



Estudio: Plan de acción para el mejoramiento al Inventario Nacional, herramientas, sistemas o procesos ya existentes para elaborar y actualizar proyecciones de emisiones sectoriales y escenarios de mitigación del sector agropecuario.



Oficina de Estudios y Políticas Agrarias

Estudio: Plan de acción para el mejoramiento al Inventario Nacional, herramientas, sistemas o procesos ya existentes para elaborar y actualizar proyecciones de emisiones sectoriales y escenarios de mitigación del sector agropecuario.

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

Producto 3. Informe de trabajo

Plan de acción para el mejoramiento al Inventario Nacional, herramientas, sistemas o procesos ya existentes para elaborar y actualizar proyecciones de emisiones sectoriales y escenarios de mitigación del sector agropecuario

Documento elaborado por Ignacio Beltrán¹ y Francisco Salazar¹

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue

INDICE DE CONTENIDO

1. Resumen ejecutivo	3
2. Acrónimos y Abreviaturas	4
3. Antecedentes generales.....	5
4. Plan de trabajo para el mejoramiento INGEI.....	6
4.1. Datos de actividad y paramétricos	6
4.2. Factores de emisión.....	7
4.3. Plan de acción	7
5. Plan de trabajo para el mejoramiento de una herramienta de cálculo de emisiones de GEI	9
5.1. Estudio basado en emisiones prediales	9
5.2. Actualización ecuaciones de cálculo	9
5.3. Modelamiento de escenarios de mitigación	9
5.4. Análisis económico.....	10
5.5. Plan de acción	10
6. Consideraciones finales.....	11

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de las entidades y sus respectivos datos de actividad requeridos para el levantamiento del Inventario Nacional de GEI, Sector Agricultura.	6
Cuadro 2. Plan de acción para el mejoramiento del Inventario Nacional de GEI, Sector Agricultura. 8	
Cuadro 3. Plan de trabajo para el mejoramiento de una herramienta de cálculo de emisiones de GEI	10

1. Resumen ejecutivo

El presente informe tiene como objetivo presentar un plan de acción para el mejoramiento del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) sector agricultura de Chile, y de una herramienta enfocada en la evaluación de escenarios de mitigación para el sector. Desde el año 2022 se encuentra en vigencia la Ley Marco de Cambio Climático, la cual busca la transición de Chile hacia un país bajo en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), alcanzando la carbono neutralidad al año 2050. Al respecto, el foco de los esfuerzos logísticos y económicos debe ir orientado en el mejoramiento del INGEI, permitiendo así una representación aún más precisa de la realidad de la agricultura a nivel nacional en las distintas áreas que la componen y que se ajuste a las necesidades del sector para que la toma de decisiones implique un gran impacto en términos de emisiones de GEI.

En una primera instancia es necesario reforzar las bases de datos que el INGEI utiliza, de modo que la información estructural del inventario permita una mejor representación del sector agricultura a nivel nacional. Para ello, se requiere mejorar los datos de actividad y paramétricos, contemplando un plan de acción que se alimenta del trabajo conjunto con el sector privado y público a modo de permitir un fácil acceso a la información y una correcta fluidez entre las distintas entidades que conforman el sector Agricultura en Chile. Cuando la información no se encuentra previamente disponible es necesario el desarrollo de proyectos y/o estudios de investigación que permitan el levantamiento de aquellos datos ausentes pero fundamentales para la realización del INGEI. Finalmente, el desarrollo de factores de emisión país específicos, generados por la investigación, aumenta la precisión y la confianza de la información relacionada a las emisiones de los distintos sectores que componen la agricultura.

El objetivo del INGEI no es sólo presentar la información relacionada a las emisiones de GEI de los distintos sectores, sino que también busca especificar aquellas áreas o actividades que mayores emisiones genera para la implementación informada de medidas de mitigación. De esta forma, el desarrollo de herramientas de modelamiento para estimar el impacto de las distintas medidas de mitigación permitirá que los distintos cambios a realizar aseguren impactos sobre las emisiones y que realmente estos se vean reflejados en el INGEI. El reforzamiento de las herramientas de cálculo contempla una actualización de las ecuaciones de cálculo y el desarrollo de una herramienta que permita modelar distintos escenarios de mitigación.

Cada año se hacen presentes con más fuerza los efectos del Cambio Climático y el impacto que tienen los GEI sobre el planeta y la calidad de vida de las personas. El reforzamiento del INGEI permitirá una transición informada e inteligente hacia la carbono neutralidad, identificando aquellas áreas de mayor impacto y permitiendo una correcta toma de decisiones de modo que los recursos se enfoquen específicamente en las áreas de mayor necesidad.

