicadores de efecto sector UTCUTS

Los indicadores UTCUTS referidos a Tierras forestales se establecen, normalmente, sobre la base de un sistema de registro y seguimiento de las actividades de incentivo y regulación forestal que, en el caso de Chile, se ve fortalecida a través de cinco iniciativas. La primera de ellas corresponde al sistema de administración y fiscalización de la asignación de los incentivos a la forestación (SAFIF) establecido para el D.L. 701, por parte de CONAF. Tales incentivos obligaron a establecer una serie de procedimientos que permitieran hacer un seguimiento del proceso de asignación condicionado a: i) determinados atributos de los terrenos en que se podían establecer las forestaciones; ii) determinados niveles de éxito en el prendimiento de las plantaciones; y iii) en ciertos casos, la realización de ciertas actividades de manejo de tales plantaciones. Ello, unido a la necesidad de hacer un seguimiento de los recursos financieros destinados a tales incentivos, a fin de evitar su mal uso, permitieron contar con un robusto sistema de seguimiento de la administración y fiscalización de los mencionados incentivos. Las capacidades y experiencia generada llevaron a ampliar este sistema de seguimiento a lo referido a las acciones regulatorias contenidas en los planes manejo. El SAFIF se constituyó asimismo en la base para establecer un sistema de administración y fiscalización de la asignación de los incentivos al manejo del bosque nativo que establece la Ley 20.283.

La segunda iniciativa relevante corresponde al Catastro del Bosque nativo que desarrolla CONAF. Este generó experiencias, capacidades y metodologías para obtener, de manera rápida, recurrente y eficiente, información confiable sobre el uso del suelo del país y, en especial, caracterizar los cambios que se dan en la vegetación del país.

Una tercera iniciativa, corresponde al desarrollo de metodologías y experiencia en la medición de carbono de formaciones vegetacionales que provee la iniciativa Inventario Forestal Nacional, de INFOR, a partir del 2001. Esta entrega todos los factores de emisión necesarios para llevar la contabilidad de carbono.

La cuarta iniciativa es el Sistema de estadísticas de incendios forestales que lleva CONAF, que registra cada uno de los incendios, sus superficies y tipo de vegetación, lo que permite estimar las emisiones de carbono que generan los incendios forestales.

Finalmente, está la experiencia generada por CONAF, a través de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales. Probablemente, es en dicha labor donde se ha logrado combinar y articular el conjunto de los insumos y experiencias previamente reseñadas para establecer un sistema de seguimiento e información de la emisión y captura de GEI en el sector forestal. Lo que se hizo a través de dicha estrategia fue plantear un ordenamiento de los sistemas

ya existentes para: i) crear el primer Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) en 2016 y en posteriores actualizaciones (en desarrollo); y ii) monitorear los avances de manera compatible al NREF para la consistencia metodológica<sup>9</sup>.

Lo previamente señalado indica que, en lo referido a UTCUTS, y en particular, respecto de las Tierras forestales, se cuenta con una base sólida para construir un sistema de MRV de medidas y acciones de mitigación de gases de efecto invernadero.

Las medidas e indicadores que se presentan más adelante se basan, en lo que refiere a la disponibilidad y calidad de la información, capacidades y recursos, y metodología de cálculo, en las bases y sistemas previamente indicados.

Por otra parte, un elemento importante a considerar para el desarrollo de un sistema de MRV para el componente Tierras Forestales de UTCUTS, es que dicho componente presenta un balance negativo, resultante de que las capturas de emisiones son significativamente mayores que las emisiones que se generan. Sin embargo, hay dos elementos preocupantes alrededor de los cuales se organizan las propuestas de medidas y de indicadores. Por una parte, se tienen los incendios forestales que generan, en ocasiones, elevados niveles de emisiones que llegan incluso a afectar el balance de emisiones del país. Tal situación, lleva a que se incluya en este informe una propuesta preliminar de medida que apunta a mitigar la expansión de tales incendios: *Fortalecimiento del Programa de silvicultura preventiva*. Esta medida apuntaría a disminuir la superficie afectada a los incendios forestales y por ende las emisiones que producto de tales siniestros se generan. El otro componente relevante para fines del balance de las emisiones es el *Aumento de biomasa*. El *Aumento de biomasa – bosque nativo* se ha mantenido relativamente estable en el tiempo. Por su parte, el *Aumento de biomasa – plantaciones* ha crecido. Sin embargo, tales aumentos de biomasa de plantaciones que generaron, en los 90, y hasta el 2000, aportes importantes al secuestro de carbono, fueron equilibrándose, alrededor de la medianía del período 2010-2020, con las emisiones por *Pérdidas de biomasa - cosecha*. Ello, fue resultado, probablemente, de una baja en el ritmo de forestación, acoplado con un creciente equilibrio forestación-cosecha. A tal situación, se ha sumado, a partir del inicio de la década del 2010, el incremento de la participación de las plantaciones en las cosechas para leña (*Pérdidas de biomasa-Leña*), lo que lleva a que hoy el balance entre (*Aumento de biomasa – plantaciones*)- (*Pérdidas de biomasa -cosecha*)- (*Pérdidas de biomasa-Leña* (plantaciones)) sea positivo, vale decir, el sector plantaciones genera más emisiones que las que captura. Esta situación ha llevado a que el balance de emisiones de las Tierras forestales vaya siendo menos negativo que lo que era, pasando de -70.224,7 kt CO<sub>2</sub> eq, en el año 2000 a -49.430,2 kt CO<sub>2</sub> eq, en 2020. En este marco, la atención de las acciones diseñadas por la autoridad para la NDC ha estado en la captura de GEI a través de forestación y de manejo sustentable y recuperación de bosque nativo, todo ello con miras a... *conservar la capacidad de captura del sector forestal en un promedio de 65 millones de MM tCO<sub>2</sub>eq*<sup>10</sup> (ver cuadro 15). Producto de ello, sobre la base de las metas de la NDC, se mencionan en este informe dos propuestas de medidas referidas al secuestro

<sup>9</sup> Esto ha sido refrendado por la verificación independiente de tercera parte que se han dado por las revisiones que hasta ahora Chile ha hecho en el marco de los expertos LULUCF de la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio climático (CMNUCC).

<sup>10</sup> Situación existente a mediados de la década pasada. Hoy las capturas están en 49.500 millones de MM tCO<sub>2</sub>eq.

de carbono: *Creación e implementación de una Ley de incentivo a la forestación de especies exóticas y nativas y Perfeccionamiento y aplicación mejorada de la Ley de Bosque nativo.*

Cuadro n° 15. Forestación Nativa y Exótica y Recuperación de Bosque Nativo.

Nombre	Forestación nativa y exótica y recuperación de bosque nativo	
Subsector	Forestal	
Fuente	Oficina de Cambio Climático y División de Información y Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente; Corporación Nacional Forestal (CONAF), Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) e Instituto Forestal (INFOR) del Ministerio de Agricultura.	
Descripción General	Esta medida busca conservar la capacidad de captura del sector forestal en un promedio de 65 millones de MM tCO <sub>2</sub> eq. Considera la forestación a través de bosque nativo y exótico (pino y eucaliptus), así como la recuperación de bosque nativo, a través del manejo apropiado que incluye actividades de cortas intermedias, regeneración y preservación.	
<b>Modelación</b>		
Principales Supuestos	Esta medida consideró el manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques, la forestación de 200.000 hectáreas de bosques (100.000 hectáreas de cubierta forestal permanente con especies nativas y 100.000 de plantaciones productivas, a través de una Recuperación y Forestación en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación) al 2030, sujeto a la aprobación de modificaciones de la Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal. Además, se consideró la reducción de emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un 50% al año 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2010 y son considerar sustitución.	
Elementos de Costos	Para esta medida se consideró la forestación tanto de plantaciones forestales exóticas como de bosque nativo, como una inversión (CAPEX), mientras que el manejo sustentable de bosque nativo (existente) se consideró como un gasto operacional (OPEX). Para calcular la inversión en forestación con especies exóticas se consideró un costo de \$1.500 USD y de 4.500 USD para bosque nativo. El costo de manejo de bosque nativo se consideró en 1.800 USD.	
Referencias	Datos de costos provistos por CONAF	
<b>Captura</b>		
	Año 2030	Año 2050
Captura de emisiones (MM tCO <sub>2</sub> eq)	-6,8	-9
Captura de emisiones acumuladas desde el 2020 (MM tCO <sub>2</sub> eq)	-47,8	-212,3
<b>Evaluación de Costos (periodo 2020-2050)</b>		
	Sin Tasa	Tasa 6%
CAPEX (MM USD)	1.500	689
OPEX (MM USD)	720	359
Costo total (MM USD)	2.220	1.047
Costo de abatimiento (USD/t CO <sub>2</sub> eq)	10,5	4,9

Fuente: NDC Chile al 2030 (MMA, 2019)

## **(A) Indicadores para acciones de prevención de incendios forestales**

Los incendios forestales corresponden a la principal fuente de emisiones observada en el sector en UTCUTS en Chile. Bajo situaciones de incendios extremos, como el 2017, las emisiones que se generan por este concepto mitigan significativamente, el rol de captura emisiones que han venido cumpliendo los bosques en Chile, llegando a alcanzar volúmenes de emisiones similares al total de emisiones país. En efecto, las emisiones de CO<sub>2</sub> de los megaincendios del 2017 fueron equivalentes a un 90% de las emisiones totales país de 2016<sup>11</sup>. Por otra parte, los incendios pueden anular largos esfuerzos de reducción de emisiones. En el caso de California, los incendios de 2020 significaron emisiones por dos veces las reducciones de emisiones desarrolladas desde 2003<sup>12</sup>.

El promedio de superficie afectada anualmente por incendios forestales en las últimas cuatro décadas es de 54.000 ha<sup>13</sup>, lo que genera emisiones que, en general, se ubican bajo las 5.000 kt CO<sub>2</sub> eq. Tal cantidad de emisiones incide marginalmente en el balance de emisiones de las tierras forestales, que en 2020 alcanzó a -49.430 kt CO<sub>2</sub> e<sup>14</sup>. No obstante, como lo muestra el año 2017, los incendios pueden tener un efecto significativo en el balance de GEI del país.

No existe ninguna medida planteada formalmente para disminuir la ocurrencia de incendios forestales<sup>15</sup>. No obstante, se trata de un factor relevante para el inventario de GEI del país y la Estrategia Climática de Largo Plazo, en el objetivo 6 del sector silvoagropecuario, busca reducir la ocurrencia y riesgo de incendios forestales<sup>16</sup>.

Buena parte de la acción para limitar el daño de los incendios forestales y consecuentemente las emisiones que estos generan, se centra en las actividades de combate de estos. Sin embargo, desde el punto de vista de los GEI, las acciones preventivas son más costo efectivas. Así, si bien no se cuenta con cifras que relacionen actividades preventivas con niveles de emisión de GEI, de acuerdo a Heines et al 2017, las acciones preventivas de incendios forestales generan, en promedio, un 88% de reducción en el gasto de control y un 55% en el gasto total de protección contra incendios forestales, debido, entre otros a que el gasto en prevención disminuye el número de grandes

---

<sup>11</sup> González, M. et al. 2020. Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.

<sup>12</sup> Jerret, M. et al. 2022. Up in smoke: California's greenhouse gas reductions could be wiped out by 2020 wildfires. Environmental Pollution, Volume 310.

