



www.chileaktiv.com
DAS INFORMATIONSPORTAL FÜR REISEN NACH CHILE

Cambio Climático, Mitigación y Agricultura

Jaime Giacomozzi



www.odepa.gob.cl

*Cambio Climático, Mitigación y Agricultura
Noviembre 2023*

Autor:

Jaime Giacomozzi

*Artículo producido y editado por la Oficina de
Estudios y Políticas Agrarias – ODEPA Ministerio de Agricultura*

Directora Nacional y Representante Legal: Andrea García

Informaciones:

Centro de Información Silvoagropecuaria, CIS

Teatinos 40, piso 8, Santiago Centro.

Teléfono: (56-2) 2397 3008

Casilla 13.320 – correo 21. Código postal 8340700

www.odepa.gob.cl

e-mail: odepa@odepa.gob.cl

OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS – ODEPA. MINISTERIO DE AGRICULTURA



ÍNDICE

1. *Introducción*
2. *Agricultura y Cambio Climático*
3. *Arreglos institucionales y contexto nacional de emisiones de GEI sectoriales*
4. *Desafíos sectoriales bajo la Ley Marco de Cambio Climático*
5. *Comentarios finales*



1.- Introducción

Nuestro planeta se encuentra en un punto de inflexión. Si bien el clima de la Tierra ha cambiado a lo largo de su historia, el cambio climático y el calentamiento global¹ en particular, están ocurriendo a una tasa y velocidad sin precedentes. Al mismo tiempo, existe evidencia inequívoca de que la actividad humana es la causa principal de este cambio².

A su vez, la causa directa del calentamiento global en la actualidad es la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) producto de actividades humanas como la quema de combustibles fósiles. Si bien la presencia natural y en equilibrio de estos gases en la atmósfera han hecho posible la vida en el planeta, el aumento exponencial de concentración observado desde mediados del siglo XIX ha provocado un aumento de temperatura aproximadamente 10 veces más rápido que la tasa promedio de calentamiento posterior a una era de hielo³.

Lo anterior tiene efectos considerables en el sistema climático, provocando cambios en los patrones meteorológicos tales como aumentos de temperatura, disminución de las precipitaciones y el aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos como inundaciones y sequías. Esto afecta directamente las actividades productivas, en especial la agricultura que es altamente dependiente de las condiciones climáticas, además de las subsecuentes implicancias para los medios de vida de millones de agricultores y agricultoras, y las comunidades en donde se insertan y desarrollan su actividad.

Considerando la magnitud y el alcance del desafío que enfrentamos, y sus implicancias para el desarrollo del sector agropecuario y la seguridad alimentaria local y global, se hace imperativo tomar acciones no solo para adaptarnos a los efectos que ya observamos, sino también redoblar esfuerzos para reducir las emisiones de GEI y así evitar los efectos más catastróficos producto del cambio climático en el futuro.

¹ Definido por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) como el cambio en la temperatura de la superficie global relativo a los años 1850-1900 como línea base (período más antiguo con observaciones confiables y cobertura geográfica suficiente).

² IPCC sexto informe de evaluación, [WGI, Technical Summary](#)

³ <https://climate.nasa.gov/evidence/>

2.- Agricultura y cambio climático

La agricultura enfrenta un escenario complejo en el contexto del cambio climático. En primer lugar, el sector agrícola es uno de los sectores económicos más vulnerables a los efectos de la variabilidad climática. Actualmente, la agricultura está experimentando condiciones desafiantes e impactos negativos debido a la mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos, los que afectan no solo la cantidad y calidad de los alimentos que produce el sector, sino que también las condiciones de vida de los agricultores, especialmente la pequeña agricultura.

Esto supone un gran desafío para la seguridad alimentaria mundial. El IPCC estima con un nivel de confianza alto, que la seguridad alimentaria se verá cada vez más afectada por el cambio climático en el futuro proyectado. El mismo organismo proyecta un aumento del precio de los cereales de hasta 30% en 2050 debido a efectos directos del cambio climático, lo que impactaría negativamente a los consumidores a nivel mundial a través de precios más altos de los alimentos, con variaciones considerables dependiendo de la región. Los consumidores de bajos ingresos están particularmente en riesgo, con modelos que estiman aumentos de 1 a 183 millones de personas adicionales en riesgo de hambre en los escenarios proyectados en comparación con un escenario sin cambio climático⁴.