2. Acrónimos y Abreviaturas

Abreviatura	Nombre
CC	: Cambio climático
CH ₄	: Metano
CO ₂	: Dióxido de carbono
CorpCarne	: Corporación de la carne
CMNUCC	: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático
CNR	: Comisión Nacional de Riego
GEI	: Gases de efecto invernadero
Fedeleche	: Federación Gremial Nacional de Productores de Leche,
FE	: Factor de emisión
INGEI	: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INIA	: Instituto de Investigaciones Agropecuarias
IPCC	: Panel intergubernamental de cambio climático
MMA	: Ministerio del Medio ambiente
N ₂ O	: Óxido nitroso
NDC	: Contribución Determinada a Nivel Nacional
ODEPA	: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
UTCUTS	: Uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura

3. Antecedentes generales

En vías de combatir el avance del Cambio Climático se formó el panel intergubernamental de cambio climático (IPCC por sus siglas en inglés). Este organismo busca entregar información clara y científica relacionada al cambio climático y sus posibles repercusiones socioeconómicas y ambientales. Si bien, el IPCC no realiza investigación ni monitorea los datos y/o parámetros del clima, este órgano revisa y evalúa la información científica, técnica y socioeconómica más reciente a nivel mundial.

Para orientar el correcto desarrollo del INGEI de los distintos países, el IPCC desde el año 1990 ha desarrollado directrices y orientaciones generales para el libre uso de las distintas instituciones encargadas de los INGEI de su país. Estas directrices describen metodologías básicas y transversales, es decir, de común acuerdo internacional para el uso de los distintos organismos gubernamentales en la elaboración del INGEI que finalmente será reportado a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC). En Chile, a partir del año 2022, a través de la Ley sobre el Cambio Climático (CC), se considera el uso del INGEI elaborado a nivel país. Esta ley además está compuesta por dos artículos fundamentales:

- Artículo 28: La ley marco de CC tiene como objetivo “hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático, transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero y otros forzantes climáticos, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2050”.
- Artículo 29: El objetivo de este sistema es “registrar las proyecciones actualizadas de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta, a nivel nacional y sectorial, para orientar la definición y facilitar el monitoreo de las reducciones y absorciones de emisiones, de conformidad con las metas establecidas en la Estrategia Climática de Largo Plazo y la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)”.

Considerando lo recién expuesto, si bien el IPCC entrega lineamientos generales, es responsabilidad de cada país el desarrollo de métricas específicas para su área, de modo de obtener resultados más precisos y confiables en relación a la realidad presente a lo largo de todo su territorio. El sector Agricultura, siendo el segundo mayor responsable de emisiones de GEI a nivel nacional requiere del respaldo de información para la toma de decisiones y acciones orientadas a enfrentar la creciente crisis del Cambio Climático. El objetivo del presente informe es presentar un plan de acción para el mejoramiento del Inventario Nacional de GEI (Agricultura) y de una herramienta de cálculo para evaluación de escenarios de mitigación desde el sector ganadero en Chile.

4. Plan de trabajo para el mejoramiento INGEI

4.1. Datos de actividad y paramétricos

Actualmente, el inventario nacional de GEI determina su población animal mediante el uso de CENSOS Agropecuarios y Encuestas sectoriales. Debido a que los CENSOS se levantan cada 10 años, se sugiere la implementación de encuestas sectoriales de manera constante y mantenida en el tiempo.

Otros datos de actividad, como fertilización nitrogenada (incluyendo urea), uso de cal, quema de residuos agrícolas, superficie (pradera, frutales, cereales, etc.) se recopilan mediante CENSOS, encuestas sectoriales y comunicación directa con otras instituciones del estado, por ejemplo, ODEPA, CNR e INFOR. Considerando que nuestro INGEI se reportan de manera bienal, es necesario formalizar el trabajo con dichas instituciones, a fin de garantizar una continuidad en la entrega de la información. Para ello, se sugiere la firma de convenios de trabajo entre las distintas instituciones del estado, a fin de asegurar la entrega de los datos de actividad en los periodos que corresponda. En el Cuadro 1 se presenta las entidades con las cuales se debe formalizar el trabajo en términos de datos de actividad.

Cuadro 1. Descripción de las entidades y sus respectivos datos de actividad requeridos para el levantamiento del Inventario Nacional de GEI, Sector Agricultura.