<sup>13</sup> El megaincendio de 2017 afectó 518.174 ha. La superficie total afectada por incendios en 2016-2017 fue de 570.197 ha.

<sup>14</sup> Es necesario destacar que tal año las emisiones por incendios forestales fueron mas altas que las 5.000 kt CO<sub>2</sub> eq señaladas (9.650,8 kt CO<sub>2</sub> eq), debido a que la superficie afectada por incendios alcanzó a las 102.285,9 ha.

<sup>15</sup> Las metas 6.2 y 6.3, del objetivo 6 del sector silvoagropecuario, de la estrategia Climática de Largo plazo abordan el tema desde una perspectiva de análisis y estudio.

<sup>16</sup> Fomentar iniciativas enfocadas a evitar y/o disminuir la deforestación y la degradación de los recursos vegetacionales, aportando en la mitigación y adaptación al cambio climático, reduciendo la ocurrencia y riesgo de incendios forestales para alcanzar un armónico crecimiento económico, social y ambiental.

incendios devastadores<sup>17</sup>. Dentro de las actividades preventivas, las de silvicultura preventiva son probablemente las que son más fácilmente evaluables y por ende seguibles en lo que refiere a su impacto sobre las emisiones. No obstante, la labor preventiva también debe considerar medidas de comunicación y sensibilización, medidas físicas como cortafuegos y medidas de prevención punitiva.

Como se aprecia en los cuadros siguientes, pese a que ya se realizan iniciativas de silvicultura preventiva, no se cuenta con procedimientos que permitan estimar el impacto mitigador de esta medida en términos de superficie evitada de ser afectada por incendios forestales, lo que repercute directamente en que no se cuenta con procedimientos para estimar las toneladas de carbono equivalente evitadas de emitir.

Cuadro n° 16. Superficie sujeta a silvicultura preventiva.

Elemento	Subelemento	Contenido
Acción	<b>Nombre</b>	<b>Fortalecimiento del Programa de silvicultura preventiva</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Incrementar y ampliar las capacidades, recursos e instrumentos para el desarrollo de la silvicultura preventiva en el país
	Importancia relativa	No determinada
Indicador	<b>Nombre</b>	<b>Superficie sujeta a silvicultura preventiva</b>
	Tipo de indicador	Efecto
	Subtipo de indicador	Intermedio
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la superficie incorporada anualmente a silvicultura preventiva. Contar con información para estimar la superficie afecta a los efectos mitigatorios de la silvicultura preventiva
	Disponibilidad y calidad de la información	Información de calidad fácilmente disponible a través de los sistemas de registro del programa de prevención de incendios forestales
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	El seguimiento del indicador no requiere recursos adicionales
Método de medición indicador	Unidad de medición	Hectáreas
	Metodología de cálculo	Registro de la superficie sometida al programa de silvicultura preventiva
	Datos requeridos	Hectáreas incorporadas a actividades de silvicultura preventiva
	Frecuencia de medición	Anual
Valores objetivos indicador	Valor inicial	--
	Valor objetivo	--
	Plazo valor objetivo	2030

<sup>17</sup> Heines, B. et al. 2017. Assessing the economic trade-offs between prevention and suppression of forest fires. *Natural Resource Modeling*. 2018;31:e12159.



Cuadro n° 17. GEI no emitido producto de las actividades de silvicultura preventiva.

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Acción</b>	<b>Nombre</b>	<b>Fortalecimiento del Programa de silvicultura preventiva</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Incrementar y ampliar las capacidades, recursos e instrumentos para el desarrollo de la silvicultura preventiva (SP) en el país
	Importancia relativa	No determinada
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>GEI no emitido producto de las actividades de silvicultura preventiva</b>
	Tipo de indicador	Efecto
	Subtipo de indicador	GEI
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Estimar las emisiones de GEI no generadas como resultado de los efectos mitigatorios de la silvicultura preventiva
	Disponibilidad y calidad de la información	Información no disponible, requiere desarrollar: i) modelos de propagación de incendios a aplicar en las áreas afectas por incendios que cuenten con SP y determinar su desarrollo sin SP y estimar las emisiones del área; y ii) desarrollar un modelo general de emisiones evitadas según superficie de SP por tipo de bosques y afectación evitada
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	El seguimiento del indicador requiere recursos para el desarrollo de alguno de los modelos previamente indicados
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	tCO <sub>2</sub> eq evitadas
	Metodología de cálculo	Registro de la superficie afecta a SP y aplicación de modelos cómo los señalados en el punto Disponibilidad y calidad de la información
	Datos requeridos	Hectáreas incorporadas a actividades de SP
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	--
	Valor objetivo	--
	Plazo valor objetivo	2030

**(B) Indicadores asociados a la Creación e implementación de una Ley de incentivo a la forestación de especies exóticas y nativas**

Esta sería una medida bastante sencilla y lineal para lograr la captura de GEI y, en cierta medida, respondería al estancamiento de la forestación y, por ende, al estancamiento del *Aumento de biomasa – plantaciones*, que se aprecia desde 2010. Bajo tales circunstancias, la meta de Forestar 200.000 ha adquiere gran relevancia. Dado que no se cuenta con una ley de incentivos a la forestación que promueva y permita el desarrollo de las masas forestales para la captura de Carbono, la medida propuesta para avanzar hacia esa meta es la *Creación e implementación de una Ley de incentivo a la forestación de especies exóticas y nativas*. Esta medida y sus indicadores son registrados en las fichas a continuación.

Desde el punto de vista de un sistema de MRV, tal como se indicó, se cuenta con bases y procedimientos probados, conocidos y bastante consolidados. Las mayores dificultades yacen en: i) el desarrollo de buenos sistemas de muestreo que generen coeficientes sólidos para cubicar los volúmenes de carbono capturado para las mas importantes categorías de calidad de desarrollo de los bosques, tasas de crecimiento y grupos de especies; y ii) la existencia de alrededor de 10 condiciones/orientaciones<sup>18</sup> que se deben tomar en cuenta para implementar el compromiso, hecho que complejiza la tarea de MRV.

Cuadro n° 18. Superficie forestada por tipo de forestación, especie y región.

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Acción</b>	<b>Nombre</b>	<b>Creación e implementación de una Ley de incentivo a la forestación de especies exóticas y nativas</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Contar con un instrumento que permita financiar parte o la totalidad de los costos de establecer 200.000 ha de forestación al 2030 para capturar carbono.
	Importancia relativa	Alta, la forestación de 200.000 ha significaría una captura equivalente a 5,3% - 6.1% de las emisiones netas de 2020 de Chile.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Superficie forestada por tipo de forestación, especie y región</b>
	Tipo de indicador	Efecto
	Subtipo de indicador	Intermedio
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la superficie forestada anualmente, por tipo de forestación (especies nativas, especies introducidas y mezcla de especies nativas e introducidas, entre otros factores a considerar (La contribución nacional determinada considera alrededor de nueve orientaciones/directrices para el establecimiento de las 200.000 ha a forestar)) y región; Contar con información para estimar la captura de GEI por forestación; y mejorar la gestión del instrumento
	Disponibilidad y calidad de la información	Calidad y confiabilidad alta sobre la base de: i) sistema de registro de la asignación de los incentivos (etapa de pago de los incentivos por forestación); ii) establecimiento de un sistema de monitoreo satelital o similar, para seguir la evolución del desarrollo y calidad de las forestaciones establecidas.
Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	El seguimiento del indicador no requiere recursos adicionales para la etapa de pago de los incentivos, sin embargo, se requieren recursos para diseñar e implementar el sistema de monitoreo.	
	Unidad de medición	Hectáreas forestadas para la captura de carbono por tipo de forestación, región y niveles de densidad y desarrollo.

<sup>18</sup>

Establecidos en la NDC.

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Método de medición indicador</b>	Metodología de cálculo	i) Registro de la superficie forestada mediante incentivos el año en curso; ii) registro, mediante un sistema de monitoreo, de las superficies forestadas en años anteriores, que comprenda: a) un sistema de muestreo que periódicamente entregue estimaciones de los atributos de las forestaciones realizadas por tipo de forestación y región, entre otros factores a considerar) y b) un sistema de proyección de tales resultados al conjunto de la superficie forestada.
	Datos requeridos	i) hectáreas forestadas por tipo de forestación y región el año en curso; y ii) estimación de las hectáreas forestadas en años previos clasificadas según desarrollo y calidad, por tipo de forestación y región.
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	200.000 ha
	Plazo valor objetivo	2030

Cuadro n° 19. Captura de GEI alcanzadas mediante forestación.

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Acción</b>	<b>Nombre</b>	<b>Creación e implementación de una Ley de incentivo a la forestación de especies exóticas y nativas</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Contar con e implementar un instrumento que permita financiar parte o la totalidad de los costos de establecer 200.000 ha de forestación al 2030 para capturar carbono.
	Importancia relativa	Alta, la forestación de 200.000 ha significaría una captura equivalente a 5,3% - 6.1% de las emisiones netas de 2020 de Chile.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Captura de GEI alcanzadas mediante forestación</b>
	Tipo de indicador	Efecto
	Subtipo de indicador	GEI
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la captura de GEI resultante de las forestaciones; Informar el nivel de avance en el cumplimiento de las metas de la NDC
	Disponibilidad y calidad de la información	Calidad y confiabilidad alta sobre la base de: i) sistema de monitoreo que sigue la evolución del desarrollo y calidad de las forestaciones establecidas (superficie efectivamente existente por tipo de forestación, región y año); y ii) sistema de monitoreo de las capturas de GEI que comprenda un sistema de muestreo que periódicamente entregue estimaciones del impacto de las forestaciones en el secuestro de CO <sub>2</sub> y un sistema de proyección de tales secuestros al conjunto de la masa sometida a las actividades de forestación dirigidas a captura de carbono.

Elemento	Subelemento	Contenido
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	El seguimiento del indicador requiere, además de los recursos necesarios para determinar la superficie forestada por tipo de forestación, región y año, ya señalados en el indicador de efectos intermedios, recursos adicionales para diseñar e implementar el sistema de monitoreo de las capturas de GEI indicado en la celda anterior.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Ton de CO <sub>2</sub> equivalente capturadas como resultado de forestación
	Metodología de cálculo	Se calculan sobre la base de la superficie forestada por tipo de forestación, región y año, entregada por el sistema de monitoreo de superficie forestada, a la que se le aplican los valores de captura por ha, por tipo de forestación, región y año, generados por el sistema de muestreo que periódicamente entrega estimaciones del impacto de las forestaciones en el secuestro de CO <sub>2</sub> de acuerdo a tipo de forestación, región y año, entre otras variables.
	Datos requeridos	i) Héctareas forestadas por tipo de forestación y región; y ii) Estimación de los valores de secuestro de CO <sub>2</sub> por ha, por tipo de forestación, región y año, entre otras variables.
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	Alcanzar un nivel de captura de alrededor de 3,0 a 3,4 MtCO <sub>2</sub> eq
	Plazo valor objetivo	2030

### (C) Indicadores asociados al perfeccionamiento y aplicación mejorada de la Ley de Bosque nativo

El secuestro de carbono por parte del bosque nativo permanece bastante estable desde, a lo menos, la década del 90. Dado que las *Pérdidas de biomasa - cosecha* se concentra casi absolutamente en plantaciones<sup>19</sup> y que bosque nativo participa con alrededor de un 40% de las *Pérdidas de biomasa - leña*, sería esperable que el *Aumento de biomasa - bosque nativo* fuese al alza. La no ocurrencia de ello pareciera estar ligada a procesos de deterioro por corta ilegal, ganadería extensiva no regulada que impide la regeneración de los bosques y a mala gestión silvícola, entre otros. Lo anterior lleva a que la NDC considere dos metas: i) Manejo sustentable y recuperación de bosques nativos; y ii) Reducir la degradación y deforestación del bosque nativo. Para fines de este informe se ha tomado una medida concurrente a la primera de estas metas: Perfeccionamiento y aplicación mejorada de la Ley de Bosque nativo, la que se detalla, junto a un indicador de efecto intermedio, en el cuadro siguiente. Esta medida es mas compleja de monitorear que la de forestación, debido al significativo abanico de especies, tasas de crecimiento, y atributos de desarrollo de los bosques, lo que unida a la heterogeneidad inicial de los bosques que se integrarían en un programa de este tipo, exige el desarrollo de sistemas más elaborados de MRV

<sup>19</sup> El consumo de trozas de bosque nativo corresponde al 2023 al 0,32 del total nacional (Poblete, P. et al. 2023. Anuario Forestal 2023. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N° 192. P. 28)

Cuadro N° 20. Superficie de bosque nativo manejada sustentablemente y recuperada, por tipo forestal y región.