Por otro lado, las mismas estimaciones oficiales internacionales nos muestran que a nivel global los sistemas agroalimentarios son responsables del 21%-37% de las emisiones totales de GEI, lo que incluye el sistema en su conjunto, por ejemplo, la producción, almacenamiento, actividades de procesamiento, la cadena de suministro y el cambio de uso de la tierra. Esta estimación incluye las emisiones de las actividades agrícolas y ganaderas propiamente tales que representan entre 9%-14%, y las provenientes del uso de la tierra y cambio de uso de la tierra, incluyendo deforestación y degradación de turberas, que corresponden a 5%-14% de las emisiones. Entre el 5%-10% provienen de actividades de la cadena de suministro⁵.

En este contexto el sector enfrenta dos grandes desafíos. Por un lado, se hace urgente acelerar la implementación de acciones de adaptación para aumentar la resiliencia de los sistemas productivos agrícolas frente a las amenazas presentes y futuras del cambio climático. Y por otro, es igualmente importante abordar las emisiones de GEI sectoriales, mediante acciones concretas y políticas públicas que faciliten su implementación, y así contribuir al cumplimiento de las metas climáticas que nos pide la ciencia para estabilizar el aumento de la temperatura y evitar las peores consecuencias del

⁴⁵ IPCC Reporte Especial: Cambio Climático y Suelo, capítulo 5.

calentamiento global, lo que a su vez implicaría mayores esfuerzos de adaptación en un sistema ya altamente estresado.

3.- Arreglos institucionales y contexto nacional de emisiones de GEI sectoriales

Chile y su agricultura no son la excepción a los desafíos globales. Si bien la participación de las emisiones de GEI de Chile en el total a nivel mundial es de aproximadamente un 0,25%, los efectos negativos de este fenómeno se perciben a escala global. Para entender cómo abordar estos desafíos a nivel local y focalizar los esfuerzos del sector público, privado y de la sociedad civil en su conjunto, hay que entender cuál es el perfil de emisiones del país y el ámbito y alcances dentro de los cuales se debe mover la acción climática nacional.

La principal fuente de información en este aspecto es el Inventario Nacional de Emisiones de GEI (INGEI). Los inventarios nacionales consisten en un listado numérico exhaustivo de la contabilización de cada uno de los GEI liberados o absorbidos desde la atmósfera en un área y en un período específico, generalmente correspondiente a un año calendario. Su objetivo es caracterizar la magnitud y tendencia de las emisiones y absorciones de GEI que son atribuibles directamente a las actividades humanas, así como la contribución específica del país al fenómeno del cambio climático.

A nivel nacional, el INGEI es elaborado y actualizado en el marco del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE). Este arreglo institucional diseñado, implementado y mantenido por el Ministerio del Medio Ambiente, contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidas para la actualización bienal del INGEI de Chile.

El SNICHILE lo componen equipos del Ministerio de Energía, Ministerio de Agricultura y Ministerio del Medio Ambiente. La elaboración del INGEI es un proceso bienal que considera un año de actualización de las estimaciones y un año de compilación de los resultados. El último proceso de elaboración del inventario ocurrió en el ciclo 2021-2022.

En términos genéricos, las emisiones y absorciones de GEI del ámbito silvoagropecuario se recogen en el denominado sector AFOLU (siglas en inglés de Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo). En el INGEI de Chile, esta contabilidad se expresa a su vez en dos sectores: Agricultura, que Incluye las emisiones de GEI asociadas a las actividades agropecuarias como la fermentación entérica de los animales y uso de fertilizantes nitrogenados, entre otras; y UTCUTS (Uso de la tierra, cambio del uso de



la tierra y silvicultura) que se centra en las emisiones y absorciones de dióxido de carbono que se producen como resultado de los cambios del uso y la gestión de la tierra.