Entidad	Abreviación	Datos de actividad
Oficina de Estudios y Políticas Agrarias	ODEPA	1. Numero animales por categoría (complementa CENSOS) 2. Fertilización nitrogenada 3. Uso de Cal
Comisión Nacional de Riego	CNR	1. Superficie de suelos drenados
Ministerio Medio Ambiente	MMA	1. Lodos usados en sector Agricultura
Empresas privadas	Sin abreviación	1. Sistema manejo de estiércol
Proyectos de investigación	Sin abreviación	1. Calidad nutritiva de la dieta de rumiantes 2. Caracterización de los sistemas de manejo de estiércol en rumiantes.

Como se menciona en el Cuadro 1, es necesario realizar un mejoramiento en la calidad nutritiva de la dieta y caracterización del sistema de manejo de estiércol, ya que ambos son incluidos en nuestro inventario mediante juicio de experto.

En el caso de la calidad de la dieta, es necesario levantar información por categoría animal y sistema productivo (pastoreo, confinado, leche y carne) para los siguientes parámetros: 1) Digestibilidad de la dieta, 2) Proteína cruda, 3) Cenizas totales. Adicionalmente, es fundamental realizar un

mejoramiento en la clasificación de los sistemas de manejo de estiércol por sistema productivo. Para ello, en ambos casos, es necesario la ejecución de las siguientes acciones:

1. **Trabajo colaborativo con el sector privado.** El sector privado es quien maneja un mayor número de datos respecto a los 2 parámetros a mejorar. Por ende, es necesario formalizar el trabajo entre el sector privado y el INGEI a fin de que los datos que recopile la industria consideren en sus bases de datos la información requerida por el INGEI. Se sugiere trabajar con las entidades líderes del sector ganadero: Fedeleche, Consorcio Lechero, CorpCarne, entre otros.
2. **Proyectos y estudios de investigación.** Estos deben ser enfocados en la recopilación de datos reales sobre la calidad nutritiva de la dieta y sistema manejo del estiércol. Estos proyectos y estudios deben ser a largo plazo, debido a la necesidad de encuestar a un alto número de productores ganaderos del país. De este modo, los datos que se reporten en el INGEI serán representativos del sector ganadero del país. Actualmente, no hay proyectos de investigación que financien este tipo de estudio, por ende, se requiere una vinculación con las entidades financieras para discutir sobre esta temática.

4.2. Factores de emisión

Nuestro inventario calcula sus emisiones desde el Sector Agricultura usando factores de emisión por defecto y país específico. De acuerdo a nuestro último INGEI, para el sector ganadero se cuenta con los siguientes FE país específico:

1. Fermentación entérica
2. Manejo del estiércol
3. Fertilización nitrogenada sintética: usado desde la región del Biobío al sur

Por ende, el cálculo de emisiones para las otras categorías se estima usando FE por defecto. Basado en esto y en las categorías principales del Sector Agricultura, es necesario el desarrollo de FE país-específico para las siguientes categorías:

Categoría	Subcategoría	Gas
Suelos Agrícolas	Orina y heces	Óxido nitroso
Suelos Agrícolas	Fertilizantes orgánicos (énfasis en purines de lechería)	Óxido nitroso

Para el levantamiento de estos mejoramientos, es necesario contar el acceso a fondos concursables de investigación que se enfoquen en el desarrollo de nuevos factores de emisión para la agricultura. Por ende, se requiere alcanzar a los tomadores de decisiones para priorizar líneas de financiamiento enfocadas en actualizar u obtener nuevos FE para el INGEI.

4.3. Plan de acción

Previamente se describió la forma en la cual se debe mejorar el INGEI, Sector Agricultura. Sin embargo, es necesario contar con un plan de trabajo para cada una de las acciones mencionadas, las que se presentan en el Cuadro 2. Como se puede observar, cada acción/compromiso tiene asociada una meta, actividades, actores claves y un plazo de acción recomendado. Se entiende como

actores claves aquellas entidades y/o instituciones que se requieren para poder llevar a cabo la acción requerida.

Cuadro 2. Plan de acción para el mejoramiento del Inventario Nacional de GEI, Sector Agricultura.