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Acción</b>	<b>Nombre</b>	<b>Perfeccionamiento y aplicación mejorada de la Ley de Bosque nativo</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Perfeccionar y aplicar el instrumento existente para manejar sustentablemente y recuperar 200.000 hectáreas de bosques nativos
	Importancia relativa	Alta, el manejo sustentable y la recuperación de 200.000 ha de BN significan una captura equivalente a 1,6% - 2,2 % de las emisiones netas de 2020 de Chile.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Superficie de bosque nativo manejada sustentablemente y recuperada, por tipo forestal y región</b>
	Tipo de indicador	Efecto
	Subtipo de indicador	Intermedio
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la superficie manejada sustentablemente y recuperada anualmente, por tipo forestal, estado de desarrollo, región y año, resultante de la aplicación de los perfeccionamientos a la Ley de BN; Contar con información para estimar la captura de GEI resultante de aplicación de los perfeccionamientos a la Ley de BN; y perfeccionar la aplicación de la Ley de Bosque Nativo
	Disponibilidad y calidad de la información	Calidad y confiabilidad alta sobre la base de: i) Sistema de registro de superficie incentivada por manejo sustentable y recuperación del bosque nativo (MSRBN) el año en curso; ii) Establecimiento de un sistema de monitoreo satelital o similar, para seguir la evolución del desarrollo y calidad de los bosques sujetos a actividades de MSRBN.
Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	El seguimiento del indicador no requiere recursos adicionales para la operación del sistema de registro existente, sin embargo, se requieren recursos para afinar el sistema de monitoreo.	
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Hectáreas sometidas al MSRBN para la captura de carbono por tipo de forestal, estado de desarrollo y región.
	Metodología de cálculo	Registro, mediante un sistema de monitoreo, de la superficie sometida al MSRBN por tipo forestal, estado de desarrollo, región y año, que comprenda: a) un sistema de muestreo que, periódicamente, entregue estimaciones de los atributos de desarrollo de los bosques sometidos al MSRBN por tipo forestal, estado de desarrollo, región y año, entre otros factores a considerar; y b) un sistema de proyección de tales resultados al conjunto de la superficie manejada y recuperada.
	Datos requeridos	i) Héctáreas sometidas a MSRBN por tipo de forestal, estado de desarrollo y región; ii) atributos de las bosques sometidos al MSRBN por tipo forestal, estado de desarrollo, región y año, entre otros factores a considerar y; iii) Estándares de carbono capturado por tipo de bosque según los atributos definidos en el punto anterior.
	Frecuencia de medición	Anual
	Valor inicial	0

Elemento	Subelemento	Contenido
Valores objetivos indicador	Valor objetivo	200.000 ha
	Plazo valor objetivo	2030

Cuadro N° 21. Captura de GEI alcanzada mediante manejo sustentable y recuperación de bosque nativo.

Elemento	Subelemento	Contenido
Acción	Nombre	<b>Perfeccionamiento y aplicación mejorada de la Ley de Bosque nativo</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Perfeccionar y aplicar el instrumento existente para manejar sustentablemente y recuperar 200.000 hectáreas de bosques nativos
	Importancia relativa	Alta, el manejo sustentable y la recuperación de 200.000 ha de BN significan una captura equivalente a 1,6% - 2,2 % de las emisiones netas de 2020 de Chile.
Indicador	Nombre	<b>Captura de GEI alcanzada mediante manejo sustentable y recuperación de bosque nativo</b>
	Tipo de indicador	Efecto
	Subtipo de indicador	GEI
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	1.- Medir la captura de GEI resultante de la aplicación de los perfeccionamientos a la Ley de BN para el manejo sustentable y recuperación de tales formaciones 2.- Informar el nivel de avance en el cumplimiento de las metas de la NDC.
	Disponibilidad y calidad de la información	Calidad y confiabilidad alta sobre la base de: i) un sistema de muestreo que, periódicamente, entregue estimaciones de los atributos de desarrollo de los bosques sometidos al MSRBN por tipo forestal, estado de desarrollo, región y año, entre otros factores a considerar; y ii) sistema de monitoreo de las capturas de GEI que comprenda un sistema de muestreo que, periódicamente, entregue estimaciones de los niveles de secuestro de CO <sub>2</sub> por tipo forestal, estado de desarrollo y región, entre otras variables y un sistema de proyección de tales secuestros al conjunto de la masa sometida al MSRBN.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	El seguimiento del indicador no requiere recursos adicionales para la operación del sistema de registro existente (información inicial), sin embargo, se requieren recursos para afinar el sistema de monitoreo
Método de medición indicador	Unidad de medición	Ton de CO <sub>2</sub> equivalente capturadas como resultado MSRBN.
	Metodología de cálculo	Se calcula sobre la base de la superficie sometida a MSRBN por tipo forestal, estado de desarrollo, región y año, entregada por el sistema de monitoreo de superficie manejada y recuperada, a la que se le aplican los valores de captura por ha, por tipo forestal, estado de desarrollo, región y año, generados por el sistema de muestreo .
	Datos requeridos	i) Héctáreas sometidas a MSRBN, por tipo de forestal, estado de desarrollo y región; y ii) Estimación de los valores de secuestro de CO <sub>2</sub> por ha sometida a MSRBN , por tipo forestal, región y año, entre otras variables.

Elemento	Subelemento	Contenido
	Frecuencia de medición	Anual
Valores objetivos indicador	Valor inicial	0
	Valor objetivo	Alcanzar un nivel de captura de alrededor de 0,9 a 1,2 MtCO <sub>2</sub> eq
	Plazo valor objetivo	2030

#### 4.3.4. Indicadores de progreso sector Agricultura

##### (A) Biodigestores de tratamiento para purines porcinos

###### a. Medida. Creación y ejecución de un Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos

Programa público que fomentaría el uso de biodigestores porcinos a través de 3 componentes: i. Apoyo a la investigación, desarrollo y transferencia de soluciones tecnológicas apropiadas a las escalas productivas de los planteles porcinos del país; ii. Asistencia técnica para el uso y mantención del sistema; y iii. Promoción de Acuerdos de Producción Limpia para el sector porcino dirigidos en esta línea.

*Cuadro n°22: Indicador 1. Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos*

Elemento	Subelemento	Contenido
Medida	Nombre	Creación y ejecución de un Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Incentivar la instalación y uso de biodigestores porcinos, mediante el desarrollo y difusión de soluciones tecnológicas apropiadas a las escalas de planteles porcinos existentes en el país, asistencia técnica sobre su instalación y manejo, y promoción de Acuerdos de Producción Limpia dirigidos en esta línea.
	Importancia relativa	Alta. El estiércol animal genera el 14% de las emisiones sectoriales y de ellas el 67% corresponde a estiércol de cerdos.
Indicador	Nombre	Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Recursos
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del presupuesto ejecutado por el Programa
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: la ejecución presupuestaria es una información registrada sistemáticamente y confiable.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
	Unidad de medición	Pesos chilenos

Elemento	Subelemento	Contenido
Método de medición indicador	Metodología de cálculo	Corresponde al monto total del presupuesto ejecutado por el Programa
	Datos requeridos	Datos de ejecución presupuestaria a nivel central.
	Frecuencia de medición	Anual (a partir del año de puesta en marcha).
Valores objetivos indicador	Valor inicial	0
	Valor objetivo	A definir por la autoridad sectorial
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

Fuente: elaboración propia.

*Cuadro n°23: Indicador 2. Número de soluciones de biodigestores apropiadas a las escalas de planteles porcinos desarrolladas y difundidas entre los productores de cerdos*

Elemento	Subelemento	Contenido
Medida	<b>Nombre</b>	<b>Creación y ejecución de un Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Incentivar la instalación y uso de biodigestores porcinos, mediante el desarrollo y difusión de soluciones tecnológicas apropiadas a las escalas de planteles porcinos existentes en el país, asistencia técnica sobre su instalación y manejo, y promoción de Acuerdos de Producción Limpia dirigidos en esta línea.
	Importancia relativa	Alta. El estiércol animal genera el 14% de las emisiones sectoriales y de ellas el 67% corresponde a estiércol de cerdos.
Indicador	<b>Nombre</b>	<b>Número de soluciones de biodigestores apropiadas a las escalas de planteles porcinos desarrolladas y difundidas entre los productores de cerdos.</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Actividad
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir los resultados de los esfuerzos de I+D+i en desarrollo de soluciones de biodigestores
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: el número de soluciones desarrolladas será un número acotado
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
Método de medición indicador	Unidad de medición	Número de soluciones de biodigestores apropiadas a las escalas de planteles porcinos desarrolladas y difundidas entre los productores de cerdos.
	Metodología de cálculo	Corresponde al número de soluciones de biodigestores que se han desarrollado y evaluado como adecuadas y que además han sido difundidas mediante distintos mecanismos (seminarios, boletines, videos, entre otros).
	Datos requeridos	Número de desarrollo de soluciones financiadas y difundidas
	Frecuencia de medición	Anual (desde la puesta en marcha del Programa)
	Valor inicial	0



Elemento	Subelemento	Contenido
Valores objetivos indicador	Valor objetivo	5 tipos de biodigestores
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

Fuente: elaboración propia.