A nivel institucional sectorial, la coordinación, compilación y actualización de las estimaciones son efectuadas por Equipos Técnicos y un Equipo Coordinador. Los datos del sector Agricultura son compilados y procesados por el Equipo Técnico de Agricultura, a cargo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), mientras que la información del sector UTCUTS está a cargo del Equipo Técnico de UTCUTS compuesto por profesionales del Instituto Forestal (INFOR) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF), mientras que el Equipo Coordinador AFOLU está a cargo de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura. Este último está encargado de coordinar la comunicación entre los Equipos Técnicos de Agricultura y UTCUTS; y de mantener la coherencia metodológica y las definiciones transversales a estos sectores.

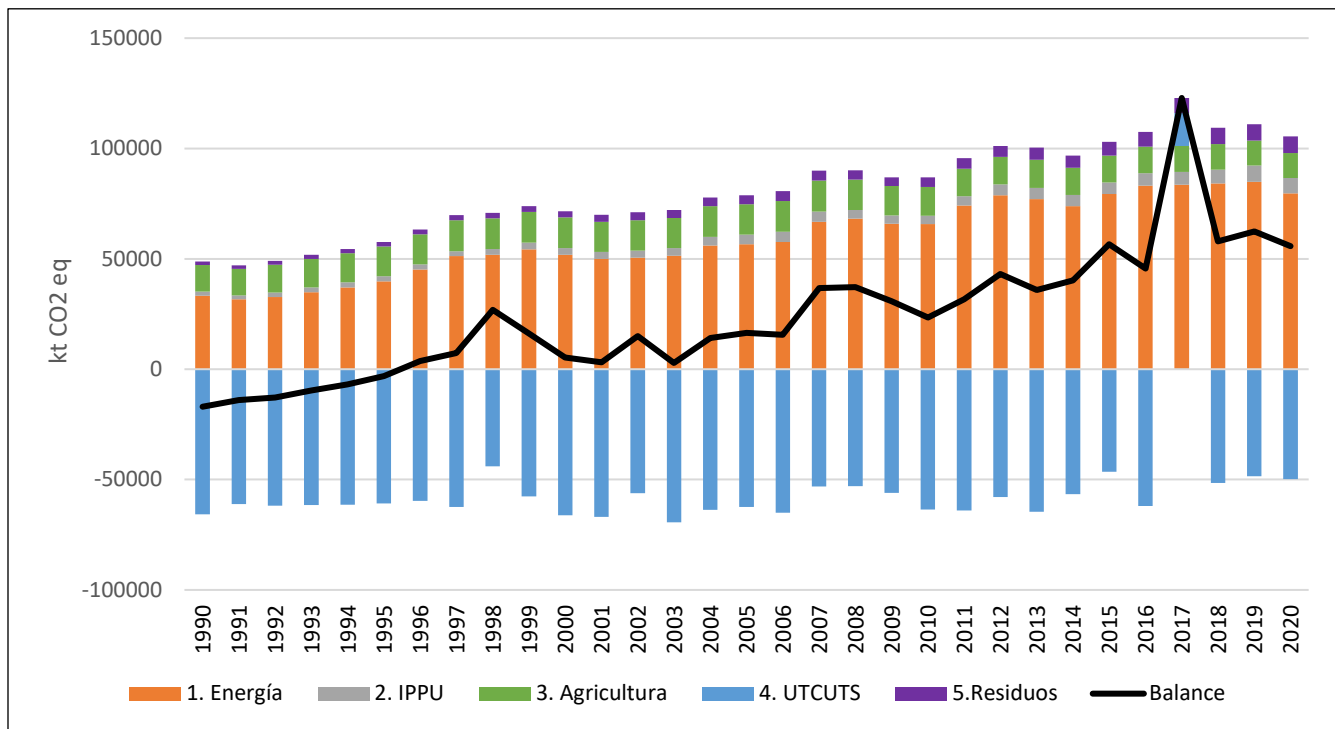
El último INGEI de Chile corresponde al informe de la serie 1990-2020, que es parte del Quinto Informe Bienal de Actualización presentado por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en diciembre de 2022. Este informe tiene como objetivo reunir el estado del arte de la acción climática en materia de mitigación de gases de efecto invernadero, así como el efecto que han tenido estas acciones en la tendencia de emisiones y absorciones de estos gases.