N°	Enfoque	Acción / compromiso	Meta	Actividades	Actores Claves	Plazo
1	INGEI	Colaboración formal con entidades proveedoras de datos paramétricos y de actividad	Firma de convenio de trabajo con entidades proveedoras de datos para el INGEI, Sector Agricultura.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reunión de iniciación con las entidades de interés: MMA, CNR, ODEPA, INFOR, privados. 2. Definir plan de trabajo en términos de datos requeridos y fechas en las que deben ser entregados. 3. Firma de acuerdo de colaboración con las entidades. 	ODEPA, CNR, INFOR, MMA, CorpCarne, Fedeleche, Consorcio Lechero	C
2	INGEI	Base de datos nacional sobre sistemas productivos y calidad dieta rumiantes	Obtener información sobre la calidad nutritiva por categoría animal y sus respectivos sistemas de manejo estiércol.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir límites del estudio 2. Búsqueda de financiamiento para ejecución de proyecto a largo plazo 3. Ejecución de proyecto de investigación enfocada en datos descriptivos 4. Publicación de la información (acceso libre). 5. Desarrollar plan de actualización del sistema (Cada 5 años). 	CorpCarne, Fedeleche, Consorcio Lechero	M
3	INGEI	Mejorar factores de emisión para Sector Agricultura	Obtener factores de emisión país específico para categorías principales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir categorías principales para mejoramiento de FE. 2. Incentivar que las fuentes de financiamiento se enfoquen en mejoramiento de FE para INGEI. 3. Ejecución de proyectos de investigación asociados a obtención de FE país específico. 4. Publicación de ensayos de investigación para presentar a la CMNUCC y posterior uso en INGEI. 	Institutos de Investigación Universidades Fondos concursables	M y L

C: corto; M: mediano; L: largo

5. Plan de trabajo para el mejoramiento de una herramienta de cálculo de emisiones de GEI

5.1. Estudio basado en emisiones prediales

El objetivo de la herramienta de cálculo es la simulación de estrategias que permitan mitigar las emisiones de GEI desde el sector Agricultura, es decir, basado en lo que se estipula en el Inventario Nacional de GEI. Brevemente, el sector agricultura considera las siguientes categorías en su descripción: 1) Fermentación entérica, 2) Manejo del estiércol, 3) Suelos agrícolas, 4) Urea, 5) Cal, 6) Residuos Agrícolas y 7) Quema de residuos agrícolas. Emisiones asociadas al uso de fuentes energía, transporte, importación de alimentos, entre otros, no son reportadas en el Sector Agricultura por el INGEI, por ende, no deberían ser consideradas como prioritarias al momento de seleccionar estrategias de mitigación, ya que su impacto será cuantificado en otros sectores productivos del inventario (Energía, Procesos Industriales, Residuos y/o UTCUTS).

Por ende, el desarrollo de cualquier herramienta asociada a prospectivas y escenarios de mitigación debe seguir la estructura del Sector Agricultura. Esto permitirá cumplir con los compromisos del sector agricultura en términos de mitigación al cambio climático.

Para ello, se sugiere actualiza la herramienta de INIA y/o la que se estimen pertinente, hacia una que permita hacer una estimación nacional con evaluación de distintas medidas donde la herramienta actual u otra a desarrollar debe pasar del plano predial a situación nacional.

5.2. Actualización ecuaciones de cálculo

La actual herramienta desarrollada por investigadores de INIA Remehue (Beltrán et al. 2022) se realizó usando las directrices del IPCC (2006) para inventarios nacionales de GEI, ya que correspondía a la metodología que nuestro inventario usaba hasta la fecha de desarrollo de la herramienta. Sin embargo, el último ciclo de actualización del INGEI (1990-2022; en desarrollo) contempla la actualización hacia el refinamiento 2019 de las directrices del IPCC 2006. Por ende, la evaluación de estrategias de mitigación mediante modelamiento requiere que la herramienta de cálculo utilice similar metodología que el INGEI (Agricultura) a fin de que los cambios observados en el modelamiento y posterior implementación en los productores, se vean reflejados como una mitigación del Sector Agricultura en el INGEI.

Para ello, se sugiere que el equipo técnico de INIA - desarrolladores de la herramienta – trabajen en el corto plazo en la actualización de la herramienta hacia el refinamiento del IPCC 2019.

5.3. Modelamiento de escenarios de mitigación

La herramienta desarrollada por INIA contempla el cálculo de emisiones prediales de carbono, para un año calendario y/o productivo. Por ende, su estructura no contempla la inclusión de escenarios de mitigación para las distintas categorías. Se propone que INIA trabaje en una actualización de su herramienta de tal forma que pueda contemplar en su modelamiento, la inclusión de distintas prácticas de mitigación de GEI. Es decir, la herramienta debería permitir incluir mitigadores en cada uno de sus categorías y subcategorías de emisión. Se requiere que esta modificación se realice en el corto-mediano plazo.