*Cuadro n°24: Indicador 3. Número de empresas porcinas adscritas al Acuerdo de Producción Limpia (APL)*

Elemento	Subelemento	Contenido
Medida	Nombre	<b>Creación y ejecución de un Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Incentivar la instalación y uso de biodigestores porcinos, mediante el desarrollo y difusión de soluciones tecnológicas apropiadas a las escalas de planteles porcinos existentes en el país, asistencia técnica sobre su instalación y manejo, y promoción de Acuerdos de Producción Limpia dirigidos en esta línea.
	Importancia relativa	Alta. El estiércol animal genera el 14% de las emisiones sectoriales y de ellas el 67% corresponde a estiércol de cerdos.
Indicador	Nombre	<b>Número de empresas porcinas adscritas al Acuerdo de Producción Limpia (APL)</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Actividad
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la magnitud del compromiso del sector privado porcino para la instalación de biodigestores
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: el número de empresas es acotado y se registra de manera explícita (firma de compromiso de las empresas).
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), a cargo de coordinar los APL. Esta actividad es una tarea habitual de la institución, no implica un esfuerzo adicional.
Método de medición indicador	Unidad de medición	Número de empresa adscritas al APL
	Metodología de cálculo	Corresponde al número de empresas que se han adscritas al APL
	Datos requeridos	Número de empresas firmantes del APL disponible en la ASCC.
	Frecuencia de medición	Anual
Valores objetivos indicador	Valor inicial	0
	Valor objetivo	10 empresas
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

*b. Institución/es responsable/s de la medición del indicador.*

La institución pública responsable de la implementación de esta medida será la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), con el apoyo de la Fundación de Innovación Agraria (FIA), el Instituto

Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC).

## (B) Aditivo reductor de metano en bovinos

### a. Medida. Creación y puesta en ejecución de un Programa de fomento al uso de aditivo reductor de las emisiones de metano

Programa público que incentiva el uso de aditivos reductores de las emisiones de metano en las explotaciones bovinas, en particular lecheras estabuladas, mediante el apoyo a su adquisición a través de subsidios y/o créditos blandos para la operación, y asistencia técnica para su uso correcto.

*Cuadro n°25: Indicador 1. Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de fomento al uso de aditivo reductor de las emisiones de metano*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Creación y puesta en ejecución de un Programa de fomento al uso de aditivo reductor de las emisiones de metano</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Incentivar el uso de aditivo reductor de las emisiones de metano en las explotaciones bovinas, en particular lecheras estabuladas, mediante el apoyo a la adquisición a través de subsidios y/o créditos blandos para la operación y asistencia técnica para su uso correcto.
	Importancia relativa	Alta. La fermentación entérica aportó en un 39,4% de las emisiones sectoriales en el año 2020, siendo el ganado bovino responsables del 87% de dichas emisiones.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de fomento al uso de aditivo reductor de las emisiones de metano</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Recursos
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del presupuesto ejecutado por el Programa
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: la ejecución presupuestaria es una información registrada sistemáticamente y confiable.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Pesos chilenos
	Metodología de cálculo	Corresponde al monto del presupuesto ejecutado por el Programa
	Datos requeridos	Datos de ejecución presupuestaria a nivel central.
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	A definir por la institución responsable
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

Cuadro n°26: *Indicador 2. Número de ganaderos que han recibido beneficios del Programa (subsidio y/o asistencia técnica)*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Creación y puesta en ejecución de un Programa de fomento al uso de aditivo reductor de las emisiones de metano</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Incentivar el uso de aditivo reductor de las emisiones de metano en las explotaciones bovinas, en particular lecheras estabuladas, mediante el apoyo a la adquisición a través de subsidios y/o créditos blandos para la operación y asistencia técnica para su uso correcto.
	Importancia relativa	Alta. La fermentación entérica aportó en un 39,4% de las emisiones sectoriales en el año 2020, siendo el ganado bovino responsables del 87% de dichas emisiones.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número de ganaderos que han recibido beneficios del Programa (subsidio y/o asistencia técnica).</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Actividad
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del número de ganaderos sensibilizados en el uso de aditivo reductor de las emisiones de metano
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: el sistema de seguimiento del programa registrará esta información.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Número de beneficiarios del Programa
	Metodología de cálculo	Corresponde al número de personas que han beneficiado del Programa
	Datos requeridos	Datos de cobertura del Programa a nivel nacional
	Frecuencia de medición	Anual (desde la puesta en marcha del Programa)
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	A definir por la institución responsable
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

*b. Institución/es responsable/s de la medición del indicador*

La institución pública responsable de la implementación de esta medida será el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)

### (C) Uso eficiente de fertilizantes

#### a. Medida. Programa de desarrollo de capacidades de extensionistas en el uso eficiente de fertilizantes

Se propone fortalecer los programas de asistencia técnica de INDAP, mediante la capacitación de los y las extensionistas en el uso correcto de los fertilizantes nitrogenados.

*Cuadro 27: Indicador 1. Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de desarrollo de capacidades de extensionistas en el uso eficiente de fertilizantes*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Programa de desarrollo de capacidades de extensionistas en el uso eficiente de fertilizantes</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Incentivar el uso eficiente de fertilizantes, mediante acciones de capacitación a extensionistas
	Importancia relativa	Media. La aplicación de urea es la cuarta categoría de emisiones sectoriales, representando sólo un 3,3% de las emisiones.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de desarrollo de capacidades de extensionistas en el uso eficiente de fertilizantes</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Recursos
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del presupuesto ejecutado por el Programa
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: la ejecución presupuestaria es una información registrada sistemáticamente y confiable.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por las instituciones a cargo de este Programa (INDAP e INIA). Corresponde a un indicador de cobertura y por tanto es una tarea habitual, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Pesos chilenos
	Metodología de cálculo	Corresponde al monto del presupuesto ejecutado por el Programa
	Datos requeridos	Datos de ejecución presupuestaria a nivel central.
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	A definir por la institución responsable
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

*Cuadro n°28: Indicador 2. Número de extensionistas que han recibido capacitación en el uso eficiente de fertilizantes*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Programa de desarrollo de capacidades de extensionistas en el uso eficiente de fertilizantes</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Incentivar el uso eficiente de fertilizantes, mediante acciones de capacitación a extensionistas
	Importancia relativa	Media. La aplicación de urea es la cuarta categoría de emisiones sectoriales, representando sólo un 3,3% de las emisiones.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número de extensionistas que han recibido capacitación en el uso eficiente de fertilizantes</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Actividad
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del número de extensionistas que reciben capacitación en el uso eficiente de fertilizantes
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: el sistema de seguimiento del programa debería registrar esta información.
Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.	
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Número de beneficiarios del Programa
	Metodología de cálculo	Corresponde al número de extensionistas capacitados en el uso eficiente de fertilizantes
	Datos requeridos	Datos de cobertura del Programa a nivel nacional
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	A definir por la institución responsable
	Plazo valor objetivo	Año 3 desde el inicio de la implementación del PSM

*b. Institución/es responsable/s de la medición del indicador*

Las instituciones públicas responsables de la implementación de esta medida serán el INIA y el INDAP.

**(D) Arroz bajo en metano**

*a. Medida. Desarrollo y capacitación a extensionistas y productores de un paquete tecnológico para un cultivo de arroz bajo en emisiones*

Se propone que INIA desarrolle y transfiera un paquete tecnológico para la producción de arroz sustentable y bajo en emisiones. Esta medida considera la generación del paquete tecnológico, la

transferencia a extensionistas arroceros y la asistencia técnica de usuarios de INDAP productores de arroz.

*Cuadro n°29: Indicador 1. Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de capacitación en un paquete tecnológico para un cultivo de arroz bajo en emisiones*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Desarrollo y capacitación de extensionistas y productores de un paquete tecnológico para un cultivo de arroz bajo en emisiones</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Desarrollar y capacitar a extensionistas y productores en un paquete tecnológico adaptado a las condiciones del país para el cultivo de arroz bajo en emisiones
	Importancia relativa	Baja. El cultivo de arroz corresponde a la quinta categoría en emisiones del sector Agricultura, con un aporte del 1,6%.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de capacitación en un paquete tecnológico para un cultivo de arroz bajo en emisiones</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Recursos
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del presupuesto ejecutado por el Programa
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: la ejecución presupuestaria es una información registrada sistemáticamente y confiable.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Pesos chilenos
	Metodología de cálculo	Corresponde al monto del presupuesto ejecutado por el Programa
	Datos requeridos	Datos de ejecución presupuestaria a nivel central.
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	A definir por la institución responsable
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

*Cuadro n°30: Indicador 2. Número de extensionistas capacitados en la implementación del paquete tecnológico de arroz bajo en emisiones*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Desarrollo y capacitación a extensionistas y productores de un paquete tecnológico para un cultivo de arroz bajo en emisiones</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Desarrollar y capacitar a extensionistas en un paquete tecnológico adaptado a las condiciones del país para el cultivo de arroz bajo en emisiones
	Importancia relativa	Baja. El cultivo de arroz corresponde a la quinta categoría en emisiones del sector Agricultura, con un aporte del 1,6%.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número de extensionistas capacitados en la implementación del paquete tecnológico de arroz bajo en emisiones.</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Actividad
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del número de extensionistas que han recibido capacitación en el cultivo de arroz bajo en emisiones
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: el sistema de seguimiento del programa debería registrar esta información.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Número de beneficiarios del Programa de Asistencia Técnica en arroz bajo en emisiones
	Metodología de cálculo	Corresponde al número de extensionistas que han recibido capacitación en arroz bajo en emisiones
	Datos requeridos	Datos de cobertura del Programa a nivel nacional
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	A definir por la institución responsable
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

*Cuadro n°31: Indicador 3. Número de productores que han recibido asistencia técnica para la implementación del paquete tecnológico de arroz bajo en emisiones*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Desarrollo y capacitación a extensionistas y productores de un paquete tecnológico para un cultivo de arroz bajo en emisiones</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Desarrollar y capacitar a extensionistas en un paquete tecnológico adaptado a las condiciones del país para el cultivo de arroz bajo en emisiones
	Importancia relativa	Baja. El cultivo de arroz corresponde a la quinta categoría en emisiones del sector Agricultura, con un aporte del 1,6%.

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número de productores que han recibido asistencia técnica para la implementación del paquete tecnológico de arroz bajo en emisiones.</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Actividad
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del número de arroceros que reciben asistencia técnica en el cultivo de arroz bajo en emisiones
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: el sistema de seguimiento del programa debería registrar esta información.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa de INDAP. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Número de beneficiarios del Programa de Asistencia Técnica en arroz bajo en emisiones
	Metodología de cálculo	Corresponde al número de extensionistas que han recibido capacitación en arroz bajo en emisiones
	Datos requeridos	Datos de cobertura del Programa a nivel nacional
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	A definir por la institución responsable
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

*b. Institución/es responsable/s de la medición del indicador*

Las instituciones públicas responsables de la implementación de esta medida serán el INDAP y el INIA.

**(E) Reducción de quemas agrícolas**

*a. Medida. Creación y puesta en ejecución de un Programa de reducción de las quemas agrícolas*

Programa público que busca incentivar la aplicación de prácticas alternativas a las quemas, mediante la entrega de subsidios para el financiamiento del servicio de maquinaria chipeadora y la asistencia técnica para la revalorización y reutilización de los desechos agrícolas generados.



*Cuadro n°32: Indicador 1. Monto del presupuesto ejecutado epor el Programa de reducción de quemas*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Creación y puesta en ejecución de un Programa de reducción de las quemas agrícolas</b>
	Tipo de medida	Mitigación.
	Objetivos	Incentivar la aplicación de prácticas alternativas a las quemas mediante la entrega de subsidio para financiar el servicio de maquinaria y asistencia técnica a los productores
	Importancia relativa	Baja. En el año 2020 las quemas de residuos agrícolas representaron sólo un 0,4% de las emisiones de GEI.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de reducción de quemas</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Recursos
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del presupuesto ejecutado por el Programa
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: la ejecución presupuestaria es una información registrada sistemáticamente y confiable.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Pesos chilenos
	Metodología de cálculo	Corresponde al monto del presupuesto ejecutado por el Programa
	Datos requeridos	Datos de ejecución presupuestaria a nivel central.
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	A definir por la institución responsable
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

*Cuadro n°33: Indicador 2. Número de productores que reciben beneficios del Programa (subsidio y/o asistencia técnica)*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Creación y puesta en ejecución de un Programa de reducción de las quemas agrícolas</b>
	Tipo de medida	Mitigación.
	Objetivos	Incentivar la aplicación de prácticas alternativas a las quemas mediante la entrega de subsidio para financiar el servicio de maquinaria y asistencia técnica a los productores
	Importancia relativa	Baja. En el año 2020 las quemas de residuos agrícolas representaron sólo un 0,4% de las emisiones de GEI.