El balance de GEI⁶ de Chile contabilizó 55.825 kt CO₂eq (Kilo toneladas de CO₂ equivalente) disminuyendo en un 4% en comparación con el registro anterior. Las principales causantes de la tendencia del balance son las emisiones de CO₂ generadas por la quema de combustibles fósiles (contabilizadas en el sector Energía) y las absorciones de CO₂ de las tierras forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS). La disminución del balance de 2020 respecto a los últimos años se debe a los efectos de las distintas medidas adoptadas durante la pandemia, como evidencia la baja en las emisiones del sector Energía que disminuye un 5% desde 2018, en particular las emisiones asociadas al transporte.

Respecto a la participación de cada sector en el balance de GEI 2020 en términos absolutos⁷, el sector Energía representó un 51%, seguido del sector UTCUTS (-32%), el sector Agricultura (7%), el sector Residuos (5%), y por último el sector IPPU (Procesos Industriales y Uso de Productos) (7%).

⁶ El término «balance de GEI» o «emisiones netas» se refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). Este término incluye al sector UTCUTS en su totalidad.

⁷ El término «absoluto» refiere a la magnitud del valor. Su finalidad es comparar las magnitudes entre emisiones y absorciones de GEI. En este sentido, los valores que correspondan a absorciones se acompañarán de un signo negativo para representar su calidad de sumidero.

Figura 1. Balance de GEI por sector, serie 1990-2020.

Fuente: elaborado por ODEPA con información del INGEI de Chile 1990-2020.

Los valores observados que escapan de la tendencia del balance de GEI (1998, 2002, 2007, 2012, 2015 y especialmente 2017) son consecuencia, principalmente, de las emisiones generadas por incendios forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS) y cambios en la participación de los principales energéticos consumidos en el país (diésel, gasolina, gas natural y carbón).

Sin duda, el dato que más escapa a la tendencia es el balance de 2017, año en que se alcanzaron 122.899 kt CO₂ eq, lo que corresponde a un incremento de 168% respecto al balance de 2016. Este incremento se debe a los grandes incendios que afectaron la zona centro y sur del país durante esa temporada, los que alcanzaron a afectar cerca de 570.000 ha de tierras forestales, cultivos y pastizales principalmente. Solo los incendios en tierras forestales de 2017 contabilizaron 68.223 kt CO₂ eq, lo que equivale a más de lo que emitieron en suma el transporte terrestre, la generación eléctrica y las industrias durante el mismo año. Lo anterior da cuenta del rol absolutamente crítico que cumple el sector de bosques, no solo en términos de registro y contabilidad de las emisiones, sino que también, y aún más importante, en el papel que juega como una primera línea de defensa contra el cambio climático. Los recursos vegetacionales, en su conjunto, representan uno de los principales sumideros de carbono por su capacidad natural de capturar el dióxido de carbono y almacenarlo como parte de sus estructuras físicas. Además, contribuyen a la regulación del régimen hídrico, mediante la

interceptación de la precipitación y la regulación de la escorrentía; la conservación y protección de los suelos, especialmente la protección contra la erosión, y; la conservación de la biodiversidad. Por lo tanto, la degradación o eliminación de los bosques no solo incrementa las emisiones de GEI, sino que disminuye la calidad de vida de la población en todas sus dimensiones, haciéndola menos resiliente frente a la crisis climática.

Como se observa en la figura 1, el sector UTCUTS, que incluye las emisiones y absorciones de GEI asociadas a las actividades silvícolas y al cambio de uso de la tierra, es el único sector que consistentemente absorbe CO₂ en el país, lo que lo convierte en el más relevante por su potencial de mitigación. En 2020, sus emisiones y absorciones alcanzaron las -49.727 kt CO₂ eq, disminuyendo su condición de sumidero en un 24% desde 1990 y en un 4% desde 2018. Las categorías de Tierras forestales y Productos de madera recolectada se mantienen como las más importantes del sector, especialmente por su calidad de sumidero.