5.4. Análisis económico

Como se describió para el INGEI, también es necesario contar con un plan de mejoramiento para la herramienta de la herramienta permite estimar las emisiones prediales de carbono, junto con indicadores como t CO_{2eq}/L de leche, t CO_{2eq}/ha, entre otros. Sin embargo, la herramienta carece de una evaluación económica al momento de implementar una estrategia de mitigación. Por ende, se sugiere trabajar en colaboración con investigadores de INIA u otras instituciones/universidades, a fin de incorporar en la herramienta una evaluación económica de la implementación de estrategias de mitigación. Contar con el impacto económico y ambiental de estrategias de mitigación al cambio climático es requerido al momento de seleccionar aquellas para su implementación, ya que aquellas que reduzcan la rentabilidad del sistema, requieren la evaluación de mecanismos de compensación al productor.

5.5. Plan de acción

Como se describió para el INGEI, también es necesario contar con un plan de mejoramiento para la herramienta de evaluación de estrategias de mitigación para el Sector Agricultura (Cuadro 3), usando como base los criterios descritos en las secciones anteriores. Como se observa en el Cuadro 3, cada acción/compromiso tiene asociada una meta, actividades, actores claves y un plazo de acción recomendado. Se entiende como actores claves aquellas entidades y/o instituciones que se requieren para poder llevar a cabo la acción.

Cuadro 3. Plan de trabajo para el mejoramiento de una herramienta de cálculo de emisiones de GEI

N°	Acción / compromiso	Meta	Actividades	Actores Claves	Plazo
1	Estimar emisiones sector agricultura según INGEI	Herramienta basada en emisiones prediales	1. Actualizar modelo de cálculo considerando emisiones prediales. 2. Validar modelo con datos prediales. 3. Implementación del modelo según requerimientos del sector Público.	INIA (encargado del desarrollo y ejecución de la herramienta de cálculo), entidades interesadas en prospectivas (MMA, ODEPA, entre otros)	C
2	Actualización herramienta de cálculo	Implementación del refinamiento 2019 a las directrices del IPCC (2006)	1. Identificación de cambios metodológicos entre IPCC (2006) e IPCC (2019; refinamiento). 2. Corrección de ecuaciones, constantes y factores de emisión al refinamiento (IPCC, 2019).	INIA	C
3	Evaluar distintos escenarios de mitigación al cambio climático	Herramienta sistematizada para incorporar estrategias de mitigación en sus cálculos	1. Revisar modelo de cálculo y corregir basado en la inclusión de estrategias de mitigación. 2. Modelo actualizado y automatizado para la inclusión de estrategias de mitigación.	INIA	M

4	Análisis económico	Estimación del impacto económico de las estrategias de mitigación	1. Reunión con instituciones y/o universidades que presenten profesionales en economía agraria. 2. Plan de trabajo para el desarrollo de un modelo económico asociado a la incorporación de estrategias de mitigación en el sistema productivo	INIA Instituciones de investigación Universidades	M
---	--------------------	---	---	---	---

C: corto; M: mediano; L: largo

6. Consideraciones finales

El presente documento describe un plan de acción para el mejoramiento del INGEI (Sector agricultura) y de una herramienta que permita proyectar las emisiones y escenarios de mitigación del sector Agricultura. Ambos requeridos para cumplir con lo estipulado en la reciente Ley Marco de Cambio Climático en sus artículos 28 y 29.

El mejoramiento del INGEI se basa principalmente en tres puntos:

1. Mejoramiento de los datos: acá se incluyen datos de actividad y paramétricos.
2. Factores de emisión.
3. Mejoramiento y/o desarrollo de herramientas de cálculo: contempla la actualización de ecuaciones de cálculo y el modelamiento de escenarios de mitigación.

Dicho plan de mejora contempla mejoras en torno a la información que se utiliza para el levantamiento del INGEI, haciendo de este, un documento optimizado en relación a las emisiones de GEI en el sector Agricultura, permitiendo una mejor toma de decisiones y una correcta priorización en torno a la investigación científica en el sector. De forma complementaria, el reforzamiento de las herramientas de cálculo permitirá cuantificar el potencial impacto de las distintas medidas de mitigación, simulando escenarios variables y visibilizando la importancia de ciertas medidas de mitigación frente a otras. El tratamiento de estas medidas como un plan que se desarrolla en el tiempo permitirá a su vez que la recolección de información y la realización de los INGEI *a posteriori* se vuelva un proceso más amigable y fluido, dando espacio a la correcta comunicación entre las distintas entidades que conforman el rubro Agrícola, como productores, empresarios y políticos. De esta forma, se podrá desarrollar un trabajo en conjunto entre las distintas partes para hacer frente al avance del cambio climático.