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Número de productores que reciben beneficios del Programa (subsidio y/o asistencia técnica)</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Actividad
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del número de productores beneficiarios del Programa.
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: el sistema de seguimiento del programa debería registrar esta información.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Número de beneficiarios del Programa de reducción de las quemadas agrícolas
	Metodología de cálculo	Corresponde al número de personas que han recibido subsidio y/o asistencia técnica del Programa
	Datos requeridos	Datos de cobertura del Programa a nivel nacional
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	0
	Valor objetivo	A definir por la institución responsable
	Plazo valor objetivo	Año 5 desde el inicio de la implementación del PSM

*b. Institución/es responsable/s de la medición del indicador*

Las instituciones públicas responsables de la implementación de esta medida serán el INDAP e INIA.

#### **4.3.5. Indicadores de progreso sector UTCUTS**

##### **(A) Reducción de incendios**

*a. Medida. Fortalecimiento del Programa de silvicultura preventiva*

Programa público que busca ampliar las capacidades técnicas de los actores involucrados y ampliar los recursos e instrumentos para el desarrollo de la silvicultura preventiva en el país.

*Cuadro n°34: Indicador 1. Monto del presupuesto del Programa de silvicultura preventiva ejecutado*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Fortalecimiento del Programa de silvicultura preventiva</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Incrementar y ampliar las capacidades, recursos e instrumentos para el desarrollo de la silvicultura preventiva en el país
	Importancia relativa	No determinada
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Monto del presupuesto del Programa de silvicultura preventiva ejecutado</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Recursos
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución de los recursos destinados a incrementar las capacidades del programa de silvicultura preventiva.
	Disponibilidad y calidad de la información	Información de calidad fácilmente disponible a través de los sistemas de seguimiento presupuestario y cumplimiento de metas
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Pesos chilenos
	Metodología de cálculo	Seguimiento del gasto en el ítem Programa de silvicultura preventiva a través del sistema de seguimiento presupuestario
	Datos requeridos	Datos de ejecución del gasto del Programa de silvicultura preventiva
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	---
	Valor objetivo	---
	Plazo valor objetivo	2030

*b. Institución/es responsable/s de la medición del indicador*

Las instituciones públicas responsables de la implementación de esta medida serán la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Instituto Forestal (INFOR).

**(B) Forestación**

*a. Medida. Creación y puesta en operación de una Ley de incentivo a la forestación de especies exóticas y nativas*

Programa público que busca contar con un instrumento que permita financiar parte o la totalidad de los costos de establecer 200.000 ha de forestación al 2030 para capturar carbono.

*Cuadro n°35: Indicador 1. Elaboración y puesta en marcha de una ley que incentive la forestación con especies exóticas y nativas para capturar carbono*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Creación y puesta en operación de una Ley de incentivo a la forestación de especies exóticas y nativas</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Contar con un instrumento que permita financiar parte o la totalidad de los costos de establecer 200.000 ha de forestación al 2030 para capturar carbono.
	Importancia relativa	Alta, significaría dar factibilidad a una iniciativa que significaría una captura equivalente a 5,3% - 6.1% de las emisiones netas de 2020 de Chile.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Elaboración y puesta en marcha de una ley que incentive la forestación con especies exóticas y nativas para capturar carbono</b>
	Tipo de indicador	Progreso
	Subtipo de indicador	Actividades
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Determinar el avance en la elaboración, tramitación legislativa, aprobación y puesta en marcha de la Ley de incentivos a la forestación para capturar carbono
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: corresponde a los hitos cualitativos asociados al proceso de elaboración y aprobación de un marco legal
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	Es un indicador de hitos cualitativos, fácilmente identificables, cuya medición será realizada por CONAF. El seguimiento del indicador no requiere de recursos adicionales
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	El avance se mide en hitos correspondientes a i) elaboración del proyecto de Ley; ii) aprobación de la Ley; iii) reglamentación y elaboración de la normativa y de los sistemas de seguimiento de la Ley; iv) asignación de recursos presupuestarios; y v) puesta en marcha.
	Metodología de cálculo	Medición de hitos cualitativos
	Datos requeridos	Información acerca de los avances respecto de cada uno de los hitos
	Frecuencia de medición	semestral
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	No existe Ley de incentivos a la forestación para capturar carbono
	Valor objetivo	Ley de incentivos a la forestación para capturar carbono aprobda y en operación
	Plazo valor objetivo	2025

*b. Institución/es responsable/s de la medición del indicador*

Las instituciones públicas responsables de la implementación de esta medida serán la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Instituto Forestal (INFOR).

**(C) Aumento de superficie bajo plan de manejo**

*a. Medida. Perfeccionamiento de la aplicación de la Ley de Bosque nativo*

Programa público que busca facilitar y agilizar el acceso y uso adecuado de los recursos disponibles en la Ley de bosque nativo para ampliar y mejorar el manejo sustentable y recuperación del bosque nativo (M&R) de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 MtCO<sub>2</sub>eq anuales, al año 2030.

*Cuadro n°36: Indicador 1. Monto de incentivo de la Ley de Bosque Nativo entregado para el manejo sustentable y la recuperación de bosque nativo*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Perfeccionamiento de la aplicación de la Ley de Bosque nativo</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Facilitar y agilizar el acceso y uso adecuado de los recursos disponibles en la Ley de bosque nativo para ampliar y mejorar el manejo sustentable y recuperación del bosque nativo (M&R) de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 MtCO <sub>2</sub> eq anuales, al año 2030.
	Importancia relativa	Alta, significaría una captura equivalente a 1,6% - 2,2% de las emisiones netas de 2020 de Chile.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Monto de incentivo de la Ley de Bosque Nativo entregado para el manejo sustentable y la recuperación de bosque nativo</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Recursos
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir la evolución del monto de recursos destinados al subsidio al manejo sustentable y recuperación de bosques nativos de la Ley del BN; medir el desempeño institucional en la colocación de los subsidios; y mejorar el marco normativo, operativo y de gestión de la Ley
	Disponibilidad y calidad de la información	Información fácilmente disponible y de calidad: la ejecución presupuestaria es una información registrada sistemáticamente y confiable.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de profesionales a cargo de la operación y seguimiento del Programa. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Pesos chilenos
	Metodología de cálculo	Corresponde al monto ejecutado de subsidio de la Ley de Bosque nativo
	Datos requeridos	Datos de ejecución presupuestaria a nivel central.
	Frecuencia de medición	Anual

Elemento	Subelemento	Contenido
Valores objetivos indicador	Valor inicial	-----
	Valor objetivo	----
	Plazo valor objetivo	2030

*Cuadro n°37: Indicador 2. Proporción de los Planes de Manejo de Bosque nativo financiados por la Ley que son fiscalizados*

Elemento	Subelemento	Contenido
<b>Medida</b>	<b>Nombre</b>	<b>Perfeccionamiento de la aplicación de la Ley de Bosque nativo</b>
	Tipo de medida	Mitigación
	Objetivos	Facilitar y agilizar el acceso y uso adecuado de los recursos disponibles en la Ley de bosque nativo para ampliar y mejorar el manejo sustentable y recuperación del bosque nativo (M&R) de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 MtCO <sub>2</sub> eq anuales, al año 2030.
	Importancia relativa	Alta, significaría una captura equivalente a 1,6% - 2,2% de las emisiones netas de 2020 de Chile.
<b>Indicador</b>	<b>Nombre</b>	<b>Proporción de los Planes de Manejo de Bosque nativo financiados por la Ley que son fiscalizados</b>
	Tipo de indicador	Indicador de progreso
	Subtipo de indicador	Actividad
	Objetivos del indicador y usos previstos de los resultados	Medir el mejoramiento de la robustez del sistema de fiscalización, lo cual contribuye a elevar la calidad de la ejecución de los Planes de Manejo financiados por la Ley.
	Disponibilidad y calidad de la información	Información disponible y de calidad, generada por el propio sistema de fiscalización.
	Capacidad, recursos y tiempo disponible para la evaluación	La medición del indicador será realizada por uno de los integrantes del equipo de fiscalización de la CONAF. Esta actividad es una tarea habitual del equipo, no implica un esfuerzo adicional.
<b>Método de medición indicador</b>	Unidad de medición	Porcentaje
	Metodología de cálculo	Corresponde al número de Planes de manejo fiscalizados clasificados como bien implementados dividido por el número total de Planes de manejo fiscalizados.
	Datos requeridos	Datos del sistema de fiscalización
	Frecuencia de medición	Anual
<b>Valores objetivos indicador</b>	Valor inicial	---
	Valor objetivo	---
	Plazo valor objetivo	2030

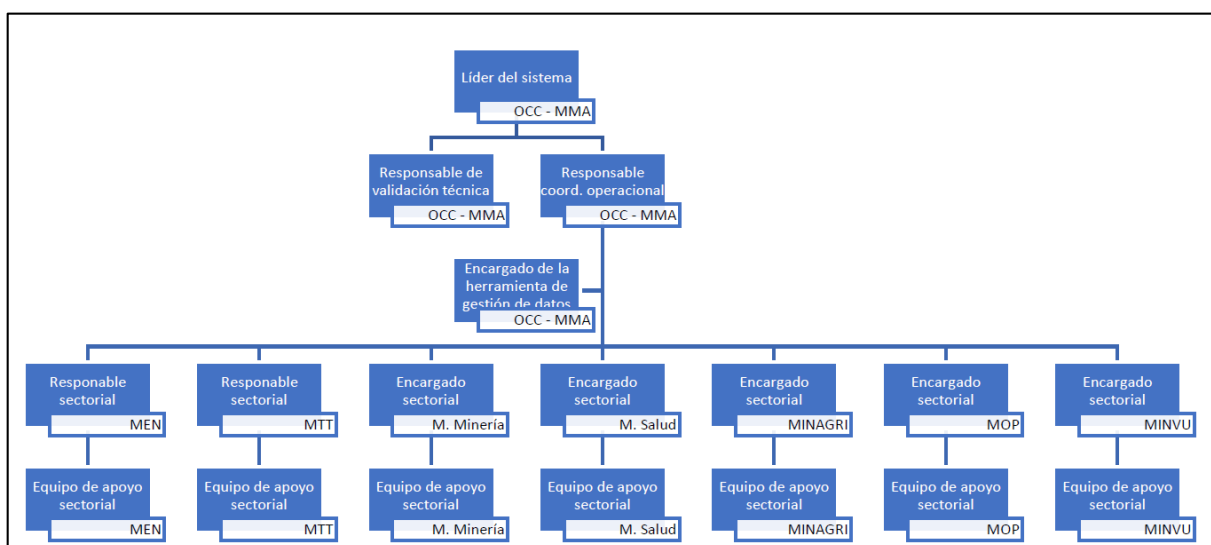
*b. Institución/es responsable/s de la medición del indicador*

Las instituciones públicas responsables de la implementación de esta medida serán la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Instituto Forestal (INFOR).