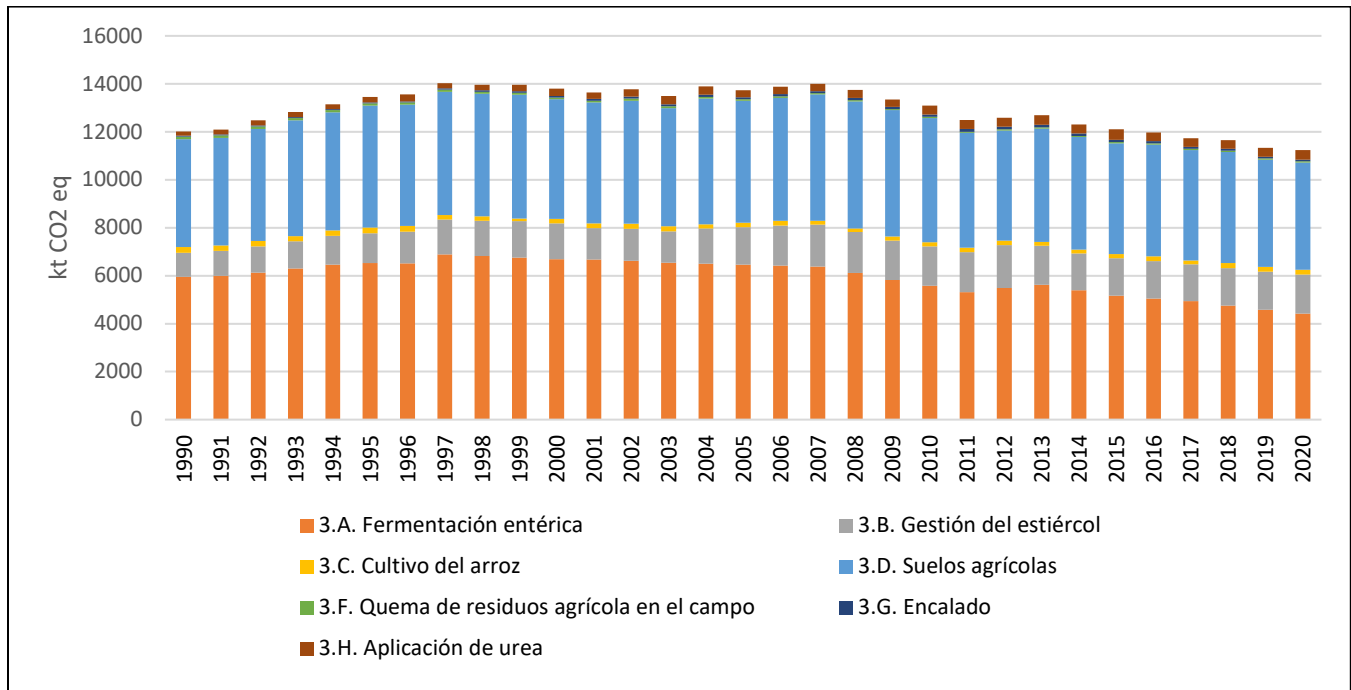
En el caso de las Tierras forestales, la tendencia a la disminución de la condición de sumidero desde 2018 a 2020, se debe principalmente al aumento de la superficie de incendios que se produjo en 2020 y a las emisiones de estos. También se observa una disminución en la conversión de tierras a tierras forestales. Además, por su importancia en el balance de UTCUTS, cualquier aumento o disminución de las emisiones o absorciones de esta categoría afecta significativamente a todo el sector, e incluso al balance general del INGEI.