#### 4.4. Gobernanza y arreglos institucionales para la implementación del sistema de MRV

El Sistema Nacional de MRV de Medidas de Mitigación, que hace seguimiento y evalúa todos los PSM del país, está radicado en el Ministerio del Medio Ambiente organismo que actúa de Líder del Sistema a través de su Oficina de Cambio Climático (OCC). Sus actores relevantes son el Responsable de la Coordinación Operacional del Sistema, el Responsable de la Validación Técnica y el Encargado/a de la Herramienta de Gestión de Datos. La labor fundamental de este equipo es interactuar con los Encargados Sectoriales y los Equipos de Apoyo Sectorial de los distintos ministerios con responsabilidades en materia de mitigación, a quienes, a su vez, les compete el diseño e implementación de los PSM, su actualización periódica y por, sobre todo, la provisión de la información requerida para elaboración de los reportes nacionales e internacionales. (Figura n° 5).

Figura n° 5. Organigrama del Sistema Nacional de MRV de Medidas de Mitigación.



Fuente: WSP & PNUD, 2022. Definición de lineamientos del sistema nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de políticas y acciones de mitigación impulsadas por el sector público, 2022.

Como se señaló en el segundo informe de esta consultoría, el MINAGRI cuenta con una gobernanza acorde a los desafíos que impone el Cambio Climático a nivel sectorial: el Comité Interministerial de Cambio Climático (CTICC), el cual fue creado el año 2017, mediante el Decreto Exento N° 360, y cuyos objetivos son:

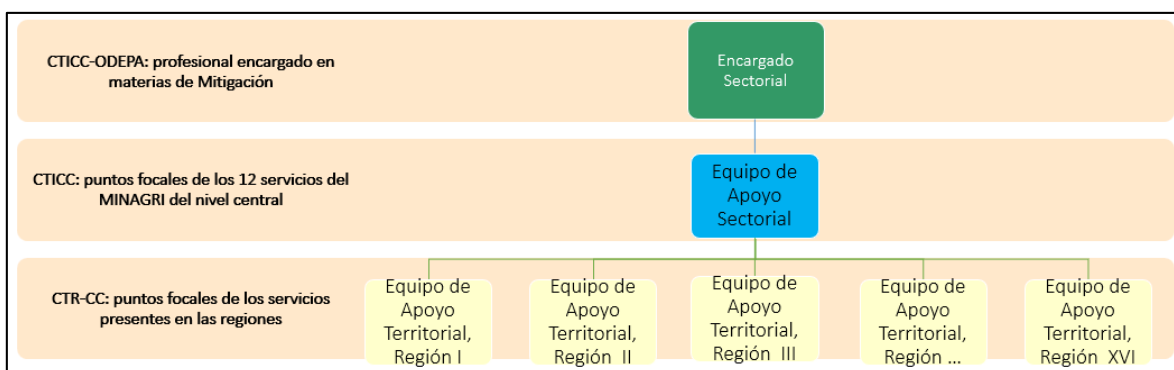
- Asesorar al Ministro de Agricultura en la formulación, elaboración, seguimiento y evaluación de políticas sobre cambio climático en el sector silvoagropecuario.
- Apoyar la gestión ministerial que se ocupa de la preparación de la posición del ministerio en negociaciones internacionales sobre cambio climático.
- Promover instrumentos de mediano y largo plazo que apunten a generar mejoras estructurales y organizacionales del sector silvoagropecuario, en materia de cambio climático.
- Favorecer o propiciar la generación de sistemas de información y soporte de las decisiones ministeriales que se adopten en apoyo de los objetivos anteriormente señalados.

Este Comité está integrado por representantes de todos los servicios del agro y sesiona trimestralmente, presidido por la Directora de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) quien se apoya en un/a profesional encargado/a en materia de mitigación y un/a profesional encargado/a de adaptación.

El CTICC se despliega en los territorios a través de los Comités Técnicos Regionales de Cambio Climático (CTR-CC), dirigidos por el SEREMI de Agricultura, e integra puntos focales de los servicios ministeriales presentes en los territorios.

Valiéndose de la base institucional que otorga el CTICC y los CTR-CC, y del conocimiento y experiencia de sus integrantes, se propone radicar en estos comités los roles y responsabilidades que se requiere establecer para la operación del sistema. De esta forma, se propone la creación del Subcomité MRV del PSM de A – UTCUTS que estará integrado por las dos actorías establecidas por la gobernanza del Sistema Nacional de MRV de Mitigación – el/la Encargado/a Sectorial y el Equipo de Apoyo Sectorial – proponiéndose además la inclusión de un tercer nivel de gestión del sistema que correspondería al Equipo Territorial Regional (Figura n° 6).

Figura n° 6. Organigrama del Subcomité MRV del PSM de A – UTCUTS del CTICC.



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describen los roles y responsabilidades que les competirán a cada una de las actorías que integrarán el Subcomité de MRV del PSM de A – UTCUTS del CTICC.

*Encargado/a Sectorial:* profesional del Departamento de Sustentabilidad y Cambio Climático, Unidad Cambio Climático de ODEPA, a cargo del componente de Mitigación y coordinador/a en la materia en el CTICC. Sus responsabilidades serán:

- Velar por el cumplimiento de los principios del sistema MRV<sup>20</sup> en aquellas actividades que son de competencia de su sector.

<sup>20</sup> Los principios de los sistemas MRV de Medidas de Mitigación son: (i) Sostenibilidad; (ii) Simplicidad; (iii) Costo-efectividad; (iv) Flexibilidad; (v) Accesibilidad; (vi) Transparencia; (vii) Compatibilidad; (viii) Exportabilidad. Para mayores detalles revisar Segundo Informe de la presente consultoría.



- Asegurar el cumplimiento de los requisitos de monitoreo de acuerdo con los lineamientos establecidos (periodicidad de medición, plazos de entrega de información, tipo de seguimiento, otros).
- Coordinar con el Equipo de Apoyo Sectorial y los Equipos Territoriales, la compilación de la información monitoreada que deberá ser reportada al Sistema Nacional de MRV de Medidas de Mitigación.
- Proporcionar a la persona que tome el rol de Responsable de la Coordinación Operacional en el MMA, la información requerida para los procesos operacionales, a través de la herramienta de gestión de datos.
- Retroalimentar al Equipo de Apoyo Sectorial y a los Equipos Territoriales.

*Equipo de Apoyo Sectorial:* integrado por los puntos focales designados por las autoridades de los servicios del MINAGRI que conforman el CTICC, estos son:

- Subsecretaría de Agricultura
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- Comisión Nacional de Riego (CNR)
- Corporación Nacional Forestal (CONAF)
- Fundación para la Innovación Agraria (FIA)
- Instituto Forestal (INFOR)
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)
- Comité de Agroseguros
- Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro (FUCOA)

Sus responsabilidades serán:

- Implementar los procesos de monitoreo sectoriales requeridos para alimentar al Sistema Nacional de MRV de Medidas de Mitigación.
- Reportar a la persona que tome el rol de Encargado Sectorial.

*Equipo de Apoyo Territorial:* uno por región del país, integrado por los puntos focales regionales designados por las autoridades de los servicios del MINAGRI presentes en los territorios<sup>21</sup>, que conforman los CTR-CC. Estos son:

- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- Comisión Nacional de Riego (CNR)
- Corporación Nacional Forestal (CONAF)

---

<sup>21</sup> No todos los servicios del MINAGRI tienen presencia en cada una de las regiones del país, como es el caso de FIA, CNR, INIA, entre otras y en cuyo caso, es esperable que el/la punto focal de una región participe también como punto focal de las regiones aledañas, en una lógica de macrozonas.

- Fundación para la Innovación Agraria (FIA)
- Instituto Forestal (INFOR)
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

Sus responsabilidades serán:

- Implementar los procesos de monitoreo territoriales del sector requeridos para alimentar al Sistema de MRV del PSM de A - UTCUTS a nivel de sus regiones o macrozonas, según corresponda.
- Reportar al/la punto focal del Equipo de Apoyo Sectorial.

Se sugiere que para cada uno de estos roles, se defina un/a representante principal y un/a representante suplente, esto permitirá no suspender los flujos de información frente a eventos programados como también no programados. Así mismo, se sugiere establecer los roles en función de los cargos institucionales y no en función de los/las profesionales, de manera de agilizar la toma de posesión del rol en caso de salida de profesionales de la institución.

La definición precisa de los indicadores que deberán ser levantados y monitoreados por cada uno de los servicios del MINAGRI a través de sus puntos focales nacionales y territoriales deberá ser hecha una vez que el PSM haya sido diseñado y aprobado, sin embargo, para efectos de esta propuesta se trabajará sobre la base de las medidas preestablecidas y que fueron presentadas en el capítulo 2.2 del documento.

De acuerdo a dicho capítulo, existirán, al menos, 8 acciones tendientes al cumplimiento de los compromisos sectoriales establecidos en la ECLP y que aportarán a la NDC de nuestro país. Para el seguimiento de dichas acciones, se definió un total de 30 indicadores de MRV, de los cuales 14 son de efectos y 16 son de progreso. En el Cuadro n° 38 se presenta una matriz que resume esta información y que propone servicios responsables de su seguimiento y monitoreo.

Cuadro n° 38. Seguimiento de los indicadores de MRV del PSM de A – UTCUTS por servicio del MINAGRI, según medida.

<b>Acción</b>	<b>Medida</b>	<b>Tipo de indicador</b>	<b>Indicador de MRV (P/E)</b>	<b>Servicio/s MINAGRI responsable/s o coadyuvante/s del seguimiento</b>
1. Biodigestores porcinos		Efecto GEI	-Abatimiento de GEI por biodigestores	ODEPA (responsable) INIA (coadyuvante)
	Creación y fortalecimiento de un Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos	Progreso - recursos	-Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos	ODEPA (responsable) FIA, INIA y ASCC (coadyuvantes)
		Progreso - actividad	-Número de soluciones de biodigestores apropiadas a las escalas de plantales porcinos desarrolladas y difundidas entre los productores de cerdos	
		Progreso - actividad	-Número de empresas porcinas adscritas al Acuerdo de Producción Limpia (APL)	
2. Aditivo reductor de metano en bovinos		Efecto GEI	-Reducción GEI por fermentación entérica por uso de aditivo	ODEPA (responsable) INIA (coadyuvante)
	Creación y puesta en ejecución de un Programa de fomento al uso de aditivo reductor de las emisiones de metano	Progreso - recursos	-Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de fomento al uso de aditivo reductor de las emisiones de metano	INDAP (responsable)
		Progreso - actividad	-Número de ganaderos que han recibido beneficios del Programa (subsidio y/o asistencia técnica)	
Indicador de intensidad de emisión sectorial		Efecto – intensidad de emisiones Ganaderas	-Intensidad de emisión de GEI de la ganadería	ODEPA (responsable)
5. Uso eficiente de fertilizantes		Efecto GEI	-Variación emisiones anuales de GEI por aplicación de N	ODEPA (responsable)
	Programa de desarrollo de capacidades de extensionistas en el uso eficiente de fertilizantes	Progreso - recursos	-Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de desarrollo de capacidades de extensionistas en el uso eficiente de fertilizantes	INIA (responsable) INDAP (coadyuvante)
		Progreso - actividad	-Número de extensionistas que han recibido capacitación en el uso eficiente de fertilizantes	

Acción	Medida	Tipo de indicador	Indicador de MRV (P/E)	Servicio/s MINAGRI responsable/s o coadyuvante/s del seguimiento
6. Arroz bajo en metano		Efecto GEI	-Reducción GEI por menor período de inundación en arroz	ODEPA (responsable) INIA (coadyuvante)
		Efecto NO GEI	-Reducción en el uso de agua para riego en cultivo de arroz	ODEPA (responsable)
	Desarrollo y capacitación a extensionistas de un paquete tecnológico para un cultivo de arroz bajo en emisiones	Progreso - recursos	-Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de capacitación en un paquete tecnológico para un cultivo de arroz bajo en emisiones	INDAP (responsable) INIA (coadyuvante)
		Progreso - actividad	-Número de extensionistas capacitados en la implementación del paquete tecnológico de arroz bajo en emisiones	
Progreso - actividad	-Número de productores que han recibido asistencia técnica para la implementación del paquete tecnológico de arroz bajo en emisiones			
7. Reducción de quemas agrícolas		Efecto intermedio	-Variación en el uso de quemas agrícolas como tratamiento de residuos	ODEPA (responsable) CONAF (coadyuvante)
	Creación y puesta en ejecución de un Programa de reducción de las quemas agrícolas	Progreso - recursos	-Monto del presupuesto ejecutado por el Programa de reducción de quemas	INDAP (responsable) INIA (coadyuvante)
		Progreso - actividad	-Número de productores que reciben beneficios del Programa (subsidio y/o asistencia técnica)	
Indicador de intensidad de emisión sectorial		Efecto – intensidad de emisiones agrícolas y frutícolas	-Intensidad de emisión de GEI de la agricultura y fruticultura	ODEPA (responsable)
8. Forestación		Efecto - GEI		CONAF (responsable) INFOR (coadyuvante)
	Creación y puesta en operación de una Ley de incentivo a la forestación de especies exóticas y nativas	Progreso - actividad	-Elaboración y puesta en marcha de una ley que incentive la forestación con especies exóticas y nativas para capturar carbono	CONAF (responsable) INFOR (coadyuvante)
		Efecto GEI		CONAF (responsable) INFOR (coadyuvante)

<b>Acción</b>	<b>Medida</b>	<b>Tipo de indicador</b>	<b>Indicador de MRV (P/E)</b>	<b>Servicio/s MINAGRI responsable/s o coadyuvante/s del seguimiento</b>
9. Aumento superficie bajo plan de manejo	Perfeccionamiento de la aplicación de la Ley de Bosque nativo	Progreso - recursos	-Monto de incentivo de la Ley de Bosque Nativo entregado para el manejo sustentable y la recuperación de bosque nativo	CONAF (responsable) INFOR (coadyuvante)
		Progreso - actividad	-Proporción de los Planes de Manejo de Bosque nativo financiados por la Ley que son fiscalizados	
10. Reducción de incendios		Efecto GEI		CONAF (responsable)
	Fortalecimiento del Programa de silvicultura preventiva	Progreso - recursos	-Monto del presupuesto del Programa de silvicultura preventiva ejecutado	CONAF (responsable) INFOR (coadyuvante)

Fuente: elaboración propia.

Esta información es relevante para la conformación de los equipos que estarán a cargo del seguimiento de los indicadores de MRV de cada uno de los servicios y para los cuales se deberá procurar suministrar las competencias necesarias a través de cursos de capacitación o entrenamiento. También es importante para la asignación de recursos presupuestarios acorde al esfuerzo que requiere el seguimiento, todo ello en orden al uso eficiente de los recursos públicos.

#### **4.5. Procesos y plazos del sistema de MRV**

El Líder Sectorial, en este caso el MINAGRI, deberá reportar a la OCC del MMA, la información monitoreada *ex post* de cada uno de los indicadores seleccionados para cada medida del PSM. Este reporte se debe realizar mediante la Herramienta de Gestión de Datos, presentando, entre otra, la siguiente información:

- Valor monitoreado de cada uno de los indicadores declarados en el PSM.
- Estado de implementación de cada medida de mitigación del PSM. Se deberá indicar qué acciones y políticas declaradas en períodos anteriores ya no están aplicándose, y explicar el por qué.
- Nivel de involucramiento/responsabilidad por autoridad sectorial *ex post*.

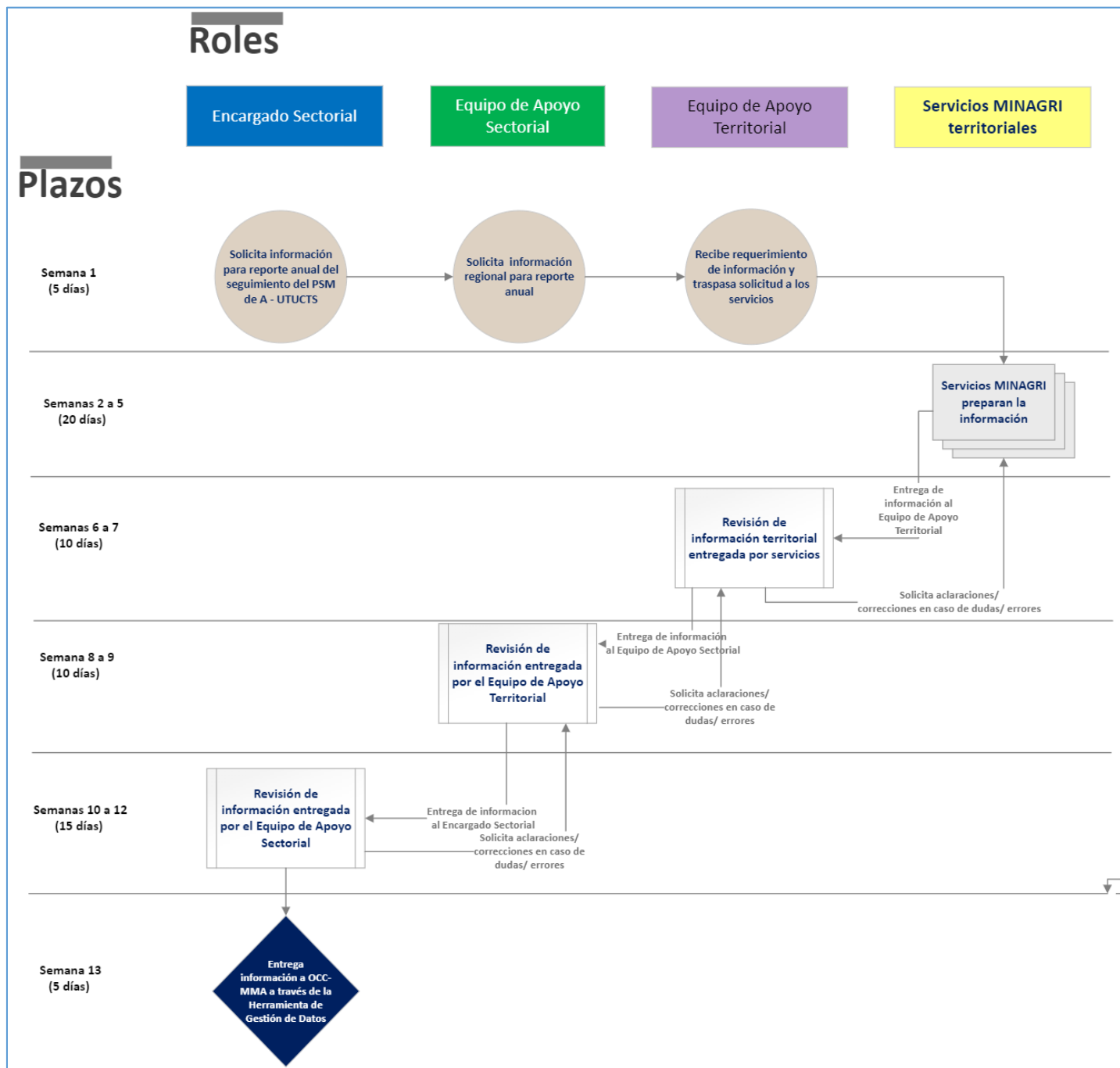
La información deberá ser reportada por el MINAGRI con periodicidad anual y deberá incluir información monitoreada el año calendario anterior al año de la solicitud de información; en la medida de lo posible, se deberá incluir información del primer semestre del año de la solicitud de información<sup>22</sup>.

Para cumplir con la entrega de información en la calidad y oportunidad requerida a la OCC del MMA, el MINAGRI, a través del Subcomité de MRV del PSM de A – UTCUTS, deberá coordinar y articular el proceso de solicitud, recopilación - revisión y reporte de la información sectorial para el seguimiento de los indicadores MRV del PSM de A – UTCUTS (Figura n° 7).

---

<sup>22</sup> Los procedimientos de reporte al Sistema Nacional de MRV de Medidas de Mitigación a los cuales el MINAGRI debe tributar, fueron presentados en detalle en el anexo del segundo informe de la presente consultoría.

Figura n° 7. Proceso de solicitud, recopilación - revisión y reporte de información para el seguimiento de los indicadores de MRV del PSM de A – UTCUTS.



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Figura n° 3, el ciclo completo de solicitud, recopilación – revisión y reporte de información anual, tiene una duración total de 13 semanas calendario.

Durante la semana 1 (5 días hábiles), el Encargado Sectorial inicia el ciclo de reporte anual, solicitando al Equipo de Apoyo Sectorial, integrado por los puntos focales de los servicios del

MINAGRI, que active proceso de recopilación de información. El Equipo de Apoyo Sectorial deberá traspasar la solicitud al Equipo de Apoyo Territorial.

Entre las semanas 2 a 5 (20 días hábiles), los servicios del MINAGRI regionales deberán recopilar la información que les corresponde entregar, de acuerdo a las responsabilidades asignadas en el seguimiento de las medidas contenidas en el PSM y sus indicadores de MRV, y entregarla al punto focal respectivo del Equipo de Apoyo Territorial.

Entre las semanas 6 y 7 (10 días hábiles), los puntos focales respectivos del Equipo de Apoyo Territorial, tienen la labor de realizar una revisión exhaustiva de la información y, en caso de ser necesario, solicitar completar la información, aclarar y/o corregir. Revisada la información, esta deberá ser remitida al punto focal respectivo del Equipo de Apoyo Sectorial.

Entre las semanas 8 y 9 (10 días hábiles), los puntos focales respectivos del Equipos de Apoyo Sectorial deberán revisar la información recibida de las regiones, compilarla en un informe nacional del servicio y remitirla al Encargado Sectorial. En el caso de detectar omisiones, inconsistencias y/o errores, o requerir aclaraciones, deberá solicitar a los puntos focales de los Equipos de Apoyo Territoriales que completen, subsanen y/o aclaren la información entregada.

Entre las semanas 10 y 12 (15 días hábiles), el Encargado Sectorial deberá revisar la información recibida de cada uno de los puntos focales del Equipo de Apoyo Sectorial, identificar omisiones, errores y/o inconsistencias, y, en el caso de ser necesario, solicitar a los puntos focales del Equipo de Apoyo Sectorial que, siguiendo la ruta institucional en caso de ser necesario, subsanen la información. Una vez recopilada la información sectorial, el Encargado deberá compilar en un reporte nacional, chequeando el cumplimiento de avances y metas nacionales establecidas, el desempeño de cada una de las medidas de mitigación establecidas, el nivel de involucramiento de los servicios, entre otros.