El sector Agricultura incluye las emisiones y absorciones de GEI asociadas a las actividades agropecuarias de las tierras gestionadas en las que ha habido intervención humana y donde se han aplicado prácticas para la realización de actividades de producción, ecológicas o sociales. Respecto al registro de las emisiones, el sector Agricultura se compone de las siguientes categorías:

- Las emisiones de metano (CH₄) producidas por la fermentación entérica en el ganado.
- Las emisiones de CH₄ y Óxido Nitroso (N₂O) de los sistemas de gestión del estiércol.
- Las emisiones de CO₂ relacionados con la utilización de fertilizantes inorgánicos.
- Las emisiones de CO₂ producido por el drenaje de suelos orgánicos gestionados.
- Las emisiones directas e indirectas de N₂O de los suelos gestionados.
- Las emisiones de CO₂ relacionadas con la aplicación de cal y urea en tierras gestionadas.
- Las emisiones de CH₄ del cultivo del arroz.
- Las emisiones de CO₂ por quemas de residuos agrícolas.

En 2020, las emisiones del sector representaron un 7% del balance de GEI. En el mismo año, sus emisiones alcanzaron las 11.238 kt CO₂ eq, disminuyendo en un 6,4% desde 1990 y en un 3,6% desde 2018. La tendencia a la disminución se debe principalmente a la reducción de la población animal respecto de 1990, especialmente bovinos y ovinos.

Figura 2. Sector Agricultura. Emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2020.



Fuente: elaborado por ODEPA con información del INGEI de Chile 1990-2020.

Como se observa en la figura 2, las fuentes principales del sector son la fermentación entérica del ganado y la categoría suelos agrícolas, representando un 39% y 40% del total del sector respectivamente. Esta última categoría incluye emisiones directas e indirectas de N₂O generadas desde la superficie de los suelos producto de procesos microbianos asociados a la aplicación de nitrógeno en forma de fertilizante sintético y orgánico; orina y de estiércol depositado por animales en pastoreo; residuos de cultivos; mineralización/inmovilización de nitrógeno vinculada a la ganancia/pérdida de materia orgánica del suelo resultante del cambio del uso de la tierra o de la gestión de suelos minerales; y el drenaje/gestión de suelos orgánicos. El principal gas de efecto invernadero emitido por el sector fue el metano, representando un 53%. Lo sigue el óxido nítrico con un 42% y el dióxido de carbono con un 4%. Como se observa, a diferencia de lo que ocurre en otros sectores productivos y a nivel nacional, el CO₂ no es el principal GEI del sector. Esta importancia relativa de los distintos gases da cuenta de las principales fuentes de generación, en donde el sector pecuario y el uso de fertilizantes se han mantenido como las principales categorías en el período evaluado.

4.- Desafíos sectoriales bajo la Ley Marco de Cambio Climático

La Ley N°21.455, Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), publicada el 13 de junio de 2022, tiene por objeto: (i) transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero y otros forzantes climáticos, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones a más tardar al año 2050; (ii) adaptarse al cambio climático, reduciendo la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático; y (iii) dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en la materia. El artículo 4° refuerza la meta de mitigación, estableciendo el objetivo de alcanzar la neutralidad de emisiones a más tardar al año 2050.

Para alcanzar los objetivos y meta de mitigación, la LMCC establece un nuevo esquema institucional: se dota a los órganos de la Administración del Estado de un conjunto de nuevas competencias y obligaciones, asignándoles la responsabilidad de desarrollar instrumentos de gestión del cambio climático, ya sea directamente en la elaboración, actualización, implementación y seguimiento de estos, o de colaboración con otros organismos en dichas labores.

La Ley consagra una serie de instrumentos de gestión del cambio climático, tanto a nivel nacional (Estrategia Climática de Largo Plazo, ECLP; Contribución Determinada a Nivel Nacional, NDC; Planes Sectoriales de Mitigación del Cambio Climático, Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático y el Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático), como a nivel regional y local (Planes de Acción Regional de Cambio Climático, Planes de Acción Comunal de Cambio Climático y los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas). Estos instrumentos conforman en su conjunto un sistema que, a través de su interrelación, junto al establecimiento de acciones, objetivos, metas e indicadores, permiten cumplir con el objetivo y meta de la Ley.

En este contexto, y dentro del ámbito de mitigación al cambio climático, la Ley establece que el Ministerio de Agricultura deberá elaborar un Plan Sectorial de Mitigación (PSM) en un plazo de dos años desde la fecha de publicación de la Ley (junio 2022). ODEPA se encuentra liderando la elaboración de este plan sectorial (como también el respectivo Plan de Adaptación) en coordinación con los servicios del Ministerio con competencias en la materia.