Finalmente, en la semana 13 (5 días hábiles), el Encargado Sectorial, remitirá la información compilada a la OCC del MMA mediante la Herramienta de Gestión de Datos del Sistema Nacional de MRV de Mitigación.

Este ciclo de reporte descrito, se deberá repetir anualmente durante los cinco años de vigencia del PSM. Del mismo modo, los resultados obtenidos deberán ser utilizados como insumos fundamentales para la evaluación no sólo de la efectividad de las medidas implementadas, también de la efectividad de los indicadores en la provisión de información relevante para la toma de decisiones, del involucramiento de las autoridades sectoriales, entre otras materias relevantes.

#### **4.6. Recursos necesarios para el sistema MRV**

El sistema de indicadores preliminar que se propone, se elaboró con un criterio de realismo en términos de la demanda de recursos extra. Además, se basa principalmente en información que se capturaría a través de las propias Medidas y Acciones de Mitigación propuestas o supuestas preliminarmente.

De igual manera, hay algunos elementos referidos a tiempos y prioridades de la labor de los servicios que es necesario observar para terminar por diseñar el Sistema MRV propuesto.



#### **4.6.1. Recursos para indicadores de efecto**

Para los indicadores de efecto GEI, el cambio más relevante a realizar en la captura y uso de información se refiere a los Inventarios de Gases Efecto Invernadero. Al respecto, en base a la metodología que se utilizó para el último inventario, será necesario incorporar variaciones que sean capaces de capturar los avances esperados:

- Inclusión de efecto del uso de aditivos que reducen emisiones por fermentación entérica
- Diferenciación de superficie cultivada con arroz según período de inundación

Para estas dos acciones, en cuanto al seguimiento del indicador la captura de información se supone provendrá de las medidas del PSM de Agricultura que corresponden, lo que por supuesto deberá estar incluido en las medidas correspondientes. Sin embargo, si no se incluye esta diferenciación en el inventario de GEI, estos avances no serán capturados en la contabilidad nacional.

Suponiendo que las Medidas asociadas a estas acciones efectivamente capturan dentro de su operación esta información, sólo será necesario adicionar trabajo al cálculo de los indicadores. Al respecto, se estima que ODEPA debería ser la institución que consolida los datos y calcula los indicadores. Es posible entonces que se requiera una mayor cantidad de horas de trabajo de profesionales para esta labor, que será el cálculo propiamente tal y su reporte, así como la gestión con otras instituciones para conseguir la desagregación necesaria de los datos. Entre ellas, la gestión con el Banco Central para obtener el PIB desagregado según subsectores (pecuario, agrícola, y frutícola)

#### **4.6.2. Recursos para indicadores de progreso**

En el caso del MRV de los indicadores de progreso de las medidas propuestas en el ejercicio presentado, dada la naturaleza de las mediciones, no se consideran recursos adicionales a los ya existentes en los servicios del MINAGRI. En efecto, los indicadores propuestos, tanto de recursos como de actividades, demandan información a la cual los servicios acceden fácilmente y gestionan con regularidad, tales como presupuestos ejecutados, número de beneficiarios, número de iniciativas desarrolladas, etc., por lo tanto, no se requiere la contratación de personas adicionales en los servicios, tampoco la adquisición de sistemas de información o la contratación de estudios especializados. En el caso de indicadores que deben ser monitoreados y reportados por servicios ajenos al MINAGRI, en el caso de este ejercicio, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), se propone un indicador que es parte del trabajo diario del servicio como es el registro de empresas que adscriben Acuerdos de Producción Limpia, por lo tanto, tampoco se consideran recursos adicionales a los ya existentes. Es altamente probable que los indicadores de progreso que sean finalmente seleccionados una vez que el PSM esté finalizado, respondan a esta característica de accesibilidad y, por lo tanto, no requieran la consideración de recursos adicionales.

No obstante lo anterior, dimensionar el requerimiento de recursos, aun cuando ellos no sean adicionales, es de relevancia, por cuanto podría significar reordenamiento de responsabilidades y tiempos laborales, y la capacitación/inducción de los profesionales asignados. A continuación, se presenta una estimación de los recursos requeridos para el monitoreo y reporte de los indicadores de progreso propuestos, según servicio.

Cuadro n° 39. Estimación de recursos necesarios para el MRV de los indicadores de progreso de las medidas del PSM de A – UTCUTS.

Medida del PSM de A - UTCUTS	Servicio	Número de indicadores de MRV	Recursos Humanos requeridos (jornadas/año)	Otros recursos requeridos
1. Creación y fortalecimiento de un Programa de fomento al uso de biodigestores porcinos	ODEPA FIA INIA ASCC	3	5 en total	Acceso a sistemas de información de ejecución presupuestaria del programa y de actividades realizadas en el marco de él
2. Creación y puesta en ejecución de un Programa de fomento al uso de aditivo reductor de las emisiones de metano	INDAP	2	3 en total	Acceso a sistemas de información de ejecución presupuestaria del programa y de actividades realizadas en el marco de él
3. Programa de desarrollo de capacidades de extensionistas en el uso eficiente de fertilizantes	INIA INDAP	2	3	Acceso a sistemas de información de ejecución presupuestaria del programas y actividades realizadas en el marco de él.
3. Desarrollo y capacitación a extensionistas de un paquete tecnológico para un cultivo de arroz bajo en emisiones	INIA	3	4	Acceso a sistemas de información de ejecución presupuestaria del programa y de actividades realizadas en el marco de él
4. Creación y puesta en ejecución de un Programa de reducción de las quemadas agrícolas	INDAP INIA	2	3	Acceso a sistemas de información de ejecución presupuestaria del programa y de actividades realizadas en el marco de él
5. Creación y puesta en operación de una Ley de incentivo a la forestación de especies exóticas y nativas	CONAF INFOR	1	2	Acceso a información de progreso del diseño y tramitación de la Ley.
6. Perfeccionamiento de la aplicación de la Ley de Bosque nativo	CONAF INFOR	2	3	Acceso a sistemas de información de ejecución presupuestaria del programa y de actividades

Medida del PSM de A - UTCUTS	Servicio	Número de indicadores de MRV	Recursos Humanos requeridos (jornadas/año)	Otros recursos requeridos
				realizadas en el marco de él
7. Fortalecimiento del Programa de silvicultura preventiva	CONAF INFOR	1	1	Acceso a sistemas de información de ejecución presupuestaria del programa y de actividades realizadas en el marco de él

## 5. Bibliografía Consultada

Clark, H., 2018 Key steps and requirements in moving to an advanced inventory: Experience from New Zealand.

Church, C. and M. Rogers. 2006 "Designing for Results: Integrating Monitoring and Evaluation in Conflict Transformation Programs." Washington, D.C.: Search for Common Ground. <http://www.sfcg.org/Documents/dmechapter4.pdf>.

CONAF. 2016. *Estrategia nacional de cambio climático y recursos vegetacionales 2017-2025*

CONAF. *Plantaciones forestales: superficie anual forestada y reforestada (1970 al 2019)* [https://www.conaf.cl/wp-content/files\\_mf/1612874979PlantacionesForestales1970al2019\\_2020.xlsx](https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1612874979PlantacionesForestales1970al2019_2020.xlsx)

CONAF. *Plantaciones forestales efectuadas durante el año 2020* [https://www.conaf.cl/wp-content/files\\_mf/1645720555Plantaciones\\_Forestales\\_A%C3%B1o\\_2020v2.pdf](https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1645720555Plantaciones_Forestales_A%C3%B1o_2020v2.pdf)

CONAF. *Plantaciones forestales efectuadas durante el año 2021* [https://www.conaf.cl/wp-content/files\\_mf/1670331682Informe\\_Plantaciones\\_Forestales2021.pdf](https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1670331682Informe_Plantaciones_Forestales2021.pdf)

DeFries, S. et al. 2004. *Land-use choices: balancing human needs and ecosystem function*. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2004; 2(5): 249–257

DICTUC, 2022. Guía para la elaboración de Planes Sectoriales de Mitigación.

García, O. 1970. *Índices de sitio para pino insigne en Chile*. Instituto Forestal

Global Methane Hub. 2022. *Methane assessment for south América: ejercicio de modelación para Chile*.

Gobierno de Chile. 2021. *Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile. Camino a la carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050*.

Gobierno de Chile. 2020. *Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile*. Ministerio de Medio Ambiente. 2022. *Ley 21.455. Ley Marco de Cambio Climático*

IDEAM. 2010. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá DC, Colombia.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2017. Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La

Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá DC, Colombia.

Herrero M, et al. 2013. Uso de biomasa, producción, eficiencia alimentaria y emisiones de gases de efecto invernadero de los sistemas ganaderos globales. Actas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América.

Kelliher, et al. 2009. Reducing uncertainty of the enteric methane emissions inventory

Mayrhofer, J. y, J. Gupta. 2016. *The science and politics of co-benefits in climate policy*. Environmental Science & Policy 57 (2016) 22–30

Metz. B. et al 2007. *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Ministerio de Medio Ambiente. 2020. *Informe del Inventario Nacional de Chile 2020: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2018*.

Neelam Singh, M. Vieweg. 2016 Monitoring Implementation and Effects of GHG Mitigation Policies: Steps to Develop Performance Indicators.

WSP & PNUD, 2022. Definición de lineamientos del sistema nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de políticas y acciones de mitigación impulsadas por el sector público,

Pratt C, et al. 2012. Revised methane emission factors and parameters for dairy effluent ponds – Final Report.

Ruden-Restrepo, A. et al. 2017. Validación del modelo Rumiante a través de mediciones de campo y laboratorio para obtener estimaciones precisas de emisiones de metano entérico bajo condiciones tropicales como soporte a las NDC Colombianas. Póster presentado a las 3a. Conferencia de Gases de Efecto Invernadero en Sistemas Agropecuarios de Latinoamérica (GALA 2017), Colonia, Uruguay

Saggar S, et al. 2003 Methane emissions from animal dung and waste management systems, and its contribution to national budget. Landcare Research Contract Report: LC0301/02. Prepared for the Ministry of Agriculture and Forestry: New Zealand.

Singh, N., J. Finnegan, and K. Levin. 2016. “MRV 101: Understanding Measurement, Reporting, and Verification of Climate Change Mitigation.” Working Paper. Washington DC: World Resources Institute. Available online at <http://www.wri.org/mrv101>.

UNAIDS 2010 (United Nations Programme on HIV/AIDS). “An Introduction to Indicators.” Geneva, Switzerland: UNAIDS. [http://www.unaids.org/sites/default/files/sub\\_landing/files/8\\_2-Intro-to-IndicatorsFMEF.pdf](http://www.unaids.org/sites/default/files/sub_landing/files/8_2-Intro-to-IndicatorsFMEF.pdf).

UNDP. *La evaluación de flujos de inversión y de financiamiento para mitigación en el sector de la agricultura* (Capítulo VI).  
<https://www.ndcs.undp.org/content/dam/LECB/docs/iff/iff%20methodology/iff%20methodology%20spanish/undp-iff-chapter-6-agriculture-mitigation-sp.pdf>