Este es el primer PSM que deberá elaborar la autoridad. El inicio formal del procedimiento de elaboración de los PSM está determinado por la finalización del reglamento procedimental de la LMCC sobre la elaboración y actualización de los instrumentos de gestión al cambio climático, el cual fue ingresado a Contraloría el 14 de junio de 2023.

De acuerdo con el art. 8 de la LMCC, los PSM deberán establecer el conjunto de acciones y medidas para reducir o absorber GEI de manera de no sobrepasar el presupuesto sectorial de emisiones⁸ asignado a cada autoridad sectorial en la Estrategia Climática de Largo Plazo.

Como preparación al inicio formal del procedimiento, ODEPA ha estado trabajando en la identificación y sistematización de medidas de mitigación sectorial previamente evaluadas en otros instrumentos de gestión del cambio climático como la NDC y ECLP, como también en medidas adicionales como las enfocadas en la reducción de emisiones de metano, entre ellas medidas dirigidas a abordar la gestión sustentable de estiércol en ganadería; alimentación del ganado bovino; producción de arroz bajo en emisiones y gestión de quemadas agrícolas, entre otras.

Al mismo tiempo, durante lo que queda de 2023, se desarrollarán una serie de insumos técnicos que permitirán informar el PSM con el objetivo de contar con un anteproyecto de plan sectorial de mitigación hacia fines de 2023.

5.- Comentarios finales

A nivel global, se reconoce que abordar la reducción de emisiones de GEI en agricultura presenta desafíos y limitaciones relevantes debido a la naturaleza productiva, composición y estructura del sector; la dificultad de estimar *trade-offs* entre impactos económicos-productivos y beneficios de implementación de acciones de mitigación; disponibilidad limitada de soluciones tecnológicas costo-efectivas; entre otros factores. Sin embargo, en términos generales las opciones de mitigación sectoriales se podrían resumir en cuatro grandes temáticas: (1) introducir prácticas que reduzcan las emisiones agrícolas No-CO₂; incluyendo metano y óxido nitroso; (2) introducir prácticas para remover CO₂ de la atmósfera y acumularlo como carbono en la vegetación y los suelos, o que reduzcan las emisiones derivadas de la degradación y eliminación de estas reservas de carbono; (3) introducir medidas que reduzcan las pérdidas de productos a lo largo de las cadenas de suministro de alimentos y el desperdicio de alimentos por parte de los consumidores y (4) medidas por el lado de la demanda de productos con alta intensidad de emisiones.

Hemos visto que el sector agropecuario presenta desafíos importantes en el contexto del cambio climático. No solo es una fuente de emisiones de GEI, sino que también es altamente vulnerable y

⁸ Los presupuestos sectoriales de emisiones de gases de efecto invernadero corresponden a la cantidad máxima de emisiones acumulada a nivel sectorial en un período determinado y que representa la suma de las emisiones totales de dichos gases en cada año comprendido en el período respectivo definida para cumplir la meta del Acuerdo de París.

dependiente de los recursos naturales y la variabilidad climática, lo que hace desafiante mantener y mejorar la resiliencia del sector para poder producir alimentos de calidad y en cantidad suficiente para una población creciente.

También sabemos que existen oportunidades para que el sector reduzca sus emisiones directas e indirectas y un potencial importante para la agricultura de ofrecer soluciones innovadoras y basadas en la naturaleza para remover CO₂ de la atmósfera mediante el secuestro de carbono en suelos y biomasa. Los sistemas alimentarios son una parte clave de la solución y pueden ser un catalizador para el cambio. Impulsar sistemas alimentarios sostenibles y resilientes es esencial para lograr la seguridad alimentaria y nutricional de la población y alcanzar los objetivos climáticos y de biodiversidad globales. Esta transición contribuirá a fortalecer el acceso a alimentos asequibles, saludables y sostenibles para todos y promover medios de vida equitativos para los pequeños agricultores, así como proteger y restaurar la naturaleza.





www.odepa.gob.